PROJET D'EXTENSION DU TRAMWAY





+ d'infos

projet-tramway.caenlamer.fr

DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE PREALABLE A LA DECLARATION D'UTILITE PUBLIQUE ET A L'ARRETE DE CESSIBILITE

TOME C : EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Pièce C-2 : Étude d'impact (incluant évaluation incidences Natura 2000)

PROJET TRAMWAY

Financé par MINISTÈRE CHARGÉ DES TRANSPORTS
Libre Égalité Fraternité
FRANCE RELANCE

Caenlamer
NORMANDIE
COMMUNAUTÉ URBAINE

SOMMAIRE

PARTIE 1. PREAMBULE 8

1. INTRODUCTION 9
2. OBJECTIFS DE L'ETUDE D'IMPACT 10
3. TEXTES DE REFERENCE 10
4. CONTENU DE L'ETUDE D'IMPACT 10

PARTIE 2. DESCRIPTION DU PROJET 12

1. LOCALISATION DU PROJET 13
2. LE MAITRE D'OUVRAGE 13
3. LE CONTEXTE DU PROJET 15
   - 3.1. Le réseau actuel de transports en commun de l'agglomération de Caen la mer 15
   - 3.2. La politique de transport et la stratégie de développement du territoire 16
   - 3.3. Les projets de développement urbain entrainent des besoins en déplacements 16
   - 3.4. Une analyse des enjeux de déplacements à moyen terme 16
4. LES ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET 17
   - 4.1. Densifier l'offre de transport pour accompagner le développement urbain ... 17
   - 4.2. Réduire la place de la voiture dans les déplacements au sein de l'agglomération 17
   - 4.3. Améliorer la qualité des transports publics et fiabiliser l'exploitation du réseau global de tramway en service en 2029 21
   - 4.4. Améliorer le cadre de vie dans le centre-ville de Caen 21
5. LE PROJET ET LA CONCERTATION PUBLIQUE 22
   - 5.1. Un choix de Caen la mer, la concertation continue volontaire 22
   - 5.2. Les moments de concertation 22
6. LA DESCRIPTION GLOBALE DU PROJET 26
   - 6.1. Une vision, le schéma d'exploitation future 26
   - 6.2. Une vision, le renforcement de la trame verte et la valorisation patrimoniale de Caen 28
   - 6.3. Une vision, l'intermodalité et l'apaisement du centre-ville 29
7. LA DESCRIPTION DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU PROJET 30
   - 7.1. Description des aménagements « Tramway » par séquence d'aménagement 30
   - 7.2. Description des éléments structurels du tramway 39
   - 7.3. Le système d'exploitation du projet 42
   - 7.4. L'extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne 42
   - 7.5. L'organisation générale des déplacements 42
   - 7.6. L'offre de transport et principes de rabattement depuis les autres modes de déplacements 46

PARTIE 3. DESCRIPTION DES FACTEURS DE L'ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES PAR LE PROJET 50

1. DEFINITION ET LOCALISATION DES AIRES D'ETUDE 51
2. POPULATION ET SANTE HUMAINE 53
   - 2.1. Population 53
   - 2.2. Emploi 54
   - 2.3. Qualité de l'air 56
   - 2.4. Ambiance acoustique 73
   - 2.5. Émissions lumineuses 83
   - 2.6. Odeurs 84
   - 2.7. Synthèse et hiérarchisation des enjeux liés à la population et la santé humaine 84
3. BIODIVERSITE 86
   - 3.1. Espaces inventoriés ou protégés 86
   - 3.2. Expertise écologique 90
   - 3.3. Continuités écologiques (échelles régionales et locales) 134
   - 3.4. Synthèse et hiérarchisation des enjeux liés à la biodiversité 139
4. TERRES, SOLS, EAU, CLIMAT 142
   - 4.1. Géologie 142

4.2. Topographie 144
4.3. Eaux souterraines 146
4.4. Eaux superficielles 148
4.5. Zones humides 152
4.6. Climat 156
4.7. Synthèse et hiérarchisation des enjeux liés aux terres, aux sols, à l'eau et au climat 158
5. BIENS MATERIELS ET ACTIVITES 159
5.1. Occupation du sol 159
5.2. Habitat et logements 161
5.3. Infrastructures de transport 162
5.4. Réseaux 179
5.5. Gestion des déchets 181
5.6. Équipements, loisirs et tourisme 182
5.7. Activités économiques 187
5.8. Synthèse et hiérarchisation des enjeux liés aux biens matériels et aux activités 190
6. PAYSAGE ET PATRIMOINE 191
6.1. Paysage urbain 191
6.2. Paysage arboré 201
6.3. Patrimoine archéologique 208
6.4. Patrimoine historique et culturel 211
6.5. Sites inscrits et classés 214
6.6. Synthèse et hiérarchisation des enjeux liés au paysage et au patrimoine 215
7. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES 216
7.1. Risques naturels 216
7.2. Risques technologiques 223
7.3. Synthèse et hiérarchisation des enjeux liés aux risques naturels et technologiques 229
8. SYNTHESE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 230

PARTIE 4. PRÉSENTATION DES VARIANTES ÉTUDIÉES ET JUSTIFICATION DU CHOIX du projet retenu 232
1. LA SITUATION AU FIL DE L'EAU (SANS MISE EN ŒUVRE DU PROJET) 233
1.1. La situation au fil de l'eau par rapport aux transports 233
1.2. La situation au fil de l'eau par rapport à l'urbanisme et au paysage 234
2. LE CHOIX DU MODE 234
3. LE CHOIX DE L'ITINERAIRE DE DESSERTE 238
3.1. Variantes de tracés étudiées pour les extensions des lignes de tramway 238
3.2. Justification du choix du tracé pour la poursuite des études 242
3.3. Choix du tracé pour la poursuite des études 242
3.4. Adaptations du tracé suite au choix de la solution retenue et au cours de la concertation continue 243
3.5. Le choix des stations 244
3.6. La prise en compte des enjeux environnementaux, paysagers et de l'intermodalité 249
3.7. Le choix de l'insertion urbaine 250

PARTIE 5. ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN CAS DE MISE EN œuvre ET EN CAS DE NON MISE EN œuvre DU PROJET 256
1. POPULATION ET SANTE HUMAINE 257
2. BIODIVERSITE 258
3. TERRES, SOLS, EAU ET CLIMAT 259
4. BIENS MATERIELS ET ACTIVITES 260
5. PAYSAGE ET PATRIMOINE 262
6. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES 263

PARTIE 6. INCIDENCES NOTABLES DU PROJET ET DES TRAVAUX ; MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT 264
1. DEMARCHE GENERALE D'EVALUATION DES IMPACTS ET DE PROPOSITION DE MESURES 265
1.1. Les effets, les impacts : une analyse des conséquences du projet d'extension du tramway de Caen la mer 265

1.2. Des dispositifs en réponse aux effets : les mesures prévues dans le cadre du projet 266
1.3. Rédaction des fiches mesures ERC 267
2. EFFETS ET MESURES D'ORDRE GENERAL EN PHASE TRAVAUX 268
2.1. Principes généraux d'organisation des chantiers 268
2.2. Nature et quantité de matériaux utilisés et estimation des émissions attendues 270
2.3. Effets généraux en phase travaux et mesures associées 277
3. MESURES D'EVITEMENT PRISES LORS DE LA CONCEPTION DU PROJET 290
3.1. Suppression des aménagements dans le secteur de la Presqu'île (suspension de l'extension Est du tramway) pour tenir compte du risque d'inondation 290
3.2. Évitement du site inscrit de la Prairie de Caen 290
3.3. Choix d'un tracé évitant les zones humides 290
3.4. Choix d'un tracé évitant les captages d'alimentation en eau potable situés au niveau de la Prairie de Caen 291
3.5. Mise en place d'un soutènement qui limite le volume de remblai en zone inondable de l'Orne 292
3.6. Positionnement du parking-relais « Chemin Vert » en-dehors d'une zone enherbée et boisée 293
3.7. Adaptation du tracé pour conserver des alignements d'arbres localisés le long de voies circulées 294
3.8. Mise en défens de la zone concernée par la présence de flore protégée au niveau de la base vie dite « Palais des Sports » 295
3.9. Choix d'une localisation du site de base vie « Pompidou » éloignée de l'entrée des carrières de la Maladrerie et adaptation de la période de réalisation des travaux de terrassements 295
4. EFFETS DU PROJET SUR LA POPULATION ET LA SANTE HUMAINE, ET MESURES 296
4.1. Population / riverains 296
4.2. Emploi 297
4.3. Qualité de l'air et santé 298
4.4. Nuisances acoustiques et santé 315
4.5. Vibrations 322
4.6. Émissions lumineuses 323
4.7. Nuisances olfactives 325
4.8. Présentation des mesures relatives à la population et à la santé humaine .. 326
5. EFFETS DU PROJET SUR LA BIODIVERSITE ET MESURES 334
5.1. Habitats naturels 334
5.2. Zones humides 335
5.3. Flore 336
5.4. Arbres 336
5.5. Faune 337
5.6. Présentation des mesures relatives à la biodiversité 343
5.7. Corridors écologiques 360
6. EFFETS DU PROJET SUR LES TERRES, LES SOLS, L'EAU ET LE CLIMAT 368
6.1. Géologie, sol et sous-sol 368
6.2. Topographie 370
6.3. Eaux souterraines 370
6.4. Eaux superficielles 372
6.5. Climat 375
6.6. Présentation des mesures relatives aux terres, au sol, a l'eau et au climat .. 376
7. EFFETS DU PROJET SUR LES BIENS MATERIELS, LES ACTIVITES HUMAINES, ET MESURES 380
7.1. Équipements, commerces et services 380
7.2. Infrastructures et déplacements 382
7.3. Réseaux de transport d'énergie et télécommunications 389
7.4. Foncier 390
7.5. Présentation des mesures sur les biens matériels et les activités humaines .. 391
8. EFFETS DU PROJET SUR LE PAYSAGE, LE PATRIMOINE ET MESURES ASSOCIEES 397
8.1. Paysage urbain 397
8.2. Patrimoine archéologique 420
8.3. Patrimoine historique 421
8.4. Présentation des mesures relatives au paysage et au patrimoine 423
9. PRISE EN COMPTE DES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES 427

9.1. Risques naturels....427
9.2. Risques technologiques....429
9.3. Présentation des mesures associées aux risques naturels et technologiques 429
10. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET ET DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT....435
10.1. En phase de travaux....435
10.2. En phase d'exploitation....439
11. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT ET VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE....442
11.1. Incidences du projet sur le climat....442
11.2. Vulnérabilité du projet au changement climatique....442
12. DESCRIPTION DES INCIDENCES RESULTANT DE LA VULNERABILIT2 DU PROJET A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURES, ET MESURES....443
12.1. Risques de catastrophes majeurs d'origine naturelle....443
12.2. Risques technologiques majeurs....444
12.3. Gestion des risques et de la sécurité d'un système guide....445
12.4. Évaluation sommaire des risques et dispositions prises sur le réseau du tramway de Caen la mer....447
13. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DE LEURS EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT 450
13.1. Modalités de suivi des mesures et de leurs effets en phase travaux....450
13.2. Modalités de suivi des mesures et de leurs effets en phase d'exploitation....453
14. COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES....457
14.1. Mesures en phase travaux....457
14.2. Mesures en phase exploitation....458
PARTIE 7. EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000....459
1. IDENTIFICATION DES SITES NATURA 2000 CONCERNES PAR LE PROJET....461
2. PRESENTATION DES SITES NATURA 2000 ET DES ESPECES ET HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE....464
2.1. Description et composition des sites....464
2.2. Raisons pour lesquelles les sites ont été désignés....465
3. EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ETAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000 ET MESURES ENVISAGEES....466
3.1. Habitats d'intérêt communautaire potentiellement concernés par le projet 466
3.2. Espèces d'intérêt communautaire potentiellement concernées par le projet 466
3.3. Évaluation des incidences du projet et mesures associées....466
4. CONCLUSION SUR L'ATTEINTE PORTEE OU NON PAR LE PROJET SUR L'INTEGRITE DES SITES NATURA 2000....468
PARTIE 8. ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVES....469
1. NOTIONS SUR LES EFFETS CUMULES....470
2. RECENSEMENT DES PROJETS EXISTANTS ET APPROUVES....471
3. IDENTIFICATION DES PROJETS SUSCEPTIBLES DE PRESENTER DES INCIDENCES CUMULEES....472
3.1. Aménagement de la ZAC du « Nouveau Bassin » au niveau de la Presqu'île de Caen 477
3.2. Création de la ZAC sur le secteur Mont-Coco – Côte de Nacre à Caen....477
3.3. Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne....478
4. ANALYSE DES EFFETS CUMULES....479
4.1. Effets cumulés sur le milieu physique....480
4.2. Effets cumulés sur le milieu naturel....481
4.3. Effets cumulés sur le milieu humain....481
PARTIE 9. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME ET DE PLANIFICATION....483
1. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME....484
1.1. Le Schéma de Cohérence territoriale (SCoT) de Caen Normandie Métropole 484
1.2. Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen....488
1.3. Le PLU de Saint-Contest....502
1.4. Plan Local d'Urbanisme (PLU) d'Hérouville Saint-Clair....503

1.5. Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Fleury-sur-Orne 504
1.6. Plan Local d'Urbanisme intercommunal Habitat et Mobilités (PLUi-HM) Caen la mer 506
2. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION 506
2.1. Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des territoires (SRADDET) de Normandie 506
2.2. Plan de Déplacements Urbains (PDU) 2013-2018 de Caen la mer 509
2.3. Le Plan de Prévention des Risques Majeurs (PPRM) de la basse vallée de l'Orne 509
2.4. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 510
2.5. Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Orne aval et Seulles 513
2.6. Les documents de planification dans le domaine de l'air et de la santé 514
PARTIE 10. SPECIFICITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT 517
1. CONSEQUENCES PREVISIBLES DU PROJET D'EXTENSION DU TRAMWAY DE CAEN LA MER SUR LE DEVELOPPEMENT DE L'URBANISATION 518
1.1. Typologie des espaces traversés 518
1.2. Effets du projet 518
2. ANALYSE DES ENJEUX ECOLOGIQUES ET DES RISQUES POTENTIELS LIES AUX AMENAGEMENTS FONCIERS, AGRICOLES ET FORESTIERS PORTANT NOTAMMENT SUR LA CONSOMMATION DES ESPACES AGRICOLES, NATURELS OU FORESTIERS INDUITS PAR LE PROJET 520
3. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS ET AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE 520
3.1. Coûts du projet 520
3.2. Gains liés au projet 521
3.3. Récapitulatif des coûts et des gains 525
3.4. Synthèse des avantages induits pour la collectivité 526
4. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES LIEES A LA REALISATION DU PROJET 527
5. DESCRIPTION DES HYPOTHESES DE TRAFIC, DES CONDITIONS DE CIRCULATION ET DES METHODES DE CALCUL UTILISEES POUR LES EVALUER ET EN ETUDIER LES CONSEQUENCES 528
5.1. Hypothèses de trafic 528
5.2. Évaluation des conditions de circulation 530
PARTIE 11. PRESENTATION DES METHODES UTILISEES 531
1. METHODES GENERALES 532
1.1. Collecte de données 532
1.2. Réalisation d'études spécifiques 532
2. ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT 533
2.1. La population et la santé humaine 533
2.2. La biodiversité 533
2.3. Les terres, le sol, l'eau, l'air et le climat 533
2.4. Les biens matériels 534
3. Évaluation des effets sur l'environnement et la santé et définition des mesures d'insertion 534
4. ETUDES SPECIFIQUES 535
4.1. Étude Air et santé 535
4.2. Étude acoustique 553
4.3. Étude vibratoire 557
4.4. Étude écologique 558
PARTIE 12. NOMS, QUALITES ET QUALIFICATIONS DES EXPERTS 569

PARTIE 1. PREAMBULE

Suite à l'avis de l'Autorité environnementale publié le 30 août 2024 (avis de la Mission Régionale de l'Autorité environnementale – MRAe de Normandie n° MRAe-2024-5443), des compléments ont été apportés à l'évaluation environnementale initiale, sur la base du mémoire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale présenté en pièce G2 du présent dossier d'enquête publique.

Les modifications apportées dans l'évaluation environnementale relevant de compléments suite à l'avis de l'autorité environnementale sont mises en évidence en écriture bleue et précédées d'un encadré selon l'exemple ci-dessous :

> En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

1. INTRODUCTION

Le présent dossier d'étude d'impact porte sur le projet d'extension du tramway de Caen la mer. Ce projet, sous maîtrise d'ouvrage de la Communauté urbaine Caen la mer, comprend :

- l'extension des infrastructures tramway depuis le centre-ville de Caen vers l'Ouest, pour desservir d'une part le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest, et d'autre part le quartier de Beaulieu ;
- des aménagements dédiés aux piétons et aux cyclistes ;
- un renouvellement du paysage végétal et arboré le long des axes du futur tramway ;
- la dépose de lignes aériennes de contact (LAC) dans le centre-ville de Caen, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare » ;
- la modification du terminus Nord de la ligne de tramway T1 existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair ;
- la modification du terminus Est de la ligne de tramway T2 existante « Presqu'île » à Caen ;
- l'ajout de deux voies de remisage au sein du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne.
- l'aménagement d'un parking relais ;
- la construction de 7 nouveaux ouvrages d'art.

La mise en service du projet d'extension du tramway de Caen la mer est prévue à l'été 2029.

D'après l'article R.122-2 du Code de l'environnement, les projets de travaux d'ouvrages ou d'aménagements sont soumis à la réalisation préalable d'une évaluation environnementale, soit de façon systématique, soit à l'issue de l'examen au cas par cas de l'autorité environnementale.

Le projet global d'extension du tramway de Caen la mer est concerné par les rubriques suivantes du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement :

Catégories de projets	Projets soumis à évaluation environnementale	Projets soumis à examen au cas par cas
7. Transports guidés de personnes (les ponts, tunnels et tranchées couvertes supportant des transports guidés de personnes doivent être étudiés au titre de cette rubrique).	Tramways, métros aériens et souterrains, funiculaires ou lignes analogues	a) Lignes suspendues ou lignes analogues de type particulier servant exclusivement ou principalement au transport des personnes, y compris gares
		b) Gares de tramway, de métros aériens et souterrains, et funiculaires
41. Aires de stationnement ouvertes au public, dépôts de véhicules et garages collectifs de caravanes ou de résidences mobiles de loisirs	-	a) Aires de stationnement ouvertes au public de 50 unités et plus

Rubriques concernées par l'évaluation environnementale

Ainsi, en raison de la rubrique n°7, **le projet est soumis à évaluation environnementale systématique** (qui donne lieu à une étude d'impact).

L'évaluation environnementale est une démarche progressive et itérative, qui intègre l'environnement dès le début et tout au long du processus d'élaboration du projet, afin d'informer le public et d'éclairer l'autorité compétente pour autoriser le projet sur la prise en compte de l'environnement dans le projet.

La présente pièce C-2 constitue l'étude d'impact du projet. Le résumé non technique de l'étude d'impact étant présenté en pièce C-1 du dossier d'enquête publique

2. OBJECTIFS DE L'ETUDE D'IMPACT

L'étude d'impact est à la fois :

- un **instrument de protection de l'environnement** : la préparation de l'étude d'impact permet d'intégrer l'environnement dans la conception et les choix d'aménagement du projet, afin qu'il soit respectueux de l'homme, des paysages et des milieux naturels, qu'il économise l'espace et limite la pollution de l'eau, de l'air et des sols ;
- un **outil d'information pour les institutions et le public** : pièce officielle de la procédure de décision administrative, l'étude d'impact constitue le document de consultation auprès des services de l'État et des Collectivités. Elle est également un outil d'information du public qui peut consulter ce dossier dans le cadre de l'enquête publique ;
- un **outil d'aide à la décision** : l'étude d'impact constitue une synthèse des diverses études environnementales scientifiques et techniques qui ont été menées aux différents stades d'élaboration du projet. Présentant les contraintes environnementales, elle analyse les enjeux du projet vis-à-vis de son environnement et envisage les réponses aux problèmes éventuels. L'étude d'impact permet donc au Maître d'ouvrage, au même titre que les études techniques, les études économiques et les études financières, d'améliorer le projet.

3. TEXTES DE REFERENCE

L'étude d'impact est établie conformément au Code de l'environnement :

- **Partie législative** : articles L.122-1 à L.122-3-4 (Livre Ier : Dispositions communes, Titre II : Information et participation des citoyens, Chapitre II : Évaluation environnementale, Section 1 : Études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements) ;
- **Partie réglementaire** : articles R.122-1 à R.122-14 (Livre Ier : Dispositions communes, Titre II : Information et participation des citoyens, Chapitre II : Évaluation environnementale, Section 1 : Études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements).

La méthodologie détaillée de l'étude d'impact est exposée dans la Partie 11 relative aux méthodes d'évaluation utilisées.

4. CONTENU DE L'ETUDE D'IMPACT

Le contenu de l'étude d'impact est fixé à l'article R.122-5 du Code de l'environnement.

L'étude d'impact comprend en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire :

1) Un **résumé non technique** des informations prévues ci-dessous.

2) Une **description du projet** y compris en particulier :
   - une description de la localisation du projet ;
   - une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, des travaux de démolition nécessaires et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;
   - une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et à l'utilisation de l'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisées ;
   - une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.

3) Une **description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet**, dénommée " scénario de référence ", et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles.

4) Une **description des facteurs mentionnés au III de l'article L.122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet** : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage.

5) Une **description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement** résultant, entre autres :

- de la construction et de l'existence du projet, y compris, des travaux de démolition ;
- de l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;
- de l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;
- des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;
- du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées ;
- des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;
- des technologies et substances utilisées.

6) Une **description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs** en rapport avec le projet.

7) Une **description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage**, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine

8) Les **mesures prévues par le maître de l'ouvrage** pour :

- éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine, et réduire les effets n'ayant pas pu être évités ;
- compenser, lorsque cela est possible les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet, ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets.

9) Les **modalités de suivi des mesures** d'évitement, de réduction et de compensation proposées.

10) Une **description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement**.

11) Les **noms, qualités et qualifications du ou des experts** qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation.

Pour les infrastructures de transport, l'étude d'impact comprend également :

- une **analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation** ;
- une **analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers** portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ;
- une **analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité**. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L.1511-2 du Code des transports ;
- une **évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet**, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ;
- une **description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées** pour les évaluer et en étudier les conséquences.

Elle indique également les principes des **mesures de protection contre les nuisances sonores** qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R.571-44 à R.571-52 du Code de l'environnement.

L'étude d'impact tient également lieu d'évaluation des incidences Natura 2000, étant donné qu'elle contient les éléments exigés par l'article R.414-23 du Code de l'environnement.

PARTIE 2. DESCRIPTION DU PROJET

1. LOCALISATION DU PROJET

Le projet est localisé en région Normandie, dans le département du Calvados (14), au sein de la Communauté urbaine Caen la mer.

Les communes concernées par le projet d'extension du tramway sont : Caen, Saint-Contest, Hérouville Saint-Clair et Fleury-sur-Orne.

Cf. plan de situation en page suivante.

2. LE MAITRE D'OUVRAGE

La Communauté urbaine Caen la mer est maître d'ouvrage du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

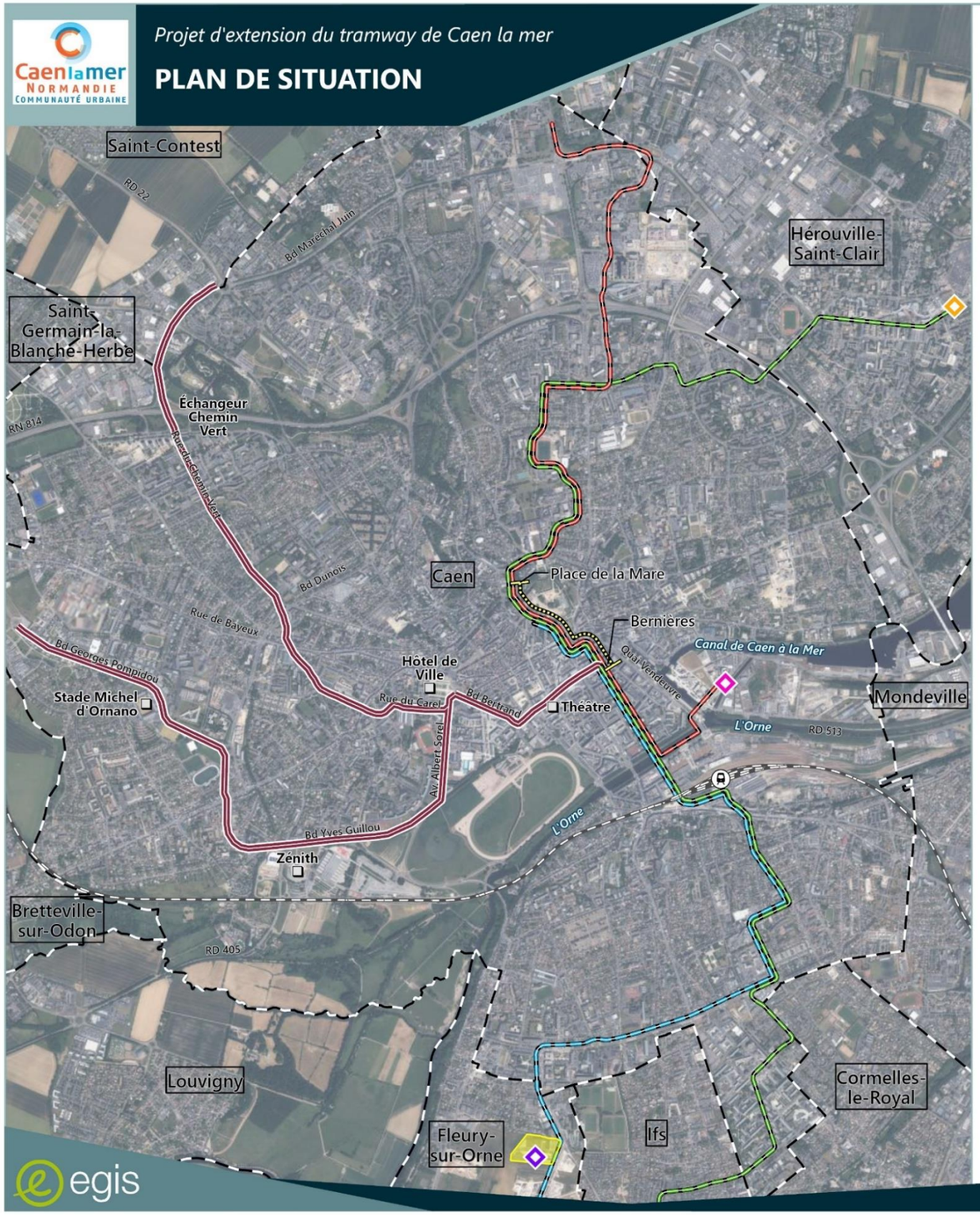
16 rue Rosa Parks
14000 CAEN

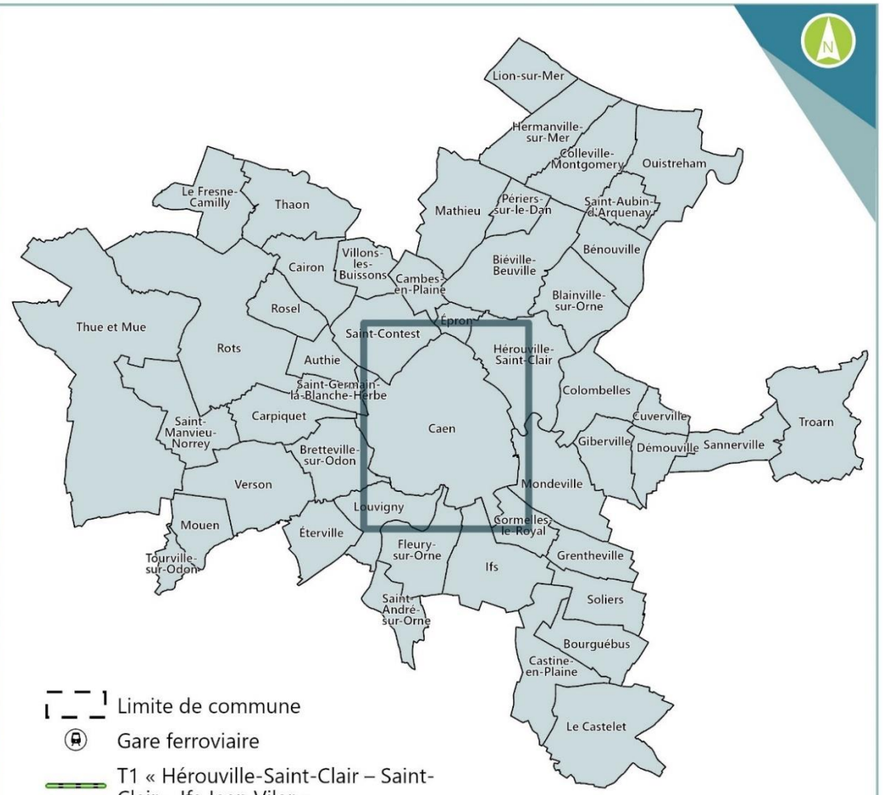
Depuis le 1er janvier 2015, Caen la mer est l'Autorité Organisatrice de la Mobilité (AOM) sur son territoire. De la basse vallée de l'Orne jusqu'au littoral de la Manche, la Communauté urbaine rassemble 48 communes sur une aire de 366 km².

Caen la mer met en œuvre la politique globale des déplacements avec des mesures concrètes émanant du Plan de Déplacements Urbains (PDU). Dans ce cadre, elle définit l'offre de transport du réseau Twisto et a confié son exploitation à la société Keolis Caen Mobilités, via un contrat de délégation de service public. Les mobilités douces y sont intégrées via de nombreuses offres vélos (libre-service, location longue durée, assistance électrique, box sécurisés, etc.).

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

PLAN DE SITUATION





Limite de commune
Gare ferroviaire
T1 « Hérouville-Saint-Clair – Saint-Clair – Ifs Jean Vilar »
T2 « Caen Campus 2 – Caen Presqu'île »
T3 « Caen Château Quatrans – Fleury Hauts de l'Orne »
Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)

Projet :

Extension du tramway de Caen la mer
Modification du terminus "Saint-Clair" de la ligne T1
Modification du terminus "Presqu'île" de la ligne T2
Ajout de deux voies de remisage (CEMT de Fleury-sur-Orne)
Secteur de dépose des Lignes Aériennes de Contact (LAC)



Date : 27/03/2024
0 0,5 1 km
Fond de plan : ©IGN
Source : EGIS

3. LE CONTEXTE DU PROJET

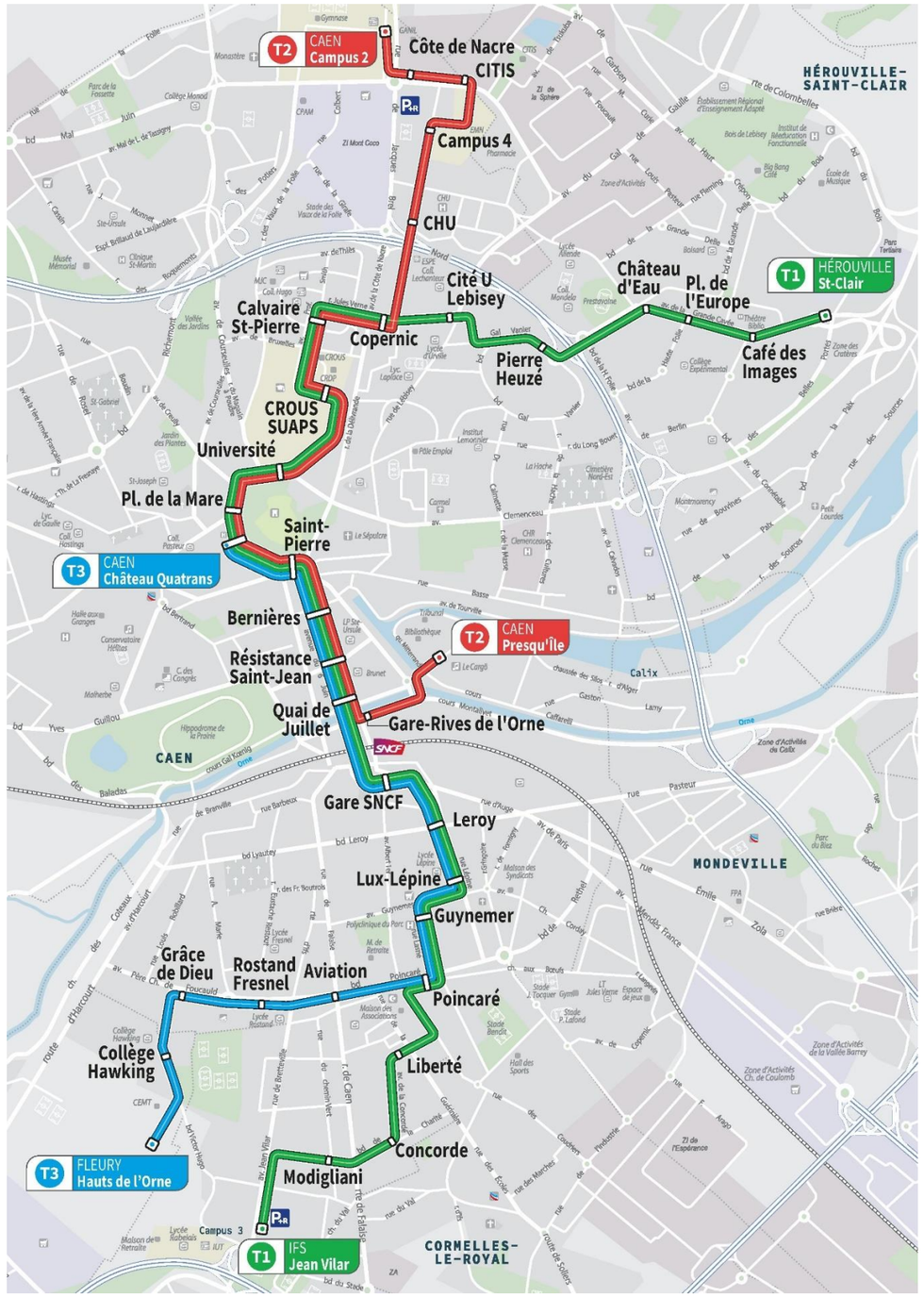
3.1. LE RESEAU ACTUEL DE TRANSPORTS EN COMMUN DE L'AGGLOMERATION DE CAEN LA MER

Actuellement, le réseau de transports urbains de l'agglomération de Caen la mer est structuré autour de trois lignes de tramway :

- la ligne T1, longue de 10,7 km, relie Hérouville Saint-Clair (station « Saint-Clair ») au Nord à Ifs (station « Jean-Vilar ») au Sud ;
- la ligne T2, longue de 6,6 km, relie le Campus 2 au Nord à la Presqu'île au Sud-Est ;
- la ligne T3, longue de 5,9 km, part du centre-ville de Caen (station « Château-Quatrans ») pour rejoindre Fleury-sur-Orne (station « Hauts-de-l'Orne »).

En service depuis l'été 2019, ces trois lignes de tramway assurent la desserte des zones denses de la Communauté urbaine. Elles accueillent chaque jour plus de la moitié des voyageurs qui empruntent le réseau de transports urbains Twisto, soit environ 50 000 voyageurs par jour.

En complément, 72 lignes de bus permettent de desservir les quartiers, les pôles de vie et les établissements scolaires du territoire.



Lignes de tramway en service depuis 2019 (source : réseau Twisto)

3.2. LA POLITIQUE DE TRANSPORT ET LA STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT DU TERRITOIRE

Totalement inscrite dans les axes du Projet de Territoire et dans les documents de planification, l'extension du réseau de tramway de Caen la mer se décide et se construit à l'échelle du territoire de l'intercommunalité.

3.3. LES PROJETS DE DEVELOPPEMENT URBAIN ENTRAINENT DES BESOINS EN DEPLACEMENTS

Les secteurs Ouest de l'agglomération de Caen la mer sont en attente d'une amélioration ou d'un renforcement de l'offre de transports publics. De nouvelles zones urbaines ont été aménagées ou sont en cours d'urbanisation et une offre de transport en commun adaptée doit y être proposée. De grands projets urbains ont d'ores et déjà été engagés avec la réalisation d'équipements à rayonnement métropolitain et d'aménagements majeurs, comme le Palais des sports inauguré en août 2023, et qui renforcent l'attractivité et le rayonnement de Caen la mer.

Par ailleurs, les quartiers Ouest de Caen sont particulièrement concernés par l'urbanisation projetée au niveau de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) Beaulieu (achèvement de la ZAC à l'Ouest du boulevard Georges Pompidou), par le projet de renouvellement urbain au niveau du quartier du Chemin Vert ou encore la requalification du site Jacquart au Chemin Vert.

D'autres projets urbains sont envisagés au sein de la Communauté urbaine de Caen la mer à moyen/long termes. Cette vision globale d'une gestion coordonnée et d'un développement durable du territoire est confirmée dans le Plan Local d'Urbanisme intercommunal – Habitat et Mobilités (PLUi-HM) en cours d'élaboration.

Le projet de PADD du PLUi-HM de Caen la mer prévoit à l'horizon 2040 un territoire qui accueille environ 290 000 habitants. Cet objectif représente un gain de 18 000 habitants entre 2020 et 2040. Cette ambition se traduit par la création d'environ 1 650 logements par an sur le territoire de Caen la mer, dont près des deux tiers contribueront à maintenir la population actuelle. Le PLUi-HM permettra également la création d'environ 900 emplois par an pour maintenir la forte attractivité du territoire.

Ce développement urbain générera des besoins en déplacements, pour lesquels le projet d'extension du tramway de Caen la mer constituera une solution adaptée et à privilégier pour les déplacements au sein de l'agglomération.

3.4. UNE ANALYSE DES ENJEUX DE DEPLACEMENTS A MOYEN TERME

Une analyse des opportunités (population, emplois et scolaires) et des enjeux de déplacements actuels et à moyen terme (horizon 2035) a permis de hiérarchiser les corridors à desservir par les futures lignes du réseau de transports en commun en site propre (TCSP).

La priorité d'action est de proposer un tramway depuis l'Ouest pour desservir les quartiers d'habitat denses et de développement Saint-Contest / Chemin Vert d'une part, et Beaulieu d'autre part, pour rejoindre le centre-ville de Caen.

Composée de deux branches, l'extension Ouest des lignes de tramway répond ainsi à de nombreux enjeux et apparait prioritaire à plusieurs égards. Ce projet regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs.

L'exploitation est envisagée via :

- une branche vers l'Ouest qui desservira le secteur Beaulieu, et en particulier le stade d'Ornano, ainsi que les abords des boulevards Detolle et Pompidou ;
- une branche Nord-Ouest qui desservira le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest. Cette branche participera au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.

Le projet permettra ainsi de proposer une alternative à la voiture individuelle, plus écologique et qui participe globalement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les transports en commun seront accessibles à tous, adaptés pour tous les usagers, et attractifs en matière de gain de temps et de fiabilité.

4. LES ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET

4.1. DENSIFIER L'OFFRE DE TRANSPORT POUR ACCOMPAGNER LE DEVELOPPEMENT URBAIN

Alors que les trois lignes de tramway mises en service en 2019 sont globalement orientées Nord/Sud, Caen la mer souhaite renforcer l'offre de transports publics vers l'Ouest de l'agglomération, en proposant deux branches d'extension du réseau, l'une vers le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest, la seconde vers le quartier Beaulieu.

Ces secteurs de l'agglomération de Caen la mer nécessitent en effet une amélioration ou un renforcement de l'offre de transport. De nouvelles zones ont été récemment construites ou sont en cours d'urbanisation et une offre de transport en commun doit y être proposée.

Par ailleurs, de grands projets urbains ont été engagés avec la réalisation d'équipements à rayonnement métropolitain et d'aménagements majeurs, comme le palais des sports inauguré en août 2023, et qui renforcent la compétitivité économique, l'attractivité et le rayonnement de Caen la mer.

Ces projets s'inscrivent dans une stratégie urbaine globale définie à l'échelle du bassin de vie de Caen, dans le Schéma de cohérence territoriale (SCOT) Caen-Métropole et déclinée par la Communauté urbaine, dans les documents thématiques cadres qui organisent et programment le développement urbain : le Plan de Déplacements Urbains (PDU), le Programme local de l'Habitat (PLH), ou les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU). Cette vision globale d'une gestion coordonnée et d'un développement durable du territoire sera confirmée dans le Plan Local d'Urbanisme intercommunal – Habitat et Mobilités (PLUi-HM) en cours d'élaboration.

Une analyse des opportunités (population, emplois et scolaires - PES) et des enjeux de déplacements actuels et à moyen terme (horizon 2035) a permis de hiérarchiser les corridors à desservir par les futures lignes du réseau de transports en commun en site propre (TCSP).

Certains secteurs ont une densité de PES du même niveau que dans les zones desservies par les lignes de tramway en service. Dès lors, une offre de transport de même niveau de qualité peut y être proposée, dans un souci d'équilibre du territoire et d'équité.

L'extension Ouest du réseau de tramway de Caen la mer est apparue comme prioritaire avec la volonté de proposer un tramway pour desservir les quartiers d'habitat denses et de développement Saint-Contest / Chemin Vert d'une part, et Beaulieu d'autre part, depuis le centre-ville de Caen.

Ainsi, les extensions de lignes de tramway permettront d'accompagner le développement urbain des quartiers traversés et de proposer une offre de transports robuste pour accéder au centre-ville de Caen, ainsi qu'aux équipements publics majeurs que sont l'Hôtel de Ville, le stade d'Ornano, le Zénith, le Parc des Expositions, le Palais des Sports ou encore le lycée Malherbe.

4.2. REDUIRE LA PLACE DE LA VOITURE DANS LES DEPLACEMENTS AU SEIN DE L'AGGLOMERATION

Tandis que la population de l'agglomération caennaise est passée d'environ 183 000 à 276 000 habitants durant les 50 dernières années, la part de la voiture individuelle est devenue prépondérante parmi les modes de transport.

Cette augmentation a surtout concerné les communes qui entourent Caen, dont les principaux axes routiers apparaissent saturés, augmentant les temps de parcours, ainsi que la pollution atmosphérique et sonore.

Caen la mer a pris des engagements pour accompagner la transition écologique, et cela passe notamment par la promotion des transports en commun moins émetteurs de gaz à effet de serre, et des mobilités actives qui constituent des alternatives à la voiture particulière.

Le choix d'étendre le réseau tramway sur l'agglomération compte parmi les solutions alternatives à la voiture. Elle doit amener les usagers à intégrer le report modal dans leurs déplacements quotidiens, en privilégiant les transports en commun à la voiture particulière.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer constitue donc une opportunité de nouvelle offre de transports en commun en proposant un nouveau corridor de transports en commun en site propre vers l'Ouest de la Communauté urbaine Caen la mer.

Ce projet permettrait ainsi d'augmenter sensiblement le nombre d'utilisateurs des transports publics dans l'agglomération, notamment en favorisant le report modal (automobile-TCSP) par la création de parkings-relais pour capter les flux entrants.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

De plus, dans le cadre de l'élaboration de son PLUi-HM (Plan Local d'Urbanisme intercommunal Habitat et Mobilités), Caen la mer porte une réflexion globale à l'échelle de son territoire et à différentes échelles (centre urbain, pôles, communes etc.) notamment sur la question des mobilités, dont la place de la voiture individuelle d'une part et des modes doux et des transports collectifs d'autre part.

Cette réflexion a d'abord permis l'élaboration d'un PADD (Projet d'Aménagement et de Développement Durables) consultable sur le site pluihm-caenlamer.fr. Il définit les lignes directrices et constitue la clé de voute du PLUi-HM. Il sera ensuite décliné dans les différents documents du PLUi-HM qui définira le projet global d'urbanisme, d'aménagement, d'habitat et de mobilité applicable sur le territoire de Caen la mer.

L'élaboration du PADD s'est appuyée sur un ensemble de diagnostic territoriaux qui portent sur les thématiques suivantes :

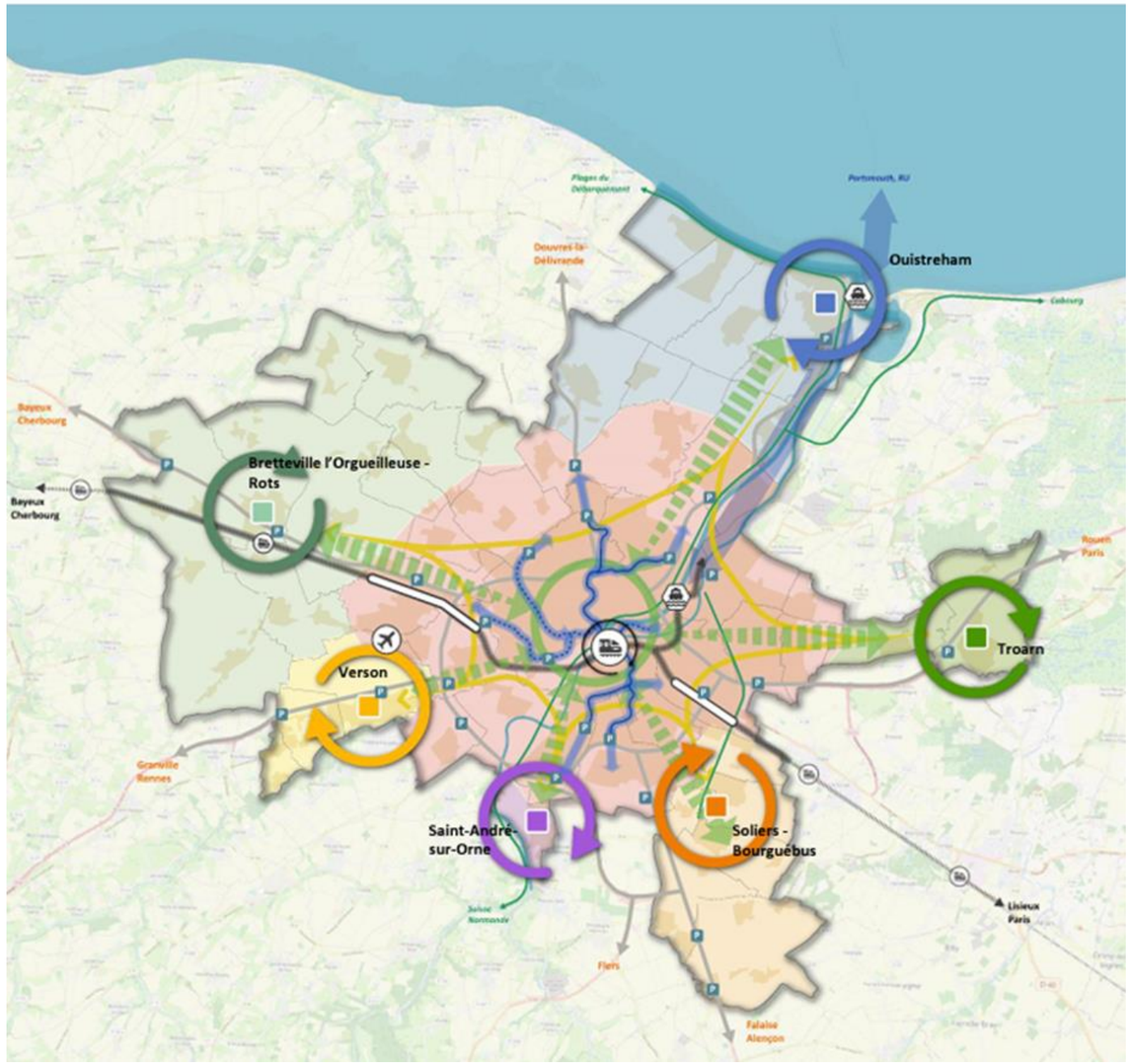
- Territoire
- Mobilités
- Habitat
- Environnement.

Parmi les lignes de force du projet identifiées au PADD figure la ligne suivante : *« Faciliter le développement des mobilités durables pour tous sur l'ensemble du territoire ».*

Cette ligne de force précise les ambitions de Caen la mer concernant le rôle des transports en commun, le développement des modes actifs et la réduction de l'usage individuel de la voiture.

La cartographie en page suivante, extraite du PADD, synthétise ces ambitions :

Faciliter le développement des mobilités durables pour tous sur l'ensemble du territoire



Faciliter le développement des mobilités durables pour tous sur l'ensemble du territoire

- Assurer des dessertes de proximité dans les espaces de vie, en lien avec leur pôle.
- Favoriser la ville de proximité.
- Tenir compte des déplacements agricoles.

- Renforcer l'offre de transports en commun structurante.
- Favoriser la mise en place d'une logistique durable.
- Réorganiser le stationnement en centre-ville de Caen pour améliorer son accessibilité.

Développer des lignes directes entre les pôles et le réseau structurant de l'agglomération.

Développer un réseau de parkings relais connecté aux transports en commun, et de parkings de covoiturage sur les axes routiers structurants.

Renforcer l'usage du train et envisager la création d'un tram-train

Renforcer le pôle multimodal de la gare

Développer l'activité des gares secondaires existantes (Bretteville-Norrey)

Zones d'implantation préférentielle pour une halte ferroviaire

Poursuivre l'aménagement d'infrastructures cyclables pour mailler le territoire

Voies cyclables majeures (Vélo Francette, Vélo Maritime, etc.)

Développer le transport maritime autour des ports (Caen, Ouistreham, Blainville-sur-Orne)

Littoral

Réseau de tramway existant

Réseau de tramway à venir

Renforcement du réseau de tramway à étudier

Aéroport de Caen-Carpiquet

Réseau routier structurant

Extrait du document support au débat sur les orientations générales du projet d'aménagement et de développement durables – 6 juillet 2023 (source : Caen la mer)

La ligne de force se décline notamment dans les 14 orientations propres aux mobilités fixées au sein du PADD.

L'opération Tramway constitue un levier d'action majeur avec une large influence s'intégrant parfaitement dans les objectifs du PADD, puisqu'elle contribue directement à la réponse à 11 de ces 14 orientations.

Sur les sujets particuliers de la place de la voiture individuelle et de zones entièrement dédiées aux transports modaux doux et collectifs en centre-ville, les orientations suivantes montrent les ambitions portées par Caen la mer et auxquelles contribue directement l'opération tramway :

- **Rééquilibrer le partage des espaces publics au profit des mobilités actives et des personnes à mobilité réduite**

La création d'une ligne de tramway impose par nature une nouvelle répartition de l'espace public. Dans le cas présent, au-delà de l'espace nouvellement consacré aux transports en commun, cette répartition intègre le renforcement de la place du piéton et des cycles par la réalisation d'aménagements conformes en termes d'accessibilité et désirables. Par ailleurs, l'opération emporte une réduction du nombre de bus en circulation dans le centre-ville et une forte évolution des régimes de circulation en centre-ville :

- Création d'aire piétonne au centre du boulevard Leclerc et à l'angle de la rue de Bernières et de l'avenue du Six juin ;
- Création d'une zone de rencontre sur le boulevard Leclerc et la rue de Bernières ;
- Suppression du flux de transit sur ces mêmes axes.

Ces dispositions contribuent ainsi directement à l'apaisement de la circulation automobile visée dans les centres-villes de Caen la mer, en offrant à l'axe Bernières-Leclerc un nouvel usage centré sur les piétons et les modes doux, en extension du plateau piétonnier existant en hyper centre-ville. La place de la voiture individuelle y sera ainsi naturellement réduite à la desserte des zones de stationnement et des riverains.

En-dehors du centre-ville, l'espace dédié à la voiture individuelle est là aussi réduit au profit d'un partage plus équitable avec les mobilités actives et les transports en commun. A titre d'exemple, c'est le cas du boulevard Pompidou, par la suppression de deux contre-allées et d'environ la moitié des stationnements présents dans celle-ci, afin d'insérer les voies de tramway et de requalifier l'infrastructure cyclable, sans compromettre le confort des cheminements piétons.

- **Développer l'offre de transports en commun pour répondre aux enjeux de chaque territoire**

Cette orientation vise particulièrement à favoriser le report modal, précisément par l'extension du réseau tramway. Elle vise ainsi à offrir un réseau structurant pour la desserte du centre urbain et à permettre un report modal de la voiture individuelle vers les transports en commun.

- **Faciliter l'intermodalité au cours d'un même déplacement**

L'intermodalité ciblée ici inclut le passage de la voiture individuelle, souvent nécessaire pour les déplacements depuis et vers la périphérie caennaise, vers les transports en commun. Les parkings-relais desservis à terme par l'extension du réseau tramway offriront une possibilité simple et attractive pour les automobilistes en provenance du boulevard périphérique afin de gagner les différents quartiers de Caen en transports en commun.

Cette mesure vise ainsi à contribuer à la réduction de la place de la voiture individuelle en centre-ville.

- **Encourager la réduction de l'usage individuel de la voiture**

Le PADD souligne l'enjeu d'attractivité des transports en commun pour contribuer à la réduction de l'usage individuel de la voiture. L'offre du réseau tramway répond pleinement à cet enjeu grâce notamment à la régularité, à l'accessibilité, au confort propres à ce type de transport.

- **Développer le réseau de parkings-relais et les aires de covoiturage**

Là encore, l'opération Tramway contribue aux orientations du PADD en faveur d'une réduction de l'usage individuel de la voiture en favorisant l'intermodalité vers les transports en commun grâce à la création du parking-relais Chemin Vert, et en renforçant l'attractivité des parkings-relais existants et à venir sur le réseau bus (Palais des Sports et Pompidou).

- **Adapter le nombre de stationnement à l'évolution des pratiques de mobilité**

En développant l'offre de stationnement pour les cycles, l'opération Tramway contribuera à l'adaptation du stationnement ciblée par le PADD, en l'occurrence en faveur du vélo, mode de transport alternatif à la voiture individuelle.

Ainsi, l'opération Tramway s'inscrit donc dans une réflexion plus globale de Caen la mer relative à l'élaboration de son projet d'urbanisme et d'aménagement, d'habitat et de mobilité en particulier concernant la place de la voiture individuelle ou le développement de zones entièrement dédiées aux transports modaux doux et collectifs en centre-ville. Elle contribue d'ailleurs directement à la réponse à apporter aux orientations d'ores-et-déjà définies.

4.3. AMELIORER LA QUALITE DES TRANSPORTS PUBLICS ET FIABILISER L'EXPLOITATION DU RESEAU GLOBAL DE TRAMWAY EN SERVICE EN 2029

Le projet d'extension du tramway constitue un maillon de l'amélioration de la qualité des transports publics au sein de la Communauté urbaine Caen la mer.

Un des objectifs du projet est de permettre aux usagers du réseau de transport public de gagner du temps.

Les usagers des transports collectifs, avec la mise en service de l'extension du tramway, obtiendront :

- Des gains de temps sur leurs déplacements, une connexion plus efficace avec l'ensemble des systèmes de transports collectifs, urbains, départementaux et ferroviaires ;
- Une garantie de meilleure régularité et fiabilité (pas d'embouteillage, réduction des temps d'attente à l'arrêt) que dans le cas d'une utilisation d'un mode routier, collectif ou individuel ;
- Une vitesse et un confort accrus, une amplitude de fonctionnement des transports encore améliorée pour les usagers de l'extension.

Un tramway est attendu toutes les 10 minutes sur chaque branche, toutes les 5 minutes sur le tronc commun de l'extension, et toutes les 2 minutes 30 sur l'avenue du Six Juin (futur tronc commun entre les lignes actuelles et futures).

À la mise en service des nouvelles lignes, en 2029, ce sont 98 000 montées par jour sur l'ensemble du réseau de transport en commun qui sont attendues.

Par ailleurs, afin de fiabiliser l'exploitation du réseau global de tramway, constitué des lignes existantes en service depuis 2019, et des futures lignes qui seront mises en service en 2029, des modifications seront apportées au terminus Nord de la ligne de tramway T1 existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair et au terminus Est de la ligne de tramway T2 existante « Presqu'île » à Caen.

4.4. AMELIORER LE CADRE DE VIE DANS LE CENTRE-VILLE DE CAEN

Le centre-ville de Caen est marqué par la présence de nombreux éléments patrimoniaux, qui lui confèrent un enjeu fort sur les plans paysager et architectural.

Pour s'insérer au mieux dans le paysage urbain et ne pas entraver les vues sur les éléments patrimoniaux du centre-ville, les nouvelles infrastructures de tramway ne seront pas dotées de lignes aériennes de contact (LAC) sur les parties en centre-ville.

Le projet a également pour ambition de valoriser ce patrimoine d'intérêt en supprimant les lignes aériennes de contact qui ont été mises en place au niveau des lignes de tramway existantes, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare ».

Par ailleurs, le projet d'extension du tramway s'accompagnera d'une insertion paysagère adaptée aux secteurs traversés (végétalisation de la plateforme sur une majeure partie du linéaire, plantations multi-strates d'espèces majoritairement locales, reconstitution d'alignements d'arbres, …).

5. LE PROJET ET LA CONCERTATION PUBLIQUE

5.1. UN CHOIX DE CAEN LA MER, LA CONCERTATION CONTINUE VOLONTAIRE

Caen la mer s'est engagée de manière volontaire à mener une concertation préalablement à la présente enquête publique, de manière à échanger de manière régulière avec les acteurs du territoire concerné par le projet d'extension du tramway.

Le champ de la concertation continue relève de l'article L.121-14 du Code de l'environnement. L'enjeu est de garantir le continuum de l'information et de la participation du public entre la fin de la concertation publique réglementaire et l'ouverture de l'enquête publique.

Le chapitre suivant présente les différents moments de concertation qui ont été organisés dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer, depuis la concertation publique réglementaire jusqu'à l'ouverture de la présente enquête publique.

Le garant de la CNDP a établi le premier rapport intermédiaire de la concertation continue en date du 12 mars 2023, ainsi que le bilan final de la concertation continue en date du 10 août 2024. Ces deux documents sont présentés dans le Tome F du présent dossier, Pièce F2.

5.2. LES MOMENTS DE CONCERTATION

5.2.1. La concertation publique réglementaire

5.2.1.1. Le dispositif de concertation mis en place

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a fait l'objet d'**une concertation publique préalable du 30 septembre au 30 novembre 2022** organisée par la Communauté urbaine Caen la mer en tant que maître d'ouvrage.

Cette concertation s'est déroulée sous l'égide de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP). À la suite de la décision prise lors de la séance plénière du 6 avril 2022, la CNDP a fixé les modalités de la concertation et en a confié la réalisation à la Communauté urbaine Caen la mer. Pendant plus de huit semaines, la Communauté urbaine est venue à la rencontre des habitants pour leur présenter le projet, les inviter à participer à la concertation, et recueillir leur avis. C'est ainsi que :

- 8 réunions publiques se sont tenues ;
- 3 réunions supplémentaires ont été dédiées aux entreprises ;
- 2 ateliers thématiques ont été organisés ;
- 3 marches exploratoires ont été proposées au public pour détailler sur site le projet et ses impacts connus alors à ce stade ;
- 5 permanences publiques d'information ont été mises en place afin de répondre en direct au public venu consulter le dossier de concertation ;
- et 19 stands mobiles d'information du public ont été animés dans différents lieux pour inciter le public à participer.

Au total, près de 2 000 personnes ont pu participer à ces différentes rencontres.

En complément, 166 500 dépliants explicatifs avec un coupon pré-affranchi, ont été diffusés auprès des habitants afin de leur permettre d'apporter leur contribution au projet.

Pour compléter ce dispositif, une plateforme de concertation permettant de déposer un avis en ligne, était ouverte pendant toute la durée de la concertation. 6 700 visiteurs ont été dénombrés sur cette plateforme, avec une consultation d'environ 15 000 pages sur le site. Ce sont plus de 1 300 avis qui ont été exprimés par les différents canaux mis à disposition du public.

5.2.1.2. Les enseignements de la concertation publique réglementaire

La Communauté urbaine Caen la mer a fait la synthèse des contributions du public lors de la concertation publique.

- L'opportunité du projet : Une majorité des participants a accueilli favorablement le projet d'extension du tramway, qui tend à apporter une solution de mobilité durable et décarbonée face à la croissance de l'utilisation de la voiture sur le territoire de Caen la mer, et plus généralement face aux problématiques du réchauffement climatique.
- Le choix du mode : L'extension du réseau en tramway est accueillie favorablement par bon nombre de participants. Certains cependant interrogent ce choix au regard de son coût important et de l'impact qu'il pourrait avoir sur la circulation automobile (réduction ou suppression des voies de circulation routière) et du stationnement. D'autres ne voient pas la nécessité d'étendre le réseau de tramway car ils considèrent que l'offre de transports en commun est satisfaisante ; cependant, pour d'autres contributeurs, l'offre de bus gagnerait à être plus performante sur certaines lignes (fréquence des bus, arrêts desservis).
- Le financement du projet : Le coût du projet et la capacité financière de la Communauté urbaine à le porter ont été souvent abordés, dans un contexte où l'inflation et l'augmentation des coûts de l'énergie sont au cœur des préoccupations publiques.

- L'impact environnemental : Plusieurs participants ont exprimé des inquiétudes quant au maintien des alignements d'arbres dans la rue du Chemin Vert, le long de la Prairie sur le boulevard Guillou ou encore au niveau de l'avenue Albert Sorel et du boulevard Pompidou. D'autres ont pu faire part de leurs préoccupations sur les nuisances sonores provoquées par le tramway, ainsi que sur l'usage des batteries.
- L'équipement des rames en batteries : L'installation de batteries embarquées sur les rames du tramway compte tenu du rapport entre le coût de cet investissement et leur durée de vie, a été questionné. Des inquiétudes ont été exprimées sur la fiabilité du système pour le bon fonctionnement du tramway au quotidien.
- L'emplacement des stations : De nombreuses contributions ont porté sur le positionnement des stations proposées et l'implantation de stations supplémentaires afin de bénéficier d'une meilleure desserte de leur quartier, des grands équipements et commerces. Il ressort de la concertation que la majorité des avis a été favorable à l'implantation initiale des stations quel que soit le tracé proposé.
- L'implantation des parkings-relais : Les contributeurs sont unanimes sur la nécessité qu'ils soient implantés à proximité immédiate de stations de tramway. Cette proximité conditionnera, pour une majorité d'entre eux, le changement de pratiques dans leurs déplacements.
- L'organisation du stationnement et la circulation automobile : Sur cette thématique, les principales préoccupations exprimées par le public se sont concentrées sur le centre-ville, et particulièrement sur les secteurs sensibles que sont les rues du Carel, Damozanne, ainsi que Guillaume le Conquérant et Bayeux.
- Le report modal : Une majorité de participants a demandé à la collectivité une attention particulière sur la bonne prise en compte des moyens adaptés pour un bon report modal, (installer des dispositifs de mobilités actives aux abords des stations, veiller à la proximité des parkings-relais au plus près de la ligne de tramway, assurer des aménagements cyclables le long des tracés).
- La réorganisation du réseau de transport public : De nombreux habitants se sont interrogés sur le maintien des lignes de bus dans les secteurs où le tramway serait inséré. D'autres ont demandé à la Communauté urbaine d'apporter attention spécifique à ce sujet afin qu'une parfaite complémentarité soit créée entre les lignes de bus et les lignes de tramway pour favoriser le report modal.
- Le passage du tramway dans le cœur de ville (rue de Bayeux et rue Guillaume le Conquérant) : Nombre de riverains, dont des commerçants et des habitants de ce secteur, ont exprimé leur crainte sur la préservation des bâtiments, sur les nuisances sonores générées par le tramway que ce soit pendant les travaux ou au quotidien, sur les problématiques liées aux livraisons des commerces ainsi qu'à l'accès des riverains, pour circuler et se garer. Le partage de l'espace public entre les différents modes de déplacement (tramway, vélos, piétons, voitures…) fait partie des principaux sujets au cœur des débats.

• Le passage au sein de l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) : Nombre de participants se sont interrogés sur l'impact du passage du tramway dans l'enceinte de cet établissement, au niveau de la sécurisation des lieux pour maintenir la circulation des patients et du personnel soignant.

• Le passage dans la rue du Chemin Vert : Une part des habitants, pour qui les transports en commun sont le seul moyen de mobilité, s'interroge sur la réorganisation du réseau de bus, et notamment de la ligne 1, qui compte parmi les lignes les plus empruntées. Une partie des habitants et des commerçants du quartier du Chemin Vert ont affiché leur opposition ferme sur l'opportunité même du projet d'extension, estimant que la desserte en bus du quartier était suffisante. Dans ce secteur, les inquiétudes des résidents ont également porté sur le maintien des alignements d'arbres et des haies qui longent la rue du Chemin Vert.

La CNDP a également fait le bilan des contributions du public. Les principaux points qui en sont ressortis sont les suivants :

- Une forte proportion des avis émis portait sur les questions posées (tracé, stations, parking) sans désapprouver le projet.
- Des données sur le coût du projet et sur les enquêtes sur les déplacements urbains dans le réseau Twisto sont souhaitées.
- Pour certains, une réelle interrogation sur l'opportunité du projet du fait de son coût et des risques de dérive de celui-ci, de son bilan énergétique au regard de nombre de passagers prévu avec l'expression du ressenti que la décision de réaliser le projet de tramway est prise et ne sera pas remise en cause.
- Mais une forte adhésion au projet dans son principe, souvent assortie de demandes répétées d'extension du réseau vers le quartier de la Folie-Couvrechef, ou vers Colombelles, Mondeville.
- Pour le tracé A, une grande inquiétude des commerçants des rues Guillaume Le Conquérant et Bayeux sur l'impact du projet tant pendant la phase de travaux que pendant l'exploitation.
- Pour le tracé A, des interrogations des habitants du centre-ville sur les conséquences de la fermeture à la circulation des rues Guillaume Le Conquérant et Bayeux : report de la circulation, stationnement.
- Une opposition marquée à la fois de la direction et du personnel de l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) pour les tracés prévoyant de traverser le site de l'établissement qui mettraient en jeu la poursuite de ses

activités, argumentant que la reconfiguration éventuelle du site n'est pas réalisable avant 2029.

- Une très forte sensibilité sur les impacts environnementaux, notamment sur la trame verte, avec une sensibilité exprimée pour le passage par la rue du Chemin Vert et plus généralement sur les risques d'abattage d'arbres.
- Des interrogations sur les parkings-relais, notamment l'absence de parking au terminus Montgomery.

De très nombreux avis ont été donnés sur l'emplacement des stations, leurs noms, leur positionnement par rapport au parking-relais.

Le bilan de la concertation publique de la CNDP et le bilan de la concertation publique du maître d'ouvrage sont présentés dans le Tome F du présent dossier d'enquête publique, Pièce F1.

5.2.2. La concertation continue, avec le public

Suite à la concertation publique préalable qui s'est tenue fin 2022, un processus de concertation continue s'est mis en place, sous l'égide d'un garant de la Commission Nationale du Débat Public (CNDP).

Cette concertation continue a consisté en l'organisation de réunions publiques avec les riverains des quartiers traversés, ainsi qu'en participation aux conseils de quartiers pour concerter sur les choix d'aménagement. De nouvelles rencontres avec les acteurs des quartiers (commerçants, établissements scolaires, entreprises, copropriétés, etc.), débutées à l'été 2023, se sont tenues tout au long des études d'avant-projet.

Durant l'automne 2023, les habitants ont été invités à participer à des temps d'échanges où ont été présentés le projet affiné et les premières hypothèses d'insertion du tramway dans son environnement : positionnement des stations, aménagements cyclables, cheminements piétons, conditions de circulation et de stationnement aux abords de la plateforme du tramway, végétalisation, parkings-relais, etc. Ces réunions ont permis à chacun de partager son avis sur les propositions faites et d'enrichir le projet.

Les comptes-rendus des trois réunions publiques et des cinq conseils de quartiers de l'automne 2023 sont présentés dans le Tome F du présent dossier d'enquête publique, Pièce F2 :

- Compte-rendu de la réunion publique du 24/10/2023 (secteur Beaulieu)
- Compte-rendu de la réunion publique du 25/10/2023 (secteur Chemin Vert)
- Compte-rendu de la réunion publique du 09/11/2023 (secteur Centre)
- Compte-rendu du Conseil de quartier Venoix-Beaulieu du 26/10/2023
- Compte-rendu du Conseil de quartier Saint-Paul / Maladrerie du 10/11/2023
- Compte-rendu du Conseil de quartier Chemin Vert du 14/11/2023
- Compte-rendu du Conseil de quartier Centre-ville du 15/11/2023
- Compte-rendu du Conseil de quartier Haie Vigné du 21/11/2023

Suite à ces échanges avec le public qui ont eu lieu à l'automne 2023, des réunions publiques de restitution, précédées de conseils de quartier, ont eu lieu au printemps 2024, afin de présenter les choix retenus et leur déclinaison dans le projet présenté à l'enquête publique.

Les comptes-rendus des trois réunions publiques et des cinq conseils de quartiers du printemps 2024 sont également présentés dans le Tome F du présent dossier d'enquête publique, Pièce F2 :

- Compte-rendu du Conseil de quartier du Chemin Vert du 27/03/2024
- Compte-rendu du Conseil de quartier de Saint-Paul/ Maladrerie du 29/03/2024
- Compte-rendu du Conseil de quartier Centre-ville du 02/04/2024
- Compte-rendu du Conseil de quartier Hastings - Haie Vigné - du 03/04/2024
- Compte-rendu du Conseil de quartier Venoix-Beaulieu-du 04/04/2024
- Compte-rendu de la réunion publique du 09/04/2024 (secteur Beaulieu)
- Compte-rendu de la réunion publique du 16/04/2024 (secteur Chemin Vert)
- Compte-rendu de la réunion publique du 18/04/2024 (secteur Centre-ville)

5.2.3. La concertation continue, avec les associations (cyclistes, personnes à mobilité réduite)

Lors de la concertation continue, des réunions spécifiques ont été organisées avec les associations locales, en particulier les associations de cyclistes. Ces réunions ont permis de partager les principes à adopter pour la conception (continuité des aménagements cyclables dans les carrefours, revêtements, différenciation altimétrique).

Les comptes-rendus des réunions réalisées avec des associations du secteur sont présentés dans le Tome F du présent dossier d'enquête publique, Pièce F2 :

- Compte-rendu de la réunion Accessibilité du 26/09/2023
- Compte-rendu de la réunion avec les associations de cyclistes du 10/10/2023
- Compte-rendu de la réunion avec l'association des Dérailleurs du 12/12/2023
- Compte-rendu de la réunion avec les associations de cyclistes du 02/04/2024
- Compte-rendu de la réunion avec les associations de cyclistes du 26/05/2025

5.2.4. La concertation continue, avec les institutionnels

Par ailleurs, le dispositif de concertation continue a permis un travail resserré avec les institutionnels concernés par le passage du tramway sur leurs emprises, que sont l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, le Ministère des Armées et la Direction du lycée Malherbe en lien avec la Région Normandie. Ces échanges ont permis de convenir des modalités d'insertion du tramway sur ces différents sites.

Le groupe de travail EPSM

Le parcours inclut une section située sur l'actuel emplacement de l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, reliant la rue du Carel à l'esplanade Chaunu.

La plateforme prévue doit s'insérer entre les bâtiments Père Jamet, Sainte Bernadette et l'Annexe d'une part, et le reste du site d'autre part, dont l'un est destiné à l'accueil des malades avec une capacité de 85 lits (bâtiment Père Jamet).

Dès la fin de la concertation préalable, un groupe de travail a été mis en place sous forme d'un comité de pilotage qui regroupait la Communauté urbaine et ses différents services, la Direction de l'EPSM, le Conseil de surveillance de l'EPSM, la Préfecture, l'Agence Régionale de Santé.

Les parties ont convenu de déplacer les activités actuellement logées dans les bâtiments Père Jamet et l'Annexe vers un ou plusieurs nouveaux bâtiments à construire dans l'emprise de l'EPSM, au Sud du tracé d'extension du tramway en prenant en compte les besoins de l'EPSM.

La Communauté urbaine Caen la mer s'est engagée à accompagner financièrement l'EPSM dans le projet de reconstruction dans le cadre de l'indemnisation des conséquences du passage du tramway au sein du site. Un accord de principe a été établi entre la Communauté urbaine Caen la mer, la Direction de l'EPSM et l'Agence Régionale de Santé, qui a fait l'objet d'un protocole d'accord signé par Caen la mer et l'EPSM le 18 novembre 2024 et d'une convention de financement entre l'EPSM et l'ARS.

Le groupe de travail Ministère des Armées

Le tracé retenu d'extension du tramway de Caen la mer est prévu avec une emprise sur des terrains du Ministère des Armées (Cité de l'air) où ce dernier a un projet de construction de logements.

Les parties ont convenu des principes d'une réorganisation foncière compatible avec le projet de logements du Ministère des Armées et le passage du tramway.

Le groupe de travail Lycée Malherbe

Le tracé d'extension du tramway prévoit une emprise sur le terrain de sport du lycée Malherbe et nécessite un réaménagement des accès au lycée.

Des échanges réguliers ont lieu avec la Région Normandie, la Direction du lycée, la communauté éducative et le Conseil d'administration du lycée pour aboutir à un réaménagement partagé des installations impactées par le passage du tramway.

Ainsi, le projet prévoit des mesures de compensation relatives aux aménagements paysagers, au rétablissement des accès au lycée et à la reconstitution des installations sportives.

Le 29 juin 2023, le Conseil d'administration du lycée a fait part d'un avis favorable sur le projet présenté assorti de préconisations.

Du côté du Conseil régional de Normandie, une délibération en date du 6 novembre 2023 a été prise, décidant :

- de désaffecter de l'enseignement public une emprise foncière estimée à 5 800 m² (sous réserve du document d'arpentage), extraite de la parcelle régionale OC15 sur laquelle sont implantés les bâtiments du lycée Malherbe afin de permettre à la Communauté urbaine de réaliser la future ligne du tramway, ladite collectivité prenant en charge l'intervention du géomètre-expert ;
- d'autoriser le Président à signer tous les actes utiles à la mise en œuvre de cette décision.

En date du 9 février 2024, un arrêté préfectoral de désaffectation a été pris (arrêté n° SGAR 24-009 portant désaffectation d'une emprise foncière de la parcelle OC15 (5 800 m²) lycée Malherbe situé à Caen).

6. LA DESCRIPTION GLOBALE DU PROJET

Le projet global d'extension du tramway de Caen la mer comprend les éléments suivants :

- l'extension des infrastructures tramway depuis le centre-ville de Caen vers l'Ouest, pour desservir d'une part le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest, et d'autre part le quartier de Beaulieu ;
- des aménagements dédiés aux piétons et aux cyclistes ;
- un renouvellement du paysage végétal et arboré le long des axes du futur tramway ;
- la dépose de lignes aériennes de contact (LAC) dans le centre-ville de Caen, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare » ;
- la modification du terminus Nord de la ligne de tramway T1 existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair ;
- la modification du terminus Est de la ligne de tramway T2 existante « Presqu'île » à Caen ;
- l'ajout de deux voies de remisage au sein du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne.

6.1. UNE VISION, LE SCHEMA D'EXPLOITATION FUTURE

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer permet :

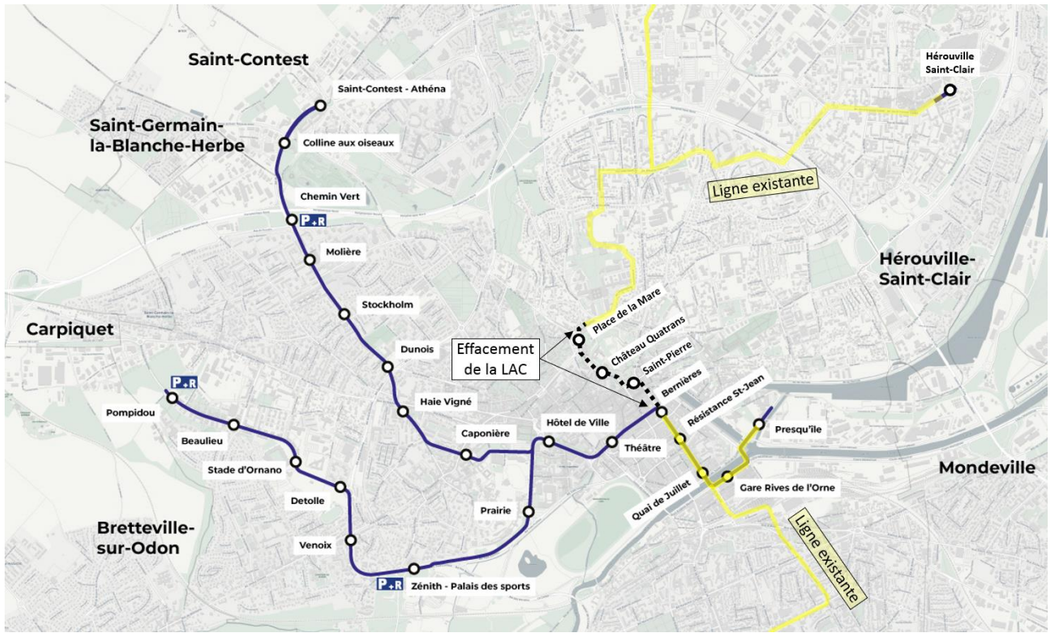
- de favoriser le maillage des dessertes par les transports collectifs, en améliorant et en diversifiant les systèmes de déplacement entre le centre-ville de Caen et l'Ouest de l'agglomération ;
- d'augmenter l'attractivité des déplacements alternatifs à la voiture par une amélioration du confort et des temps de déplacement vers les principaux pôles et équipements de l'agglomération (Zénith, parc des expositions, stade d'Ornano, Théâtre, palais des sports) ;
- d'améliorer la capacité et la robustesse du réseau de transports en commun.

Les composantes du projet relatives à l'exploitation future du réseau de tramway sont constituées de l'extension de l'infrastructure tramway, de la modification du terminus de la ligne existante T1 « Saint-Clair » à Hérouville-Saint-Clair et de la modification du terminus de la ligne existante T2 « Presqu'île » à Caen.

6.1.1. L'extension de l'infrastructure tramway

L'extension du tramway de Caen la mer est composée d'un tronc commun dans le centre-ville de Caen, entre la station existante « Bernières » et la future station « Hôtel de Ville », et de deux branches à l'Ouest :

- La **branche Nord-Ouest desservira le quartier du Chemin Vert** et participera ainsi au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert. Au-delà, cette branche Nord-Ouest **se prolongera jusqu'à Saint-Contest**, au niveau du Parc Athéna, situé au-delà du périphérique ;
- La **branche Ouest, desservira le secteur Beaulieu et les principaux équipements** situés le long du boulevard Yves Guillou (palais des sports, Zénith, parc des expositions, ...) et de l'avenue Albert Sorel (stade nautique, lycée Malherbe).



Le plan des extensions de lignes de tramway de Caen la mer

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer présente les principales caractéristiques suivantes :

- 10,4 km d'infrastructure tramway, dont 1,3 km d'infrastructure existante et 9,1 km d'infrastructure nouvelle ;
- 17 nouvelles stations, positionnées au plus près des pôles générateurs de trafic, et deux stations existantes à modifier ;
- 7 nouveaux ouvrages d'art : franchissement du périphérique de Caen (RN814), pontage du passage souterrain parking Hôtel de Ville, pontage du passage cyclable souterrain Yves Guillou, pontage de la Rigole Alimentaire (canalisation de l'Odon en souterrain), mur de soutènement Quartier Lorge, mur de soutènement rue Damozanne, remblai renforcé au niveau du lycée Malherbe ;
- 5 nouvelles sous-stations et deux sous-stations existantes à renforcer. Les sous-stations électriques sont indispensables au bon fonctionnement du tramway, elles permettent de transformer le courant haute tension alternatif en un courant continu destiné à l'alimentation électrique du tramway.

6.1.2. La modification du terminus de la ligne existante T1 « Saint-Clair » à Hérouville-Saint-Clair

Actuellement, le terminus Nord de la ligne T1 existante à la station « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair est composé d'une seule voie.

Dans une optique globale d'augmentation de la fréquentation du réseau de tramway avec l'arrivée de la future extension, ce terminus va être modifié afin de laisser toute latitude pour augmenter la cadence des tramways et permettre une meilleure exploitation du transport des voyageurs sur la ligne T1.

Cet aménagement consiste en la création d'une seconde voie de tramway au niveau de la station terminus et la pose d'une communication de voie croisée avant la station, afin de faciliter les arrivées et départs des tramways.

6.1.3. La modification du terminus de la ligne existante T2 « Presqu'île » à Caen

Actuellement, le terminus Est de la ligne T2 existante se situe au niveau de la station « Presqu'île » à Caen.

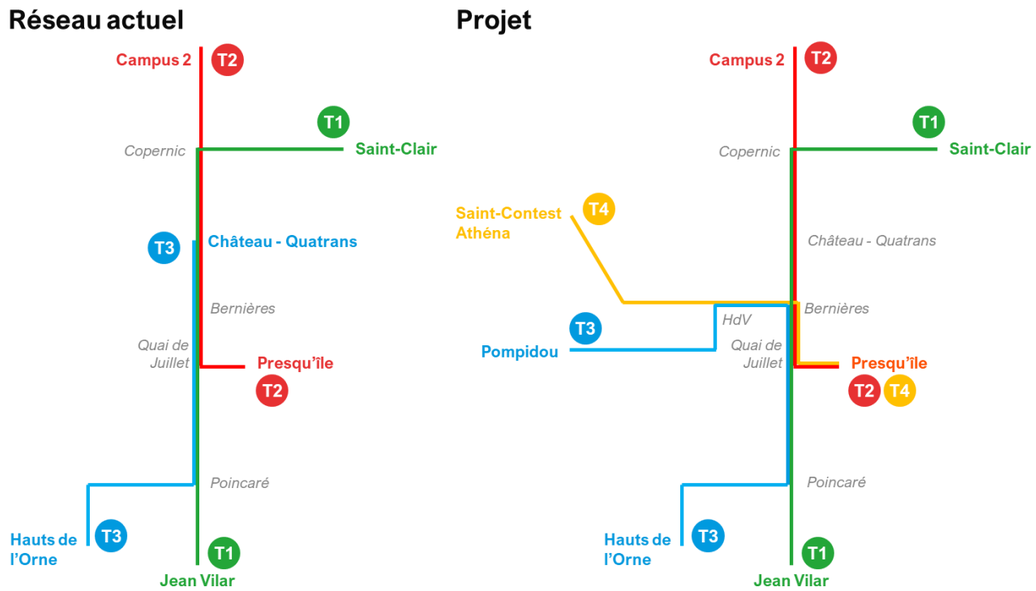
Ce terminus sera modifié et prolongé sur une longueur d'environ 130 mètres avec pose d'une communication de voie croisée et mise en place de deux positions de retournement et de deux positions de remisage des rames. Cette modification du terminus « Presqu'île » permettra d'accueillir une seconde ligne et de fiabiliser l'exploitation.

6.1.4. Le schéma d'exploitation future du tramway à la mise en service en 2029

À l'issue de la livraison de l'extension, le projet prévoit une réorganisation du réseau de tramway avec le prolongement de la ligne T3 à « Pompidou » et la création de la ligne T4 entre « Presqu'île » et « Saint-Contest Athéna ».

Le réseau de tramway sera ainsi composé de quatre lignes :

- T1 : HÉROUVILLE Saint-Clair - IFS Jean Vilar (ligne T1 actuelle) ;
- T2 : CAEN Campus 2 - CAEN Presqu'île (ligne T2 actuelle) ;
- T3 : CAEN Pompidou - FLEURY Hauts de l'Orne (ligne T3 prolongée) ;
- T4 : SAINT-CONTEST Athéna - CAEN Presqu'île (ligne nouvelle).



Réorganisation du réseau de tramway à la mise en service de l'extension

6.2. UNE VISION, LE RENFORCEMENT DE LA TRAME VERTE ET LA VALORISATION PATRIMONIALE DE CAEN

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer permettra de contribuer à l'amélioration du cadre de vie dans les espaces desservis par une requalification paysagère de qualité de la plateforme et de espaces publics empruntés par le tramway.

Le projet s'accompagnera d'une reprise des aménagements urbains de façade à façade sur l'ensemble des rues empruntées par le tramway, sauf exception sur Beaulieu notamment. Les aménagements seront mis en conformité avec les normes et principes d'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite en vigueur.

6.2.1. Le renforcement de la trame verte

Le parti d'aménagement paysager

Le projet végétal associé au projet d'extension de tramway consiste à intégrer sur la ligne la notion de nature continue, et ce, dès que le gabarit de voie le permet, afin d'associer une identité paysagère à des séquences de paysage, d'y inclure plus fortement une saisonnalité et de renforcer une lecture du lieu attachée au territoire traversé.

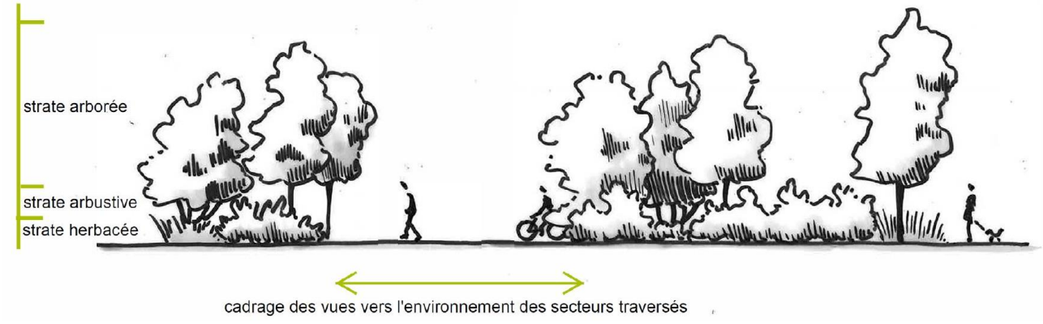
La proximité des masses végétales arborées, des espaces végétalisés, seront des atouts pour rafraîchir les températures des quartiers, et limiter les effets d'accumulation et de réverbération.

D'une manière générale, la végétation à feuillage caduc apporte un ombrage qui protège les constructions des surchauffes d'été, et laissent pénétrer les rayons du soleil en hiver, sources de lumière et de chaleur.

L'insertion verte de la ligne de tramway ouvre un potentiel d'inscription des lieux traversés dans la trame végétale exceptionnelle du territoire. Ce linéaire s'accompagne d'un dialogue entre paysages traversés et infrastructure, matérialisé par divers procédés de végétalisation qui offrent une pluralité de caractères et d'ambiances.

Trois strates végétales seront plantées, de manière à disposer d'espèces diversifiées qui joueront un rôle d'animation urbaine. Elles permettront d'avoir une gestion saisonnière des floraisons avec en premier lieu une alternance d'espaces caducs et persistants, ainsi que des périodes de floraisons apportant différentes ambiances paysagères au fil des saisons.

La strate arbustive sera largement développée en pieds d'arbres, le long du parcours de tramway. Ces arbustes bas ou à développement modéré contribueront, d'une part, au soutien de la biodiversité en ville et notamment de l'avifaune en fournissant de la nourriture hivernale par le biais des baies produites par les arbustes choisis. D'autre part, ils contribueront à une meilleure lecture des parcours et une amélioration de la sécurité des espaces urbains en canalisant et orientant les flux ou en mettant simplement les modes doux à distance de de la circulation automobile.



Les trois strates de plantations dans le cadre du projet

Les arbres tiges et en cépées ont une taille qui varie de 5 à plus de 30 m de haut.

Cette strate est structurante tant dans le paysage urbain par les alignements et les ambiances, tant dans la valorisation de la biodiversité. Les arbres accueillent nombre d'espèces d'animaux et la diversité des essences et des âges améliore les richesses faunistique et floristique.

Lorsqu'ils sont situés à proximité du tramway et des différentes voiries, leur port est remonté pour éviter que les premières charpentières soient un obstacle aux véhicules. Dans les espaces moins contraints, les arbres ont un port libre leur permettant un meilleur développement et une plus grande pérennité.

Les caractères caducs, persistants ou marcescents permettent de varier les ambiances paysagères au fil des saisons, afin d'avoir un espace public avec une dynamique végétale tout le long de l'année.

- **La plateforme du tramway végétalisée**

Le projet prévoit la végétalisation de la plateforme tramway. Dans un souci de renforcement du volet écologique du paysage, des plantes rudérales adaptées au changement climatique et économes en eau seront privilégiées.

Ainsi, de 70 à 80 % du linéaire de la plateforme seront végétalisés. L'enjeu de végétalisation sans arrosage est établi. Des techniques seront mises en œuvre en ce sens, de manière à limiter l'usage de l'eau en période estivale.

L'utilisation d'un mélange de graminées à gazon résistants à la sécheresse et ayant la possibilité de repousser après une période de sécheresse/canicule, est également à l'étude.

6.2.2. La valorisation patrimoniale de Caen

Le centre-ville historique de Caen se caractérise par un bâti construit à l'alignement de l'espace public. Cet espace urbain est très minéralisé avec des revêtements alliant espaces enrobés et matériaux qualitatifs. Sur ce secteur, des arbres d'alignement et des espaces de végétations basse et moyenne sont ponctuellement présents. Certains espaces adjacents ont été requalifiés, à l'instar de la place de la République, récemment réaménagée.

Le projet d'extension du tramway permettra de valoriser le patrimoine urbain et architectural de Caen. Des axes actuellement très circulés bénéficieront d'une nouvelle image du fait de leur requalification. Le centre-ville sera davantage dédié aux modes actifs, ce qui permettra d'apaiser des axes tels que le boulevard Bertrand ou l'avenue Sorel.

Par ailleurs, afin de dégager les perspectives sur l'église Saint-Pierre et le Château de Caen, la ligne aérienne de contact (LAC) sera déposée, sur une longueur d'environ 900 mètres, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare ». En plus de la dépose de la LAC sur la ligne existante, la section de l'extension en hyper centre-ville sera elle aussi dépourvue de LAC pour des enjeux de valorisation du patrimoine.

Globalement, le projet d'extension du tramway de Caen la mer a un parti pris, celui de proposer un projet architectural et paysager dans le site patrimonial remarquable de Caen, et de renouveler le paysage des axes traversés dans une logique éco-paysagère.

6.3. UNE VISION, L'INTERMODALITE ET L'APAISEMENT DU CENTRE-VILLE

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer permettra d'améliorer le maillage et la couverture territoriale du réseau de transport en commun urbain. Ce réseau sera plus maillé et plus attractif avec le développement du tramway associé à la réorganisation du réseau bus.

Le projet prévoit également l'aménagement d'un parking-relais au titre de l'opération (P+R « Chemin Vert »), complété de deux autres parkings-relais réalisés dans le cadre d'opérations connexes (P+R « Pompidou » et P+R « Zénith - Palais des Sports »), qui permettront de proposer des espaces de stationnement (voitures, cycles) en périphérie de la ville de Caen, pour mieux accéder au centre-ville et aux principaux équipements en utilisant la nouvelle infrastructure tramway.

Des points de correspondance privilégiés entre les lignes de bus et de tramway seront proposés, notamment aux stations « Chemin Vert », « Venoix », « Prairie » et « Hôtel de Ville ».

Par ailleurs, le projet d'extension du tramway de Caen la mer permettra d'encourager les mobilités actives, la marche à pied et le vélo, par un maillage du réseau cyclable et un renfort des liaisons interquartiers, par un apaisement des voiries, un élargissement des espaces dédiés aux mobilités actives et une diminution de la circulation routière.

Ainsi, les circulations seront apaisées dans le centre-ville de Caen, permettant de mieux apprécier l'espace public et le patrimoine qui lui est associé.

7. LA DESCRIPTION DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU PROJET

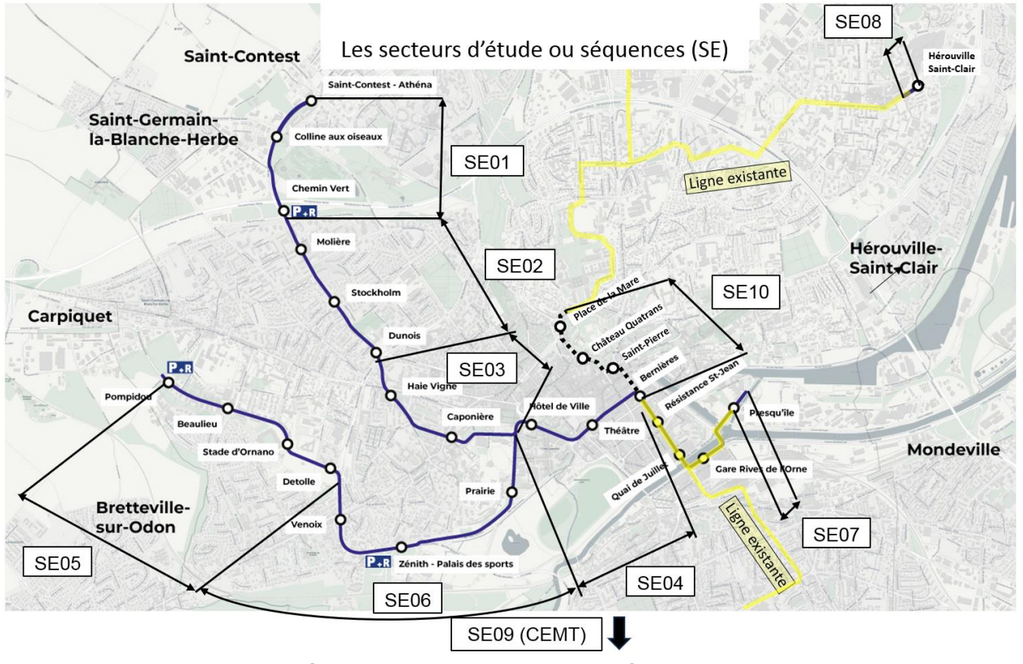
L'atteinte du résultat, présenté au chapitre 6, du futur réseau d'exploitation du tramway, implique notamment :

- La création d'une nouvelle infrastructure dédiée au tramway ;
- La suppression de la ligne aérienne de contact en centre-ville sur l'infrastructure existante ;
- L'adaptation de la flotte de matériel roulant en volume (besoin de rames supplémentaires) et en technologie (équipement de toutes les rames en batteries électriques pour la circulation en centre-ville) ;
- L'adaptation du terminus « Saint-Clair » de la ligne T1 à Hérouville Saint-Clair ;
- L'adaptation du terminus « Presqu'île » de la ligne T2 à Caen ;
- L'adaptation du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne.

7.1. DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS « TRAMWAY » PAR SEQUENCE D'AMENAGEMENT

7.1.1. Découpage en séquences

L'extrait de plan ci-après présente le découpage du linéaire de l'extension de tramway en séquences :



Découpage des extensions en séquences

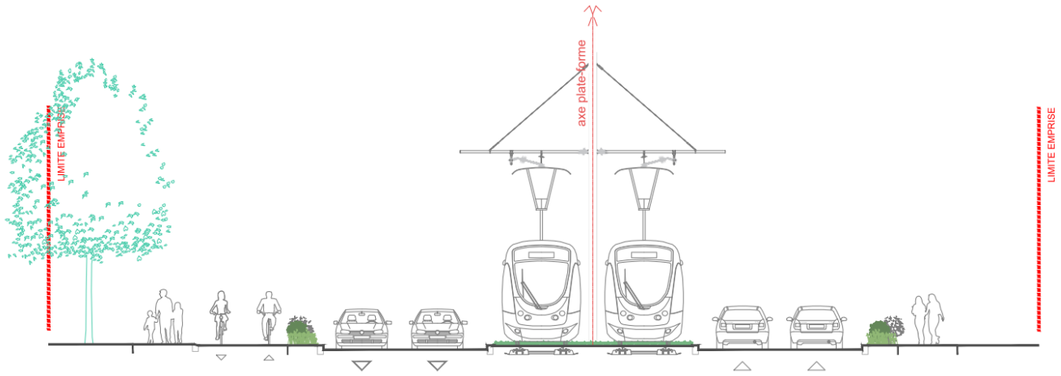
- Séquence 1 – SE01 : extrémité Nord de la branche Nord-Ouest, entre le parc Athéna à Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert à Caen ;
- Séquence 2 – SE02 : au niveau de la rue du Chemin Vert, entre le périphérique au Nord et le boulevard Dunois au Sud ;
- Séquence 3 – SE03 : entre le bas de la rue du Chemin Vert et la rue du Carel ;
- Séquence 4 – SE04 : tronc commun de l'extension du tramway au niveau du centre-ville de Caen ;
- Séquence 5 – SE05 : extrémité Ouest de la branche Ouest, au niveau du boulevard Georges Pompidou, dans le quartier Beaulieu à Caen ;
- Séquence 6 – SE06 : entre le boulevard André Detolle et l'avenue Albert Sorel ;
- Séquence 7 – SE07 : modification du terminus de la ligne T2 « Presqu'île » à Caen ;
- Séquence 8 – SE08 : modification du terminus de la ligne T1 « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair ;
- Séquence 9 – SE09 : extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne ;
- Séquence 10 – SE10 : dépose des Lignes Aériennes de Contact dans le centre-ville de Caen, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare ».

7.1.2. Principe d'insertion urbaine et paysagère par séquence

7.1.2.1. Séquence 1 : extrémité Nord de la branche Nord-Ouest, entre le parc Athéna à Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert à Caen

La séquence 1 correspond à l'extrémité Nord de la branche Nord-Ouest, entre le parc Athéna à Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert à Caen. Elle part du rond-point du Débarquement sur la commune de Saint-Contest, passe par le boulevard du Maréchal Juin et traverse le périphérique (RN814) jusqu'à la station « Chemin Vert » et son P+R.

Le tramway est en insertion centrale sur cette séquence, sauf au droit de l'ouvrage d'art de franchissement du périphérique de Caen et de la station « Chemin Vert » où il passe en latéral côté Est.



Coupe sur le boulevard du Maréchal Juin (insertion centrale du tramway)

Le projet d'extension du tramway prévoit la construction d'un nouvel ouvrage de franchissement du périphérique, destiné au tramway, à la piste cyclable et aux piétons.

À cet endroit, il est en interface avec le projet de reconfiguration des bretelles d'accès au périphérique, porté par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie, côté Nord, qui consiste en une amélioration du fonctionnement de l'échangeur n°7 de la RN814.

Côté Chemin Vert, le projet a substantiellement évolué depuis le projet présenté lors de la concertation publique. Une station supplémentaire a été ajoutée, en lien avec le futur P+R « Chemin Vert » qui va se situer au niveau du parking existant élargi, au niveau de la rue de Champagne, celle-ci étant fermée.

Le carrefour Chemin Vert x Touraine x Bourgogne est reconfiguré suite à la fermeture de la rue de Champagne et à la mise en sortie uniquement à droite de la rue de Bourgogne. Le projet a également intégré la connexion avec le projet de piste bidirectionnelle, prévu dans le cadre de l'opération de renouvellement urbain, au bout de la rue de Touraine.

La station « Chemin Vert » devient un nouveau pôle d'échange multimodal en intégrant la connexion directe avec le P+R, la connexion avec la piste bidirectionnelle du Projet de Renouvellement Urbain, et l'intégration de deux arrêts de bus sur la rue de Touraine au niveau de la station.



Perspective de l'aménagement à terme au niveau du boulevard du Maréchal Juin – vue indicative (source : Trameo)

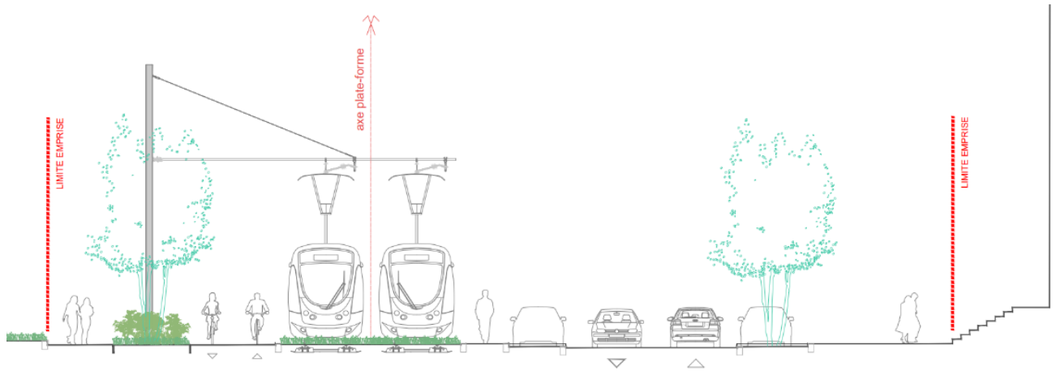
7.1.2.2. Séquence 2 : au niveau de la rue du Chemin Vert, entre le périphérique au Nord et le boulevard Dunois au Sud

La séquence 2 passe par la rue du Chemin Vert depuis le périphérique au Nord jusqu'au boulevard Dunois au Sud.

En haut de la rue du Chemin Vert, le centre commercial Molière constitue une centralité, mais aussi une porte ou une barrière d'accès vers les services et le site Jacquard qui fait l'objet d'un projet de requalification. Le projet propose donc un travail du parvis du centre commercial, ainsi que des abords, qui feront l'objet d'un traitement paysager spécifique. Les alignements d'arbres existants sont conservés et les connexions piétonnes sont prises en compte.

La rue du Chemin Vert est marquée par un dénivelé important, rejoignant un plateau au niveau du croisement avec l'avenue du Président Coty. Le tramway est en insertion latérale côté Est sur toute la séquence, insertion justifiée par la volonté forte d'avoir une connexion directe de la station avec le parvis du centre commercial Molière.

Contraint par la préservation du double alignement d'arbres de part et d'autre, la piste cyclable est réduite à 3 m, et les traversées vers l'Ouest sont aménagées de manière très contrainte. La station « Molière » est située dans l'axe de l'avenue du Président Coty, et a pour vocation d'être une place emblématique dans la requalification du quartier dans le cadre du projet de tramway.



Coupe sur le haut de la rue du Chemin Vert (insertion latérale côté Est du tramway)



Perspective de l'aménagement à terme au niveau de la rue du Chemin Vert, devant le centre commercial Molière – vue indicative (source : Trameo)

En bas de la rue du Chemin Vert, le tissu urbain est très différent de celui du Nord. Le tissu urbain traversé est de type pavillonnaire. Cette séquence longe le parc de Secqueville, deux équipements scolaires et une crèche.



Coupe sur le bas de la rue du Chemin Vert (secteur Secqueville)

Par ailleurs, ce secteur plus vert et moins dense qu'au Nord, fait l'objet d'un projet de requalification générale « Parc de Secqueville », en cours d'étude, mais non intégré au présent dossier. Il s'agit d'un projet connexe, pour lequel les aménagements du tramway constituent une préfiguration. Dans ce secteur, il est prévu l'aménagement d'un trottoir et d'une piste cyclable bidirectionnelle. Ces deux espaces sont séparés par un aménagement paysager alternant espaces de plantations, espaces de repos pour les piétons et perméabilités pour les traversées piétonnes et cycles.

7.1.2.3. Séquence 3 : entre le bas de la rue du Chemin Vert et la rue du Carel

La séquence 3 relie le bas de la rue du Chemin Vert à la rue du Carel.

Elle passe par la rue du Chemin Vert au Nord, la rue d'Authie, la rue Damozanne, la rue du Capitaine Boualam, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) et la rue du Carel au Sud.

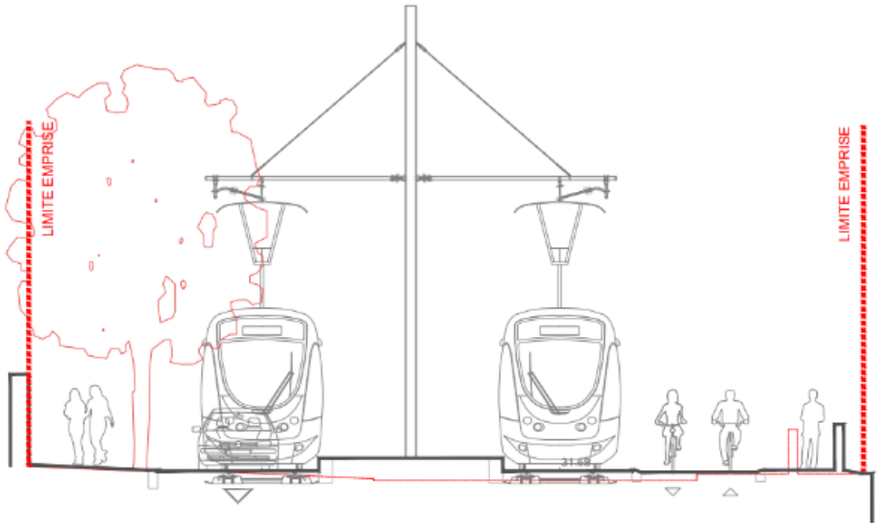
Au niveau de la rue du Chemin Vert, à l'intersection avec le boulevard Dunois, l'insertion du tramway a été travaillée finement pour tenir compte de l'activité du garage automobile Euromaster, ainsi que du Collège Institution Saint-Pierre. La rue du Chemin Vert est conservée à sens unique rentrant (vers Euromaster). Pour des questions de sécurité, la voirie a été positionnée du côté du garage automobile pour limiter les risques de collision sur la plateforme de tramway.

Au niveau de la rue d'Authie, celle-ci est fermée à la circulation et il n'y a plus de double sens entre la rue des Poilus d'Orient et la rue d'Authie. La rue des Poilus d'Orient est mise à sens unique vers la rue d'Hastings. Pour restituer la possibilité de tourner à gauche sur la rue Bayeux depuis la rue d'Authie, le carrefour Dunois x Bayeux est légèrement modifié pour intégrer un tourne-à-gauche. Les aménagements cyclables sont au passage clarifiés et améliorés.

La végétalisation de la plateforme constitue un signal fort pour indiquer aux automobilistes les changements de fonctionnement de la circulation. La plateforme végétalisée n'ayant pas vocation à être carrossable.

Sur la rue Damozanne, l'étroitesse de la rue oblige à prévoir un site mixte. Les véhicules ne pourront circuler que dans un seul sens, le sens Sud-Nord, en continuité avec la partie basse de la rue Damozanne. Un site mixte étant cependant plus large qu'une plateforme en site propre ou une voirie classique d'une part, et une plateforme tramway ayant des contraintes géométriques plus fortes, un certain nombre d'arbres sont impactés. De même au niveau de l'implantation de la station Haie Vigné, son épaisseur impacte tout l'alignement d'arbre existant.

Afin d'avoir l'espace suffisant pour créer une piste cyclable bidirectionnelle sur la rue Damozanne, le mur de soutènement du gymnase est repris. La continuité cyclable sur la rue Damozanne est assurée grâce à une piste cyclable bidirectionnelle latérale Ouest.



Coupe en station Haie Vigné, rue Damozanne



Perspective de l'aménagement à terme au niveau de la rue Damozanne au droit de la rue du Clos Caillet – vue indicative (source : Trameo)

Au niveau du quartier Lorge, le mur d'enceinte en pierre est percé au Nord-Ouest pour le passage du tramway. Il existe une importante différence de niveau entre la rue Damozanne et la rue du Clos Caillet et l'intérieur de l'enceinte (jusqu'à 2 m). Un ouvrage de soutènement est donc nécessaire pour conserver les fonctionnalités au niveau de la rue intérieure de l'armée. Le mur de soutènement est réhaussé d'un mur avec un habillage en pierre de Caen afin de restituer la clôture démolie et de faire une jonction avec la partie conservée du mur, rue du Clos Caillet. La partie du mur restante sur la rue Damozanne est descendue à une cinquantaine de centimètres de haut, de manière à ouvrir ce nouvel espace au regard.

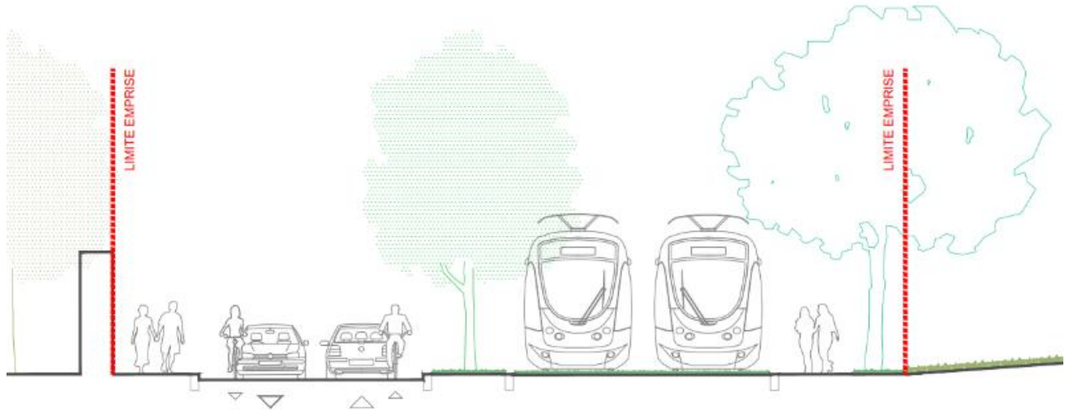
Au niveau de la maison du Général, un parc sera aménagé aux abords du passage de la nouvelle ligne de tramway.

La rue du Capitaine Boualam est étroite, il est donc prévu d'y aménager des voies de tramway entrelacées. Elle sera est à sens unique sortant pour les véhicules vers la rue Caponière.

Entre la station « Caponière » et la rue du Carel, un faisceau est prévu pour faire passer le tramway, les piétons et les cycles. Entre le tramway et le trottoir, un espace permet la plantation d'arbres d'alignement.

La rue du Carel est assez étroite. Le tracé est contraint par le mur d'un côté, et l'alignement d'arbres, voire le bâtiment du centre chorégraphique national d'autre part.

La rue du Carel est laissée à double sens, mais pour permettre la continuité cyclable entre l'Établissement Public de Santé Mentale et l'avenue Sorel, elle est aménagée en « chaucidou ». L'alignement d'arbres devant le conservatoire est conservé, mais supprimé devant le centre chorégraphique national par manque de place.



Coupe rue du Carel



Perspective de l'aménagement à terme au niveau de la rue du Carel – vue indicative (source : Trameo)

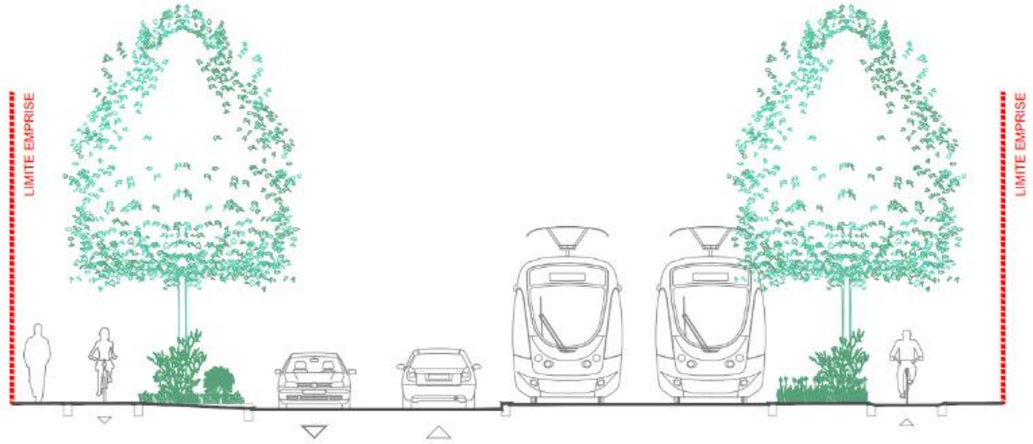
7.1.2.4. Séquence 4 : tronc commun de l'extension du tramway au niveau du centre-ville de Caen

La séquence 4 constitue le tronc commun de l'extension du tramway au niveau du centre-ville de Caen.

Elle passe par la partie Nord de l'avenue Albert Sorel, la place Guillouard, le boulevard Bertrand, la place Gambetta, le boulevard du Maréchal Leclerc et la rue de Bernières.

L'insertion latérale du tramway côté Sud au niveau du boulevard Bertrand et la voirie à double sens côté Nord permettent la conservation des grands platanes et tilleuls, exceptés certains sujets au droit du carrefour avec la rue de l'Hippodrome.

La piste cyclable est globalement bidirectionnelle sauf sur l'avenue Albert Sorel et sur le secteur contraint du Nord du boulevard Bertrand. L'aménagement cyclable est conçu pour se raccorder sur un projet d'aménagement des carrefours Guillouard / Fontette.



Coupe au niveau du boulevard Bertrand



Perspective de l'aménagement à terme au niveau du boulevard Bertrand – vue indicative (source : Trameo)

Sur la section entre la place Gambetta et la rue George Lebret, les bus continuent de circuler sur une voirie dédiée le long du tramway. Entre la rue George Lebret et la rue du Pont Saint Jacques, le boulevard Leclerc est en zone de rencontre, ce qui permet la cohabitation entres les véhicules légers voulant accéder au parking République et les piétons, les cycles. Entre la rue du Pont Saint Jacques et la rue du Général Giraud, la voirie est entièrement en zone piétonne. Aucun véhicule hors livraisons à certaines heures dédiées n'y est donc accepté. Plus à l'Est, sur la rue de Bernières, on revient en zone de rencontre afin de permettre les accès riverains à toute heure de la journée.



Coupe rue de Bernières

Cet aménagement entre dans le cadre de l'extension de la piétonisation du centre-ville de Caen. La piétonisation s'étend également sur 120 m au-delà du tronc commun du tramway, jusqu'au quai Vendeuvre partie intégrante du projet tramway, ainsi que sur une section de 65 m de l'avenue du Six Juin, entre les rues de Bernières et Neuve Saint-Jean.

La zone du triangle ferroviaire Six Juin / Bernières est entièrement en site propre ce qui facilitera l'exploitation des tramways.



Perspective de l'aménagement à terme au niveau de l'intersection entre la rue de Bernières et l'avenue du Six Juin – vue indicative (source : Trameo)

Sur cette section et sur la place Gambetta, place emblématique qui a fait l'objet d'une étude architecturale particulière, les revêtements sont en pavés de pierre naturelle de qualité avec des nuances sur les teintes et le calepinage afin de préciser les différentes fonctionnalités.



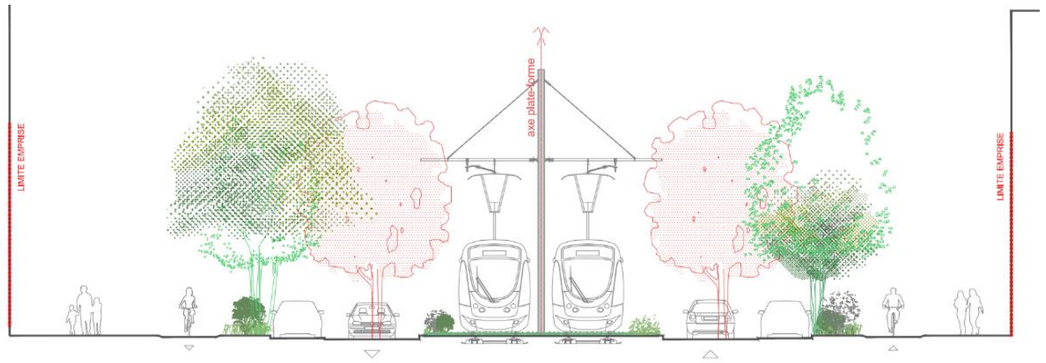
Perspective de l'aménagement à terme au niveau de la place Gambetta – vue indicative (source : Trameo)

Il est à noter que cette séquence est sans lignes aériennes, ce qui contribue à un niveau élevé de qualité des aménagements.

7.1.2.5. Séquence 5 : extrémité Ouest de la branche Ouest, au niveau du boulevard Georges Pompidou, dans le quartier Beaulieu à Caen

La séquence 5 correspond à l'extrémité Ouest de la branche Ouest, au niveau du boulevard Georges Pompidou, dans le quartier de Beaulieu à Caen.

Compte tenu des spécificités du boulevard Pompidou, notamment pour ses nombreux accès parking sur la partie Ouest, et la nécessité de proposer des aménagements cyclables qualitatifs et sécurisés, la solution d'un tramway inséré en axial est apparue comme la plus pertinente.



Coupe au niveau du boulevard Georges Pompidou Ouest (insertion axiale du tramway)

La solution insertion axiale propose en symétrie :

- un trottoir de 3,50 m de large devant les accès parking afin que les véhicules puissent sortir et disposer de bonnes conditions de visibilité ;
- une piste cyclable mono-directionnelle de 2 m de large ;
- un trottoir planté de 2 m de large et une bande de stationnement de 2 m qui s'interrompt pour les accès riverains, ce qui laisse un espace de 4 m pour que les véhicules puissent stationner pour s'insérer dans la circulation dans un sens, ou laisser passer le cycliste dans l'autre ;
- une voirie à sens unique de 3,50 m (à noter que cela permet également d'éviter aux riverains d'être tentés de franchir la ligne blanche pour tourner-à-gauche) ;
- un terre-plein central dans lequel passe le tramway, avec des accotements plantés de végétation de moyenne hauteur pour éviter toute traversée sauvage de la plateforme et garantir une meilleure vitesse commerciale du tramway en toute sécurité.



Perspective de l'aménagement à terme au niveau du boulevard Georges Pompidou – vue indicative (source : Trameo)

Sur la section plus à l'Est, le tramway passe en site latéral Sud, du côté des équipements sportifs, tels que le stade d'Ornano, des terrains d'entrainement et le stade de Venoix permettant la conservation de la contre-allée côté Nord et son stationnement pour les commerces.

La piste cyclable bidirectionnelle longe la plateforme du tramway à une distance de 2 m, permettant de positionner des traversées piétonnes sécurisées. Les alignements d'arbres sont requalifiés sur cette section.

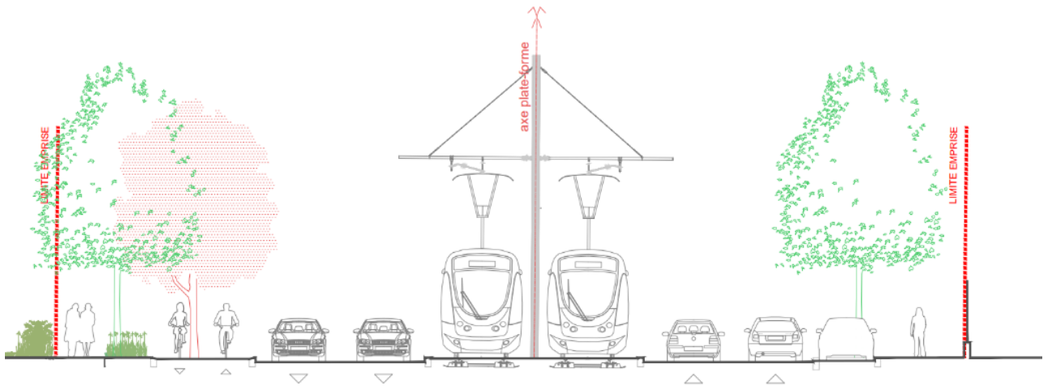


Coupe au niveau du boulevard Georges Pompidou Est (insertion latérale Est du tramway)

7.1.2.6. Séquence 6 : entre le boulevard André Detolle et l'avenue Albert Sorel

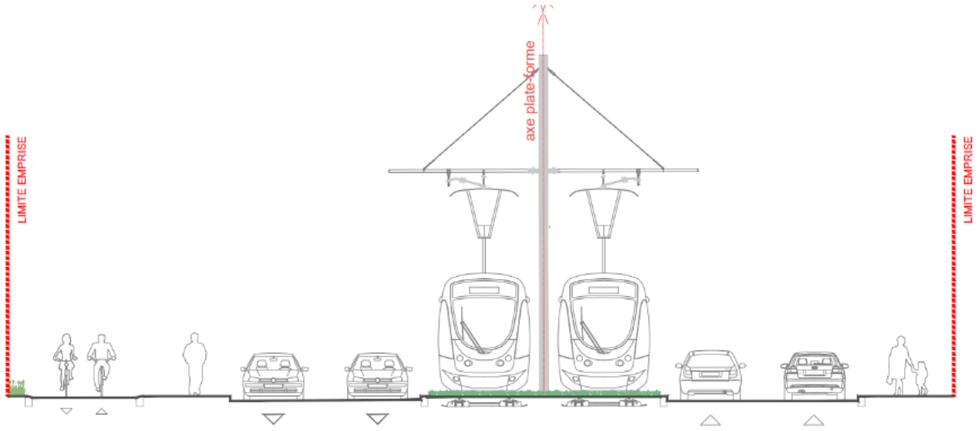
La séquence 6 est relative à la branche Ouest du projet d'extension du tramway. Elle passe par le boulevard André Detolle à l'Ouest, puis le boulevard Yves Guillou, et enfin l'avenue Albert Sorel.

Compte tenu des spécificités de l'avenue Sorel et des boulevards Guillou et Detolle, notamment pour leurs nombreux accès aux parkings et aux équipements et commerces répartis de part et d'autre de la voirie, la solution d'un tramway inséré en axial est apparue comme la plus pertinente. Elle permet de proposer des aménagements cyclables qualitatifs et sécurisés.



Coupe au niveau du boulevard André Detolle (insertion axiale du tramway)

Seule une exception a lieu pour l'insertion de la plateforme au début du boulevard André Detolle où le tramway est inséré en site latéral Ouest afin d'éviter le giratoire Detolle/Pompidou, mais il passe rapidement en central dès le giratoire passé.



Coupe au niveau du boulevard Yves Guillou (insertion axiale du tramway)

Pour les boulevards Guillou et Detolle, l'insertion du projet se fait donc en axial de la manière suivante sur la voirie :

- un trottoir de 2 m de largeur en moyenne et une piste cyclable bidirectionnelle. Ce trottoir est planté dès que possible, dans la continuité des arbres existants conservés ;
- 2x2 voies de circulation réparties de part et d'autre de la plateforme tramway ;
- la plateforme de tramway prend la place du terre-plein existant. La largeur de l'emprise étant assez contrainte, il n'est pas possible d'aménager une surlargeur de plateforme pour insérer des plantations. Néanmoins, la voie du tramway sera végétalisée sur son ensemble, à l'exception des traversées piétonnes et cycles ;
- un second trottoir planté.



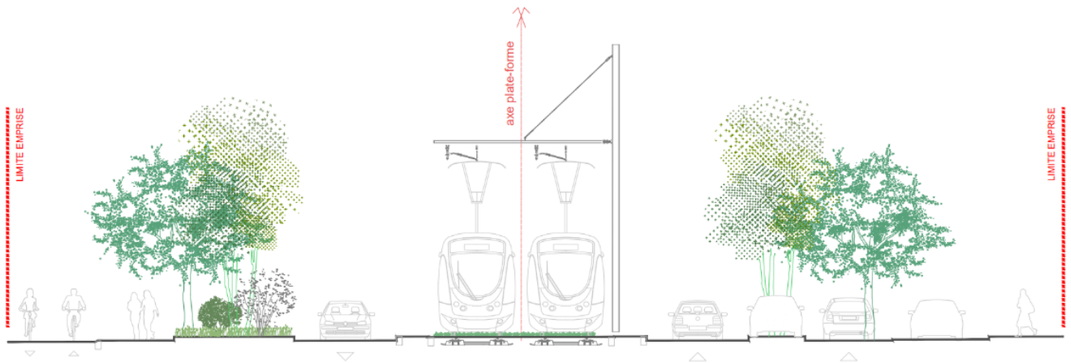
Perspective de l'aménagement à terme au niveau du boulevard Yves Guillou – vue indicative (source : Trameo)

Entre la rue du Blanc et le lycée Malherbe, la plateforme passe en latéral Nord afin de ne pas impacter le carrefour boulevard Guillou / boulevard des Baladas qui est un des carrefours majeurs de la ville de Caen. Cette insertion latérale préfigure également l'insertion devant le lycée Malherbe où le tramway est en site latéral Nord afin de préserver les alignements de platanes existants. À cet endroit, la plateforme du tramway empiète sur l'emprise du lycée sur une largeur de 10 m environ. Des acquisitions foncières sont prévues, ainsi qu'un mur de soutènement de 2,5 m de haut maximum qui permet de maintenir le tramway au niveau du boulevard Yves Guillou.

Sur l'avenue Sorel, l'insertion du tramway essaie au maximum de conserver les alignements d'arbres existants et propose d'Ouest en Est :

- un trottoir pourvu d'une piste cyclable bidirectionnelle de 3 m et d'un espace pour les piétons, dont la largeur varie entre 4 et 5,50 m, permettant de conserver la majorité des arbres existants ;
- une voie de circulation de 3,50 m de large ;
- un terre-plein central dans lequel passe le tramway, avec des accotements plantés de végétation de moyenne hauteur pour éviter toute traversée sauvage de la plateforme et garantir une meilleure vitesse commerciale du tramway en toute sécurité ;

- une seconde voie de circulation de 3,50 m de large ;
- un second trottoir côté Est de 10 m de largeur sur la partie où la contre-allée et les stationnements sont conservés, qui se réduit ensuite à une largeur de 2,80 m au niveau de la future station de tramway (« Prairie »).



Coupe au niveau de l'avenue Albert Sorel (insertion axiale du tramway)

7.1.2.7. Séquence 7 : modification du terminus de la ligne T2 « Presqu'île » à Caen

La séquence 7 concerne le terminus de la ligne T2 existante « Presqu'île » au niveau de l'avenue Victor Hugo.

Une arrière-gare avec deux positions de remisage de rames et deux positions de retournement est réalisée.

Sur cette séquence, les aménagements existants sont conservés et les travaux sont limités à l'aménagement des infrastructures du tramway. La voie est prolongée sur un espace vert existant et sera végétalisée. Les revêtements existants et le nombre de files de circulation existantes sont conservés.

7.1.2.8. Séquence 8 : modification du terminus de la ligne T1 « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair

La séquence 8 concerne le terminus de la ligne T1 existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair au niveau de l'avenue de la Grande Cavée.

La voie en station est doublée et un quai supplémentaire est construit. Sur cette séquence, les aménagements existants sont conservés et les travaux sont limités à l'aménagement des infrastructures du tramway. Les revêtements existants et le nombre de files de circulation existantes sont conservés.

7.2. DESCRIPTION DES ELEMENTS STRUCTURELS DU TRAMWAY

7.2.1. Le type de voies

La fonction première de la voie est d'assurer le guidage et le supportage du matériel roulant, c'est-à-dire d'assurer la continuité mécanique du chemin de roulement qui supporte le matériel roulant, dans des conditions de sécurité maximales, de confort et de durée de vie optimaux.

L'écartement de voie nominal retenu est l'écartement standard de 1 435 mm, identique aux trois lignes existantes.

Afin d'améliorer la vitesse de franchissement ou d'améliorer le confort des usagers dans certaines courbes, les voies pourront être déversées.

Les poses de voie prévues en section courante :

- Pose classique 0dB : sans amortissement particulier ;
- Pose classique -8dB : 1er niveau d'amortissement aux vibrations ;
- Pose classique -16dB : 2ème niveau d'amortissement aux vibrations ;
- Pose dalle flottante -20dB : niveau maximal d'amortissement aux vibrations ;
- Pose sur longrines 0dB : offre 49 cm d'épaisseur de terre végétale, sans amortissement ;
- Pose sur longrine -8dB : offre 49 cm d'épaisseur de terre végétale, avec amortissement.

La pose de voie sur longrines permet d'augmenter le volume de substrat à disposition des végétaux en surface et de diminuer les quantités de béton consommées pour la structure de voie ferrée. Elle est proposée en version 0 amortissement vibratoire et en -8dB.

Les objectifs sont donc multiples : réduire l'émission des gaz à effet de serre, réduire le ruissellement des eaux et la collecte dans le réseau d'eaux pluviales, supprimer les systèmes d'arrosage…

Les poses de voie prévues sur ouvrages d'art :

- Pose classique sur ouvrage (sur ouvrage de franchissement du périphérique, passage Guillou et passage accès au parking Hôtel de ville) ;
- Pose sur selles ancrées et collées (sur l'ouvrage de la rigole alimentaire).

Cette pose de voie est prévue afin de réduire au maximum l'épaisseur de structure au-dessus de l'ouvrage.

La pose de voie prévue dans le dépôt (remisage) :

- Pose sur ballast

La pose sur ballast est identique à celle prévue sur les voies actuelles du dépôt. Elle est encadrée soit par un cheminement de service, soit par un muret en béton.

7.2.2. Le matériel roulant

Afin de garantir la plus complète interopérabilité du matériel roulant entre les voies de tramway actuelles et futures, la totalité du parc de matériel roulant sera équipé de systèmes d'autonomie embarquée. Les rames existantes et nouvelles seront ainsi dotées de batteries en toiture leur permettant de franchir les zones sans lignes aériennes de contact et de procéder à une recharge lente des batteries sur les sections avec lignes aériennes de contact. Ce matériel roulant permet ainsi également d'envisager la dépose de la ligne aérienne de contact (LAC) dans le centre-ville de Caen sur une partie des lignes existantes, afin d'améliorer le cadre de vie et d'assurer un bénéfice patrimonial aux abords du patrimoine historique du cœur de ville.

Dix nouvelles rames seront acquises par Caen la mer. Elles seront identiques aux rames existantes. Ainsi, le parc de matériel roulant comprendra un total de 36 rames (32 rames en exploitation en heures de pointe et 4 rames en réserve au CEMT de Fleury sur Orne).

Les mesures en faveur de l'accessibilité seront reconduites :

- lacune entre le quai et la rame réduite par rapport à la réglementation ;
- bandes de guidage dans les rames ;
- 4 doubles portes accessibles (les portes en extrémité sont doubles, mais non accessibles pour les personnes en fauteuil roulant) ;
- boucle inductive pour l'information voyageurs ;
- annonces sonores et visuelles ;
- voyant de fermeture des portes déporté à 1,6 m de hauteur ;
- valideurs accessibles ;
- bouton poussoir d'ouverture des portes accessible sur les barres de préhension, avec mise en éveil du conducteur.

7.2.3. L'alimentation électrique du tramway

L'alimentation électrique est réalisée par des lignes aériennes de contact sur chacune des branches, entre « Saint-Contest Athéna » et « Caponière » d'une part, et entre « Pompidou » et « Prairie » d'autre part.

Sur le reste de l'extension, en centre-ville de Caen, les rames seront alimentées par des batteries embarquées. Cette disposition sera mise en œuvre sur quatre inter-stations, entre les stations « Bernières », « Théâtre », « Hôtel de Ville », « Prairie » et « Caponière ».

Tout en roulant, les batteries des tramways sont rechargées par la ligne aérienne de contact (LAC), ce qui leur permet de rouler sur les zones de centre-ville non dotées de LAC.

L'énergie électrique des extensions est transmise aux LAC grâce aux cinq nouvelles sous-stations électriques qui sont alimentées par le réseau ENEDIS.

La pose de lignes aériennes de contact (LAC) en lien avec les extensions de tramway (hors centre-ville)

Les extensions de lignes de tramway s'accompagnent de la mise en place de lignes aériennes de contact (hormis entre les stations « Bernières », « Théâtre », « Prairie » et « Caponière »).

Dans les sections avec ligne aérienne de contact, les poteaux centraux entre les deux voies prédominent. Ils permettent un meilleur équilibrage des efforts sur les poteaux. Néanmoins, certaines sections présentent des poteaux latéraux : il s'agit de la rue du Chemin Vert, ainsi que le bas de l'avenue Albert Sorel et à presque tous les carrefours, en raison des règles de sécurité vis-à-vis des obstacles fixes.

La dépose de la ligne aérienne de contact (LAC) en centre-ville

Par ailleurs, compte tenu de l'équipement de toutes les rames de tramway et de l'opportunité que cela représente, un tronçon d'infrastructure existante sera exploité sans LAC. Ainsi, la LAC sera déposée, sur une longueur d'environ 900 mètres, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare », permettant de dégager les perspectives sur l'église Saint-Pierre et le château de Caen.

7.2.4. Les ouvrages d'art

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer intègre la construction ou la modification de sept ouvrages d'art :

- Franchissement du périphérique de Caen (RN814) ;
- Pontage du passage souterrain parking Hôtel de Ville ;
- Pontage du passage cyclable souterrain Yves Guillou ;
- Pontage de la Rigole Alimentaire (canalisation de l'Odon en souterrain) ;
- Mur de soutènement Quartier Lorge ;
- Mur de soutènement rue Damozanne ;
- Remblai renforcé au niveau du lycée Malherbe.

Ces ouvrages sont décrits plus précisément dans la pièce B3 du dossier d'enquête publique.

7.2.5. Les sous-stations

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les sous-stations de transformation sont des bâtiments techniques abritant les installations électriques nécessaires au fonctionnement du tramway. Les nouvelles sous-stations (SST) vont être implantées sur 5 sites. Ceux-ci sont situés à proximité de de la plateforme tramway. La distance maximum entre chaque SST est de 1 900 m. Chaque sous-station a une emprise rectangulaire de 13 m de long et de 7 m de large, et le bâtiment s'élève à une hauteur de 3,7 m. Celui-ci est constitué d'une structure béton recouverte d'un bardage bois vertical en pose claire voie et de couleur naturelle.

Au niveau des sous-stations, l'infiltration des eaux pluviales avant rejet dans le réseau public est privilégiée au travers d'un système de puisard, hors zone non favorable à l'infiltration en particulier en cas de présence de la nappe à faible profondeur.

Le toit est plat et comprend un système d'étanchéité avec rétention des eaux pluviales protégé par des gravillons. Il permet de répondre aux exigences des documents d'urbanisme sur la gestion des eaux de pluie qui doivent être infiltrées à la parcelle.

Les principes sont les suivants :

- Rétention des eaux en toiture avec débit de fuite maîtrisé qui se rejette dans un puisard dimensionné suivant la nature et la perméabilité des sols en place ;
- Le puisard récupère également les drains périphériques extérieurs du bâtiment, ainsi que le siphon de sol intérieur de la sous-station d'eau résiduelle et/ou accidentelle ;
- Un trop-plein du puisard est raccordé au réseau d'eaux pluviales de la ville.

7.3. LE SYSTEME D'EXPLOITATION DU PROJET

La circulation des rames s'effectue sur la voie de droite, dans le sens normal de la marche. La voie peut être empruntée à contre-sens dans certaines zones bien spécifiques (zones de manœuvre).

Les rames empruntant les deux branches d'extension circuleront majoritairement « en site propre » sur une plateforme qui leur est réservée. La plateforme du tramway est toutefois partagée avec la circulation routière dans les sites mixtes suivants :

- Rue Damozanne, entre la rue du Clos Caillet et la rue de Bayeux, uniquement dans le sens montant ;
- Rue du Capitaine Boualam.

Dans les secteurs où la plateforme du tramway n'est pas engazonnée, la plateforme est utilisable par les véhicules de secours et de sécurité. Son franchissement est permis pour les piétons et dans certains secteurs pour les véhicules routiers et les cyclistes.

Le principe général de conduite des rames de tramway est celui de la marche à vue, dans lequel le conducteur est responsable de sa vitesse, qu'il choisit en fonction de l'environnement urbain et de la signalisation. Bien que les vitesses des véhicules puissent atteindre 70 km/h, la vitesse est limitée à 50 km/h en zone urbaine. La vitesse proposée est adaptée, sur chaque tronçon, à la géométrie de la voie et à l'environnement urbain.

Un dispositif de détection par boucles aux carrefours permet d'accorder la priorité au tramway.

Lorsque le tramway circule en « site mixte » en partageant la plateforme avec la circulation automobile, les rames sont alors soumises aux règles de circulation du trafic routier, mais bénéficient d'une priorité améliorée au feu grâce au système de détection à l'approche des carrefours régulés.

Un **Système d'Aide à l'Exploitation (SAE)** permet d'assurer la qualité de service, en effectuant notamment le suivi de la circulation des rames et la régulation de leurs déplacements.

Le **Poste de Commande Centralisé (PCC)** permet de superviser l'exploitation et de donner des consignes aux conducteurs en « mode dégradé ».

Un **Système d'Information Voyageurs (SIV)** permet d'informer les usagers sur les prochains passages et sur les perturbations du réseau au moyen de haut-parleurs et de bornes d'informations voyageurs à LED.

Les stations sont par ailleurs équipées d'abris, d'assises, de corbeilles, d'éclairage et d'une armoire technique. Des distributeurs de titres de transport sont prévus en station, et les valideurs sont embarqués à bord des rames.

7.4. L'EXTENSION DU CENTRE D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE DU TRAMWAY (CEMT) DE FLEURY-SUR-ORNE

Le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne dispose actuellement de 8 voies de remisage offrant 32 places pour un parc de 26 rames à ce jour.

Avec l'arrivée de 10 nouvelles rames pour les besoins du projet d'extension du tramway de Caen la mer, deux nouvelles voies de remisage, offrant huit places de remisage supplémentaires, vont être aménagées au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne, afin de pouvoir assurer le stockage et la maintenance de ces nouvelles rames.

7.5. L'ORGANISATION GENERALE DES DEPLACEMENTS

7.5.1. Le plan de circulation automobile

En milieu urbain, l'insertion d'un projet de transport en commun en site propre implique toujours une réaffectation de l'espace-rue, avec des arbitrages entre les fonctions circulatoires, le paysage et les usages de l'espace public, se traduisant sauf rare exception par :

- une réduction physique de l'espace alloué à la circulation automobile ;
- et/ou une réduction des capacités d'écoulement du trafic automobile liée au fonctionnement des carrefours, qui doivent permettre de prioriser les transports publics (et d'améliorer la sécurité des modes actifs).

Le plan de circulation automobile est donc une couche stratégique du système de mobilité associé au projet, qui doit concilier cette baisse de capacité avec :

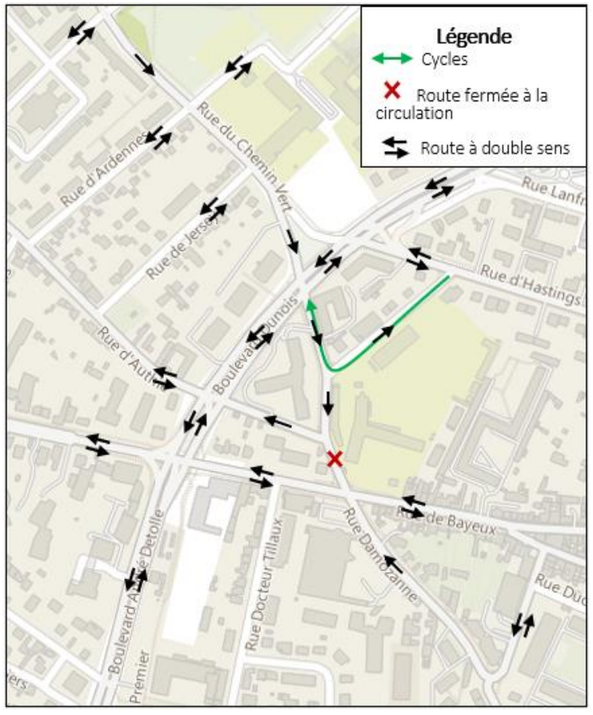
- le maintien de l'accessibilité automobile pour l'ensemble des riverains (a minima accès aux garages) des axes empruntés ;
- le maintien de la lisibilité d'accès aux quartiers dans l'environnement élargi du projet ;
- la maîtrise des risques de reports de trafic vers les rues et des zones sensibles aux nuisances dans l'environnement élargi.

Le projet ne modifie globalement pas le plan de circulation de Caen la mer, en-dehors de quelques secteurs où les itinéraires seront modifiés :

- le secteur rue d'Authie / boulevard Dunois / rue Damozanne / rue de Bayeux ;
- le secteur avenue du Six Juin / rue de Bernières / boulevard du Maréchal Leclerc.

Secteur rue d'Authie / boulevard Dunois / rue Damozanne / rue de Bayeux

Sur ce secteur, le projet de tramway coupe la circulation entre la rue d'Authie et la rue de Bayeux. Par ailleurs, la rue des Poilus d'Orient est mise à sens unique en direction de la rue d'Hastings.



Plan de circulation sur le secteur rue d'Authie / boulevard Dunois / rue Damozanne / rue de Bayeux (source : Trameo)

Les reports de trafic engendrés par cette modification impacteront les carrefours entre le boulevard Detolle, la rue de Bayeux et le boulevard Dunois.

Plus au Sud, la rue Damozanne dans sa partie Nord est mise à sens unique en direction de la rue de Bayeux, avec des impacts faibles sur les trafics.

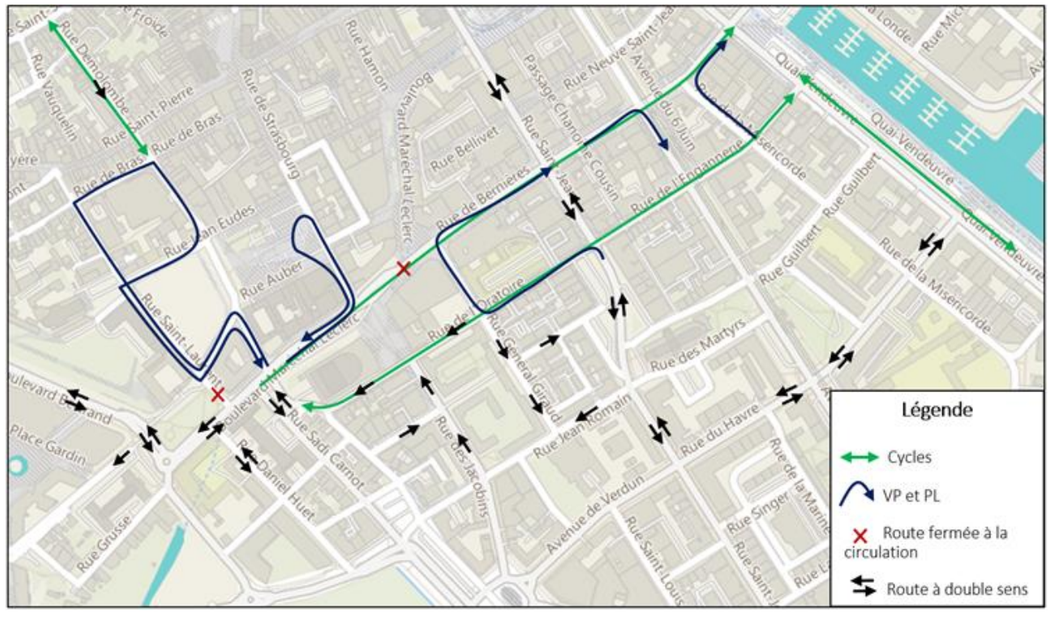
Secteur avenue du Six Juin / rue de Bernières / boulevard du Maréchal Leclerc

L'insertion du tramway sur la rue de Bernières coupe la circulation entre la rue du Pont Saint-Jacques et la rue du Général Giraud.

Le boulevard du Maréchal Leclerc devient un axe de desserte du parking de la place de la République et le transit est rendu impossible. Les volumes de trafics vont donc être considérablement réduits.

De la même façon, la rue de Bernières sera apaisée par la mise en place de zones de rencontre.

Sur la place Gambetta, le débouché de la rue Saint-Laurent est condamné, les trafics, locaux, seront reportés de/vers la rue Georges Lebret.



Plan de circulation sur le secteur avenue du Six Juin / rue de Bernières / boulevard du Maréchal Leclerc

7.5.2. Les aménagements de carrefours et principes de régulation

Les calculs de capacité effectués en tenant compte des phases dédiées au tramway montrent que la majorité des carrefours présentera un fonctionnement satisfaisant et que le dimensionnement permettra d'écouler la demande de trafic projetée à l'horizon 2028.

Les carrefours les plus contraints sont plus particulièrement :

- Le carrefour RD401 / route de Rosel / avenue de l'Amiral Mountbatten ;
- Le carrefour entre le boulevard du Maréchal Juin et la rue de Villons-les-Buissons ;
- Le carrefour entre le boulevard Georges Pompidou, l'avenue Charlemagne et la rue Nicolas Oresme.

Les carrefours suivants présentent des capacités limitées aux heures de pointe du matin ou du soir :

- Le carrefour boulevard Dunois / rue du Chemin Vert ;
- Le carrefour boulevard Dunois / rue de Bayeux ;
- Le carrefour entre le boulevard Yves Guillou et l'avenue Albert Sorel ;
- Le carrefour boulevard Georges Pompidou / rue Claude Chappe ;
- Le carrefour RD405 / boulevard Yves Guillou ;
- Le carrefour rue du Blanc / boulevard Georges Pompidou ;
- Le carrefour quai Amiral Hamelin / rue de la Gare.

Toutefois, ces carrefours, dimensionnés sur les trafics actuels, présentent des capacités limitées aux heures de pointe et peuvent bénéficier d'une réduction du trafic ou d'une part d'évaporation du trafic avec l'arrivée du tramway (report modal et itinéraires alternatifs).

7.5.3. Le réseau modes actifs

Le projet global prévoit la reconfiguration de la voirie pour intégrer des aménagements dédiés aux modes actifs, le long de la totalité de l'infrastructure tramway nouvelle.

La commodité, la lisibilité et la sécurité des traversées de la chaussée et de la plateforme de tramway par les cyclistes et les piétons, y compris les personnes à mobilité réduite, ont été intégrées dans la conception de l'aménagement et du fonctionnement des carrefours.

Sur les voiries empruntées par le tramway, la création d'aménagements cyclables identifiés (bandes cyclables, chaucidou, vélorue, etc.) et de cheminements piétons, sera généralisé (à l'exception de la rue du Chemin Vert -partie Sud- et la rue d'Authie).

Ainsi, des pistes cyclables sont prévues le long de l'axe du tramway mis à part la rue d'Authie et le bas de la rue du Chemin Vert où la largeur de la voie ne permet pas d'aménagement cyclable. Dans ce secteur, les vélos sont déviés par le boulevard Dunois et la rue de Bayeux sur une longueur de 200 m environ.

Toutes les pistes cyclables sont séparées de la circulation et ont une largeur minimale de 1,50 m par sens cyclable, sauf sur la rue du Capitaine Boualam où cette largeur passe ponctuellement à 1 m.

Les futurs aménagements cyclables réalisés le long du tramway seront connectés au réseau cyclable existant.

Les trottoirs auront une largeur minimale de 1,40 m. Cette largeur sera plus importante dans l'ensemble des secteurs où ce sera possible. Sur le boulevard Pompidou, la largeur des trottoirs sera supérieure à 3,50 m, ce qui permettra une déambulation paisible.

Par ailleurs, il peut être noté que chaque nouvelle station de tramway a été étudiée et pensée en termes de perméabilité et de traversée. Aux abords des stations, des équipements seront prévus pour les cycles (arceaux vélos, abris, …).

7.5.4. Le stationnement

Le projet d'extension du tramway s'accompagne, lorsque cela est possible, de la création de places de stationnement le long des voiries empruntées par le tramway.

Néanmoins, toutes les places existantes ne peuvent pas être conservées.

Les places de stationnement sont en grande majorité longitudinales le long des voiries, mais localement des places en épis ou en bataille sont également proposées.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Par ailleurs, le projet d'extension du tramway de Caen la mer prévoit l'aménagement d'un parking-relais à proximité immédiate de la future station « Chemin Vert » (P+R « Chemin Vert ») (branche Nord-Ouest du projet d'extension du tramway).

Ce parking-relais est prévu avec une jauge de 76 places. Les places réservées aux personnes à mobilité réduite sont situées le plus près possible de la station « Chemin Vert ». Les équipements prévus sont : vidéoprotection, contrôle d'accès, affichage du nombre de places disponibles, dispositif de « clôture », bornes de recharge pour voitures électriques, arceaux vélos, stationnement vélo sécurisé de type « vélopark ».

Les places de stationnement seront équipées d'un revêtement perméable de type pavés engazonnés ce qui permettra de réduire le ruissellement de surface. Les arbres existants sont majoritairement conservés et de nouveaux sujets seront plantés pour obtenir un bilan au final d'un arbre pour trois places de stationnement.

L'accès à ce parking-relais est gratuit pour tout utilisateur disposant d'un titre de transport valide sur le réseau Twisto.

Deux autres parkings-relais (P+R « Zénith - Palais des Sports » et P+R « Pompidou ») sont réalisés dans le cadre d'opérations connexes au tramway. Ils ont été ou seront réalisés en amont du projet d'extension du tramway de Caen la mer, pour fonctionner en lien avec le réseau bus existant jusqu'à la mise en service de l'extension.

Le P+R « Zénith - Palais des Sports » a une capacité de 400 places. Ce parking est déjà réalisé dans le cadre de la construction dudit Palais des Sports et correspond au parking souterrain situé sous l'équipement. Il est sécurisé grâce à un système de vidéosurveillance. Ce parking est d'ores-et-déjà desservi par la navette centre-ville et les lignes de bus 6a, 6b, 11 et 32 du réseau Twisto.

Le P+R « Pompidou » a une capacité de stationnement de 357 places de stationnement en bataille, réparties en trois parkings, deux publics et un parking-relais. Positionné à proximité du terminus « Pompidou » de l'extension Ouest (branche Sud) sur un terrain actuellement inoccupé, il permettra de plus d'accompagner l'ouverture du nouveau boulevard des Pépinières, entre le périphérique Sud de Caen et le boulevard Georges Pompidou.

Le parking P+R sous contrôle d'accès dispose d'un total de 268 stationnements, dont 5 réservés aux personnes à mobilité réduite. Les points d'accès et de sortie des véhicules sont situés aux mêmes emplacements et donnent sur la nouvelle voie perpendiculaire au boulevard Georges Pompidou.

Les deux parkings publics gratuits sont quant à eux situés de part et d'autre du parking-relais. Le parking adjacent au boulevard Pompidou offre un total de 41 places, dont 2 stationnements dédiés aux personnes à mobilité réduite. Un abri cycles de 20 places est également proposé, avec des emplacements de recharge de vélo électrique. Les accès se font par la même voie que le parking relais.

A l'Ouest, le deuxième parking public, de taille plus modeste, offre la possibilité à 31 véhicules de se stationner et comprend 2 places réservées aux personnes à mobilité réduite. L'entrée et la sortie sont différenciées et se font par la rue Robert Kaskoreff, qui est parallèle au boulevard Pompidou.

Au total, ce sont 72 places gratuites qui sont mises à disposition des habitants de Caen et des alentours.

Le long des allées de stationnement, des arbres sont plantés pour apporter de l'ombre, notamment en été.

Ces deux parkings-relais, « Zénith - Palais des Sports » et « Pompidou », seront desservis à terme par le tramway.

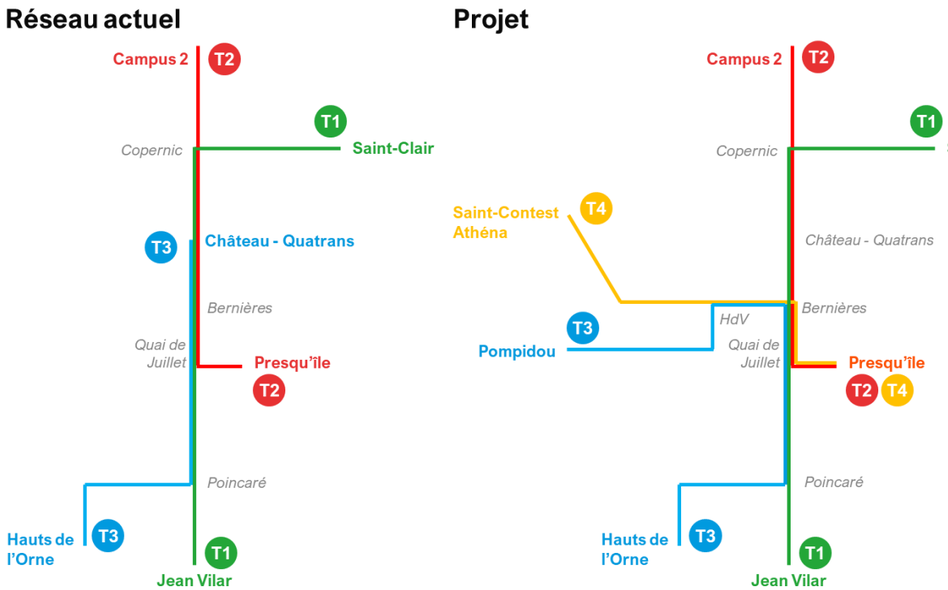
7.6. L'OFFRE DE TRANSPORT ET PRINCIPES DE RABATTEMENT DEPUIS LES AUTRES MODES DE DEPLACEMENTS

7.6.1. L'exploitation commerciale des futures lignes de tramway

À l'issue de la livraison de l'extension, le projet prévoit une réorganisation du réseau de tramway avec le prolongement de la ligne T3 à « Pompidou » et la création de la ligne T4 entre « Presqu'île » et « Saint-Contest Athéna ».

Le réseau de tramway sera ainsi composé de quatre lignes :

- T1 : HÉROUVILLE Saint-Clair - IFS Jean Vilar (ligne T1 actuelle) ;
- T2 : CAEN Campus 2 - CAEN Presqu'île (ligne T2 actuelle) ;
- T3 : CAEN Pompidou - FLEURY Hauts de l'Orne (ligne T3 prolongée) ;
- T4 : SAINT-CONTEST Athéna - CAEN Presqu'île (ligne nouvelle).



Réorganisation du réseau de tramway à la mise en service de l'extension

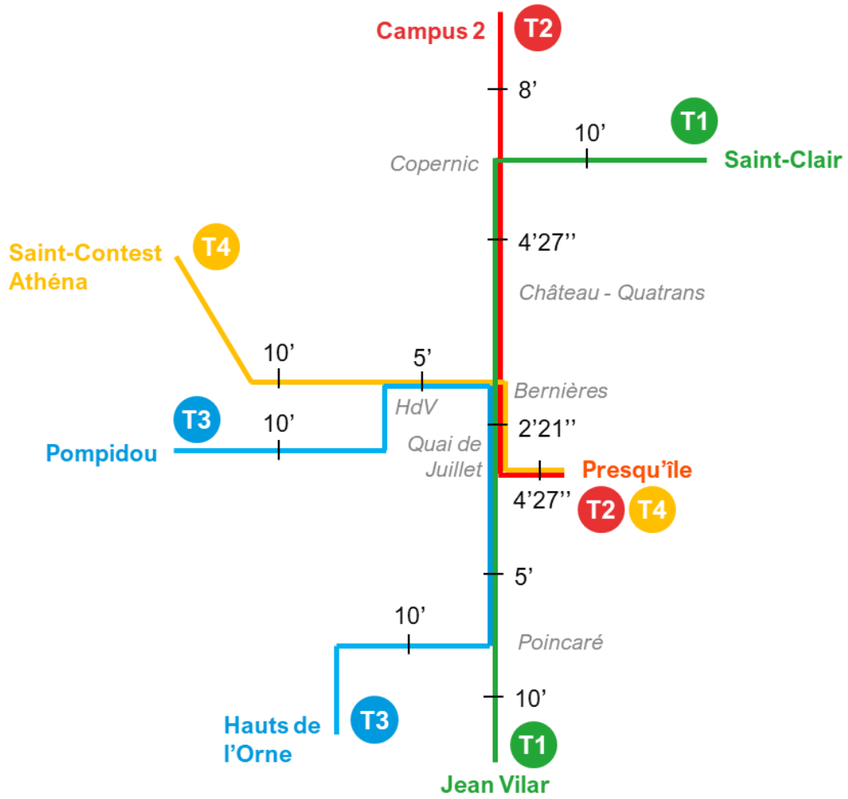
La circulation des rames de tramway sur l'extension sera majoritairement « en site propre » sur une plateforme réservée au tramway. La plateforme du tramway est toutefois partagée avec la circulation routière dans les sites mixtes suivants :

- Rue Damozanne, entre la rue de Bayeux et la rue du Clos Caillet (une voie en site propre, une voie en site mixte) ;
- Rue du Capitaine Boualam (une voie de circulation à sens unique).

La fréquence de passage à l'heure de pointe, le temps de parcours total et la vitesse commerciale de chaque ligne sont estimés comme suit :

Ligne	Fréquence de passage à l'heure de pointe	Temps de parcours total (moyenne des deux sens de circulation)	Vitesse commerciale
T1	10 minutes	40,5 minutes	15,9 km/h
T2	8 minutes	26,5 minutes	14,9 km/h
T3	10 minutes	34,5 minutes	18,1 km/h
T4	10 minutes	23,5 minutes	15,9 km/h

Dix rames supplémentaires seront nécessaires pour assurer ce niveau de service, ce qui portera le parc de matériel roulant à un total de 36 rames (32 rames en exploitation en heures de pointe et 4 rames en réserve au CEMT de Fleury sur Orne).



Réseau de tramway et fréquences de passage moyennes à l'heure de pointe en 2028

7.6.2. L'offre 2028 de transport (réseau futur tramway et bus)

Les principes de restructuration du réseau à horizon 2028 sont guidés par l'extension du tramway avec une nouvelle desserte en deux branches du secteur Ouest en direction de Caen/Pompidou et Saint-Contest/Athéna et la volonté de rompre avec le principe de desserte directe par toutes les lignes du centre-ville de Caen, au profit d'un réseau maillé avec des correspondances facilitées et de nouvelles liaisons possibles.

L'offre de bus sera révisée afin d'être complémentaire avec celle du réseau de tramway.

Le principe de restructuration s'articule autour de quatre types de dessertes hiérarchisées :

- Le tramway : les nouvelles lignes de tramway impliquent une restructuration des lignes existantes passant par le centre-ville, ainsi que celles en doublon des branches du tramway ;
- Les lignes structurantes : il s'agit du réseau armature offrant un maillage de Caen et de la périphérie. Certaines lignes sont diamétralisées et offrent une connexion Nord/Sud ou Est/Ouest en desservant le centre-ville de Caen et/ou la gare ;
- Les lignes urbaines : elles offrent une connexion entre la périphérie et Caen en desservant finement les quartiers, mais en limitant la traversée du centre-ville ;
- Les zones de transport à la demande Twisto Flex : mise en place de zones Flex permettant un rabattement sur des pôles majeurs d'accès au réseau tram/bus et des déplacements intra-zones.

Le développement d'infrastructures nouvelles de tramway est une opportunité pour l'amélioration du réseau de bus associé.

Le réseau sera en effet repensé, notamment le long du tracé, pour adapter l'offre à l'arrivée du tramway. Par exemple, la ligne 1 de bus sera retravaillée pour ne pas doublonner la nouvelle offre tramway sur le quartier du Chemin Vert. Il en va de même sur le secteur de Venoix qui sera en partie desservi par le tramway, avec une station au bout de l'avenue Charlemagne côté Beaulieu, et une station au carrefour de la rue Henry Chéron et du boulevard Guillou.

La nouvelle offre ainsi proposée, sur des secteurs à fortes densités de besoins de déplacements, va permettre de réinventer et redéployer l'offre Bus sur d'autres secteurs à potentiel.

En synthèse, la mise en œuvre de ces deux nouveaux axes en tramway va permettre de nouvelles opportunités d'accès au réseau, augmentant ainsi les possibilités d'origines-destinations d'un point à un autre, grâce à des correspondances optimisées bus / tramway permettant davantage de connexions, avec pour objectifs :

- mieux desservir les quartiers de Caen avec une offre rapide et maillante ;
- réduire la présence des bus dans le centre-ville de Caen ;
- favoriser une circulation moins polluante.

7.6.3. Les estimations de fréquentation

- **Fréquentation prévisionnelle sur le réseau liée aux motifs de déplacements réguliers**

Au cours de la première année pleine d'exploitation (soit l'année 2029 dans le calendrier initial de l'opération), sans la réorganisation du réseau de bus liée au projet tramway, la fréquentation du réseau tramway passe de 50 600 (à ce jour) à 57 200 voyages par jour. La fréquentation de l'ensemble du réseau de transport augmentera de 6%.

L'ajout des nouvelles lignes de tramway vient augmenter la fréquentation du réseau tramway à près de 80 000 voyages par jour, et augmente l'ensemble de la fréquentation du réseau d'environ 15% par rapport à la fréquentation actuelle.

À l'horizon 2040, la fréquentation globale du réseau aura augmenté de 27% par rapport à aujourd'hui, soit près de 89 000 voyages par jour sur les quatre lignes de tramway.

A la journée, la fréquentation des tramways sera la suivante :

Journée ouvrable	2022	Référence 2029 (c'est-à-dire sans la réalisation du projet)	Projet 2029	Projet 2040
T1	26 900	28 400	30 600	32 800
T2	14 600	17 700	18 500	20 700
T3	9 100	11 100	20 800	23 200
T4	-	-	10 100	12 000
Total	**50 600**	**57 200**	**79 200**	**88 800**

La fréquentation de la ligne T4 tient compte d'un lissage de la fréquentation annuelle des équipements événementiels qui jalonnent la ligne (Zénith, stade d'Ornano, palais des sports, parc des expositions).

Le projet permet de gagner +8,5% de montées sur le réseau de transport en commun à la période de pointe du soir en comparaison d'une situation de référence (situation à même horizon où le projet ne serait pas fait) ». L'augmentation de fréquentation est notamment due au report modal.

Aujourd'hui, la fréquentation journalière par kilomètre d'infrastructure pour le réseau tramway est de 3 100 voyages/jour/km. À l'horizon 2029, avec l'ajout des nouvelles extensions, cet indicateur sera sensiblement le même (3 150 voyages/jour/km), et devrait augmenter à près de 3 500 voyages/jour/km à l'horizon 2040.

Le projet génère une augmentation de la fréquentation sur toutes les lignes, et de manière importante sur la ligne T3.

En 2040, le tramway voit sa fréquentation augmenter grâce aux évolutions des opportunités.

Sur les lignes T3 et T4, les stations les plus importantes sont surtout les stations existantes « Bernières », « Théâtre », « Grâce de Dieu », « Rostand Fresnel » et « Pompidou »). Les nouvelles stations « Prairie » et « Colline aux Oiseaux » sont également importantes.

On peut noter que la station « Pompidou » a une bonne dynamique, en lien avec le P+R « Pompidou » et le réseau Flex. Des montées importantes sont également à noter au niveau de la station « Colline aux oiseaux » et de la station « Molière », en lien avec la centralité du quartier et le centre commercial Molière, ainsi qu'au niveau de la station « Haie Vigné » qui dessert le cœur de quartier autour de la rue de Bayeux (établissements scolaires notamment).

- **Fréquentation prévisionnelle liée aux évènements**

A la fréquentation quotidienne liée aux motifs de déplacements réguliers (travail, études, achats, loisirs) s'ajoute la fréquentation liée à l'évènementiel plus occasionnelle qui a été lissée sur l'année.

En effet, le tramway dessert de grands équipements : le stade d'Ornano, le Zénith, le palais des sports et le parc des expositions.

La fréquentation du tramway liée aux événements a été estimée à l'année à partir du nombre d'événements programmés dans ces grands équipements desservis sur l'année 2024, leur capacité et leur affluence.

Ainsi, la fréquentation annuelle liée aux événements est estimée à 510 000 voyages qui sera en majorité affectée à la ligne T3.

	Fréquentation annuelle (un an après la mise en service)
T1	7 795 000
T2	4 710 000
T3	2 563 000
T4	5 300 000
Liée aux évènements	510 000
Total	**20 877 000**

Afin de permettre la desserte efficace des stations « Stade d'Ornano » et « Zénith - Palais des sports » les soirs de spectacles et évènements sportifs, il est prévu de stocker six rames en ligne sur la voie V1 entre les stations « Pompidou » et « Beaulieu » et d'exploiter en voie unique la voie V2 pendant cette période. Ces six rames peuvent être injectées vers le centre-ville par les stations « Stade d'Ornano » et « Zénith - Palais des sports » situées respectivement à 320 m et à 2 100 m de la zone de stockage.

Une desserte spéciale pourra être mise en place pour favoriser l'accès par le tramway à ces équipements lors des évènements et des manifestations. Cette desserte spéciale concernera en particulier les évènements « ponctuels » de type matchs (stade d'Ornano et Palais des sports) ou concerts (Zénith), qui entraineront des pics d'affluence sur le réseau avant et après l'évènement. Pour les manifestations se déroulant sur la journée (parc des expositions), il est supposé que l'affluence soit plus diffuse et que la desserte tramway « normale » sera suffisante.

La desserte évènementielle consistera en une augmentation du nombre de circulations tramway sur la branche Ouest avant et après l'évènement.

Pendant l'évènement, les rames additionnelles seront stockées :

- dans l'arrière-gare du terminus « Presqu'île » (jusqu'à 4 positions) ;
- Sur la voie 1 entre les stations « Pompidou » et « Beaulieu » (jusqu'à 6 positions comme expliqué précédemment).

Dans le cas d'un match au stade d'Ornano, en supposant que 25% des spectateurs se rendront au stade en tramway, environ 5 000 voyageurs seront à transporter avant et après le match. La fréquence nécessaire au départ de la station « Stade d'Ornano » à la fin d'un match est estimée à 3 minutes environ pour un temps total d'évacuation des 5 000 voyageurs en 1 heure.

PARTIE 3. DESCRIPTION DES FACTEURS DE L'ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES PAR LE PROJET

1. DEFINITION ET LOCALISATION DES AIRES D'ETUDE

L'aire d'étude est la zone géographique (proche ou éloignée) susceptible d'être influencée par le projet.

L'analyse des interactions du projet avec son environnement nécessite de choisir une échelle plus large que l'emprise du projet. Il importe en effet d'intégrer les secteurs proches ayant des relations fonctionnelles avec le projet, susceptibles d'influencer ou d'être influencés par le projet, d'en subir des impacts (positifs ou négatifs, directs ou indirects).

Les facteurs de l'environnement seront donc traités à différentes échelles, selon des aires d'études adaptées en fonction des thèmes abordés.

Étant donné que le projet consiste en un projet « global » de refonte de l'exploitation du réseau de transport en commun de l'agglomération de Caen la mer, les aires d'étude proposées dans le cadre de la présente étude d'impact sont discontinues et relatives aux différentes composantes de ce projet.

Trois aires d'étude ont été distinguées : l'aire d'étude élargie, l'aire d'étude rapprochée et l'aire d'étude immédiate.

L'**aire d'étude immédiate** correspond à une bande de 60 mètres de part et d'autre de l'axe du projet d'extension des lignes de tramway, en certains endroits très légèrement étendue afin d'intégrer l'ensemble des emprises projet (ouvrages d'art, parkings-relais raccordement aux aménagements cyclables existants par exemple).

Les inventaires de terrain sur cette aire d'étude sont détaillés, notamment afin de mettre en évidence la présence d'espèces animales ou végétales protégées susceptibles d'être directement affectées par le projet.

Les données des documents d'urbanisme communaux sont par ailleurs analysées à ce niveau d'aire d'étude.

L'**aire d'étude rapprochée** correspond à un fuseau de 500 mètres de part et d'autre de l'axe du projet d'extension des lignes de tramway. Elle intègre également un tampon de 500 mètres autour de la station du terminus Nord de la ligne existante T1 « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair.

Les thématiques étudiées à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée sont :

- la topographie et la géologie ;
- les eaux souterraines et superficielles ;
- les risques naturels ;
- le contexte paysager et le patrimoine ;
- les potentialités écologiques de la section étudiée via l'analyse des données bibliographiques existantes ;
- les infrastructures, l'organisation actuelle des déplacements et les réseaux ;
- la qualité de l'air et l'ambiance acoustique ;
- le contexte socio-économique (population, activités, équipements, commerces et services...).

L'**aire d'étude élargie** éloignée inclut les quartiers de Caen, mais également l'agglomération caennaise. Elle permet de comprendre les fonctionnalités du territoire et les enjeux ou contraintes à une échelle plus large. Certaines thématiques sont traitées à l'échelle de la Communauté urbaine Caen la Mer.

Les thématiques étudiées à l'échelle de l'aire d'étude élargie sont :

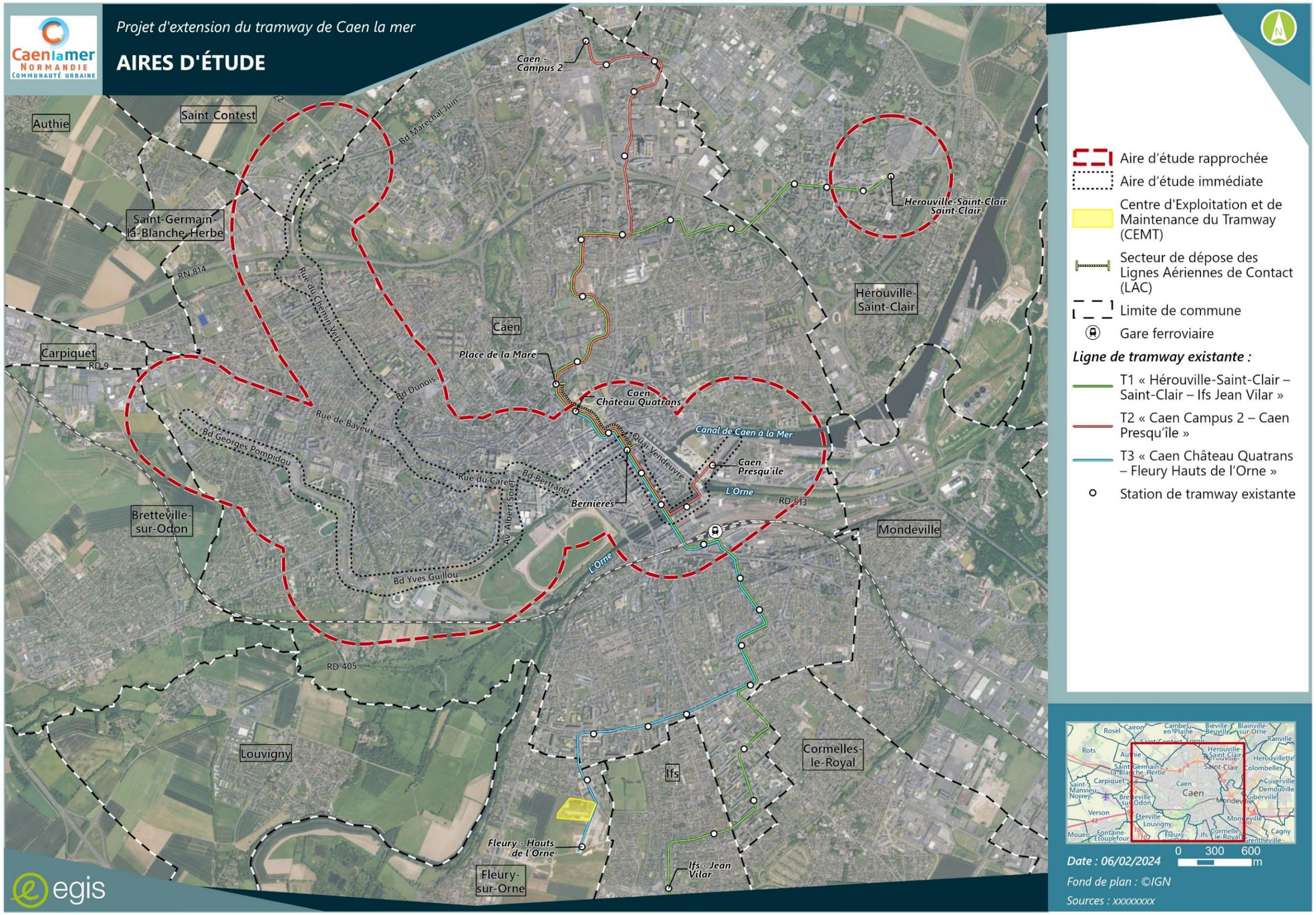
- la climatologie ;
- le fonctionnement écologique local : continuités écologiques, trame verte et bleue, données du schéma régional de cohérence écologique, ...
- les zonages du patrimoine naturel : zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF), zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO), sites Natura 2000 (zones de protection spéciale, zones spéciales de conservation), arrêtés de protection de biotope, réserves naturelles,
- les documents d'urbanisme supra-communaux et les documents de planification.

Il est à noter que le projet d'ajout de 2 voies de remisage au sein du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)

Les différentes thématiques de l'état initial de l'environnement sont décrites en considérant l'une ou l'autre de ces aires d'étude. Le choix de traiter une thématique selon une aire d'étude donnée est systématiquement justifié dans l'étude d'impact.

Les communes concernées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer et par ses opérations annexes sont Caen, Saint-Contest, Hérouville Saint-Clair et Fleury-sur-Orne.

La carte en page suivante illustre les aires d'étude immédiate et rapprochée associées au projet.



Aires d'étude

2. POPULATION ET SANTE HUMAINE

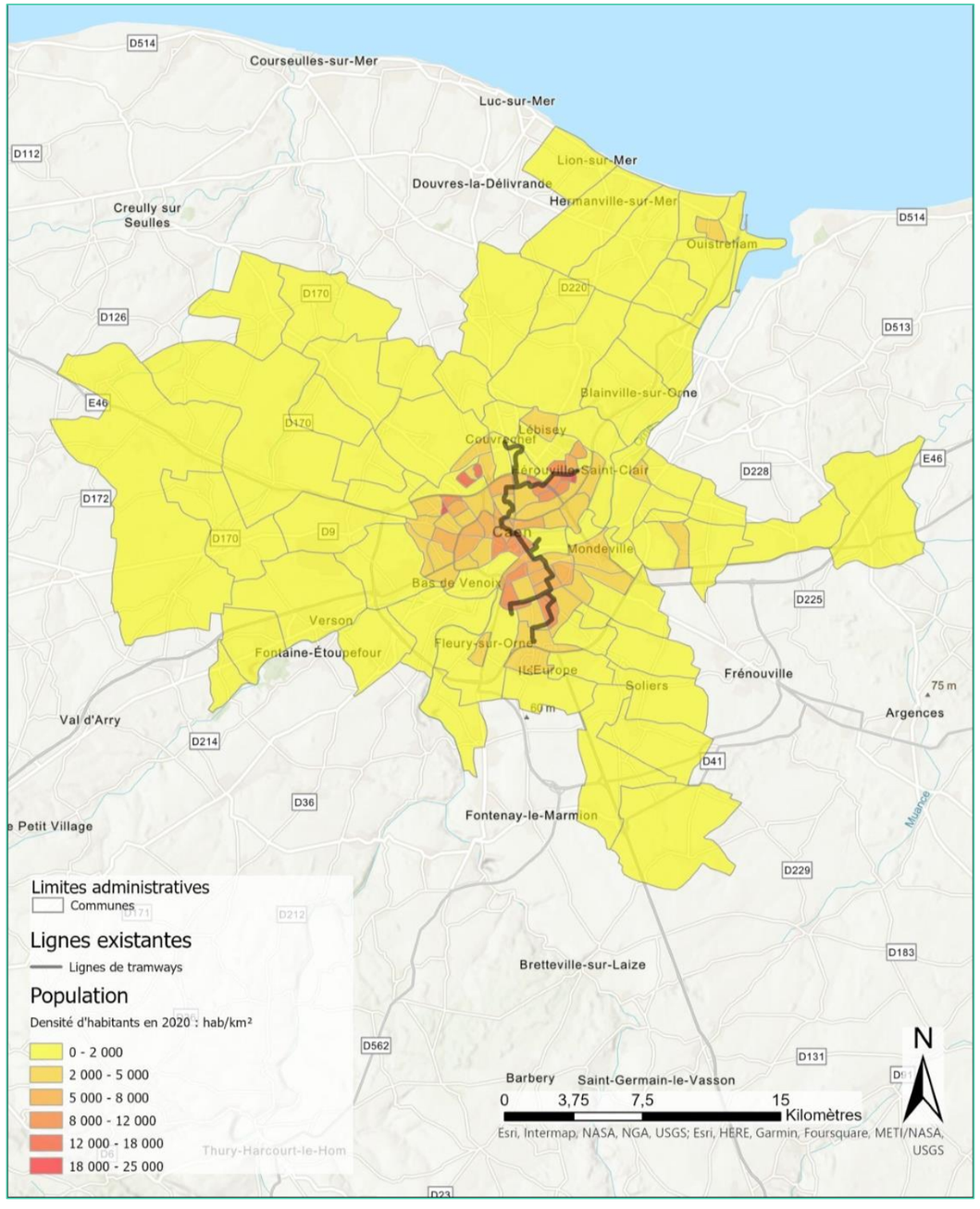
2.1. POPULATION

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude élargie.

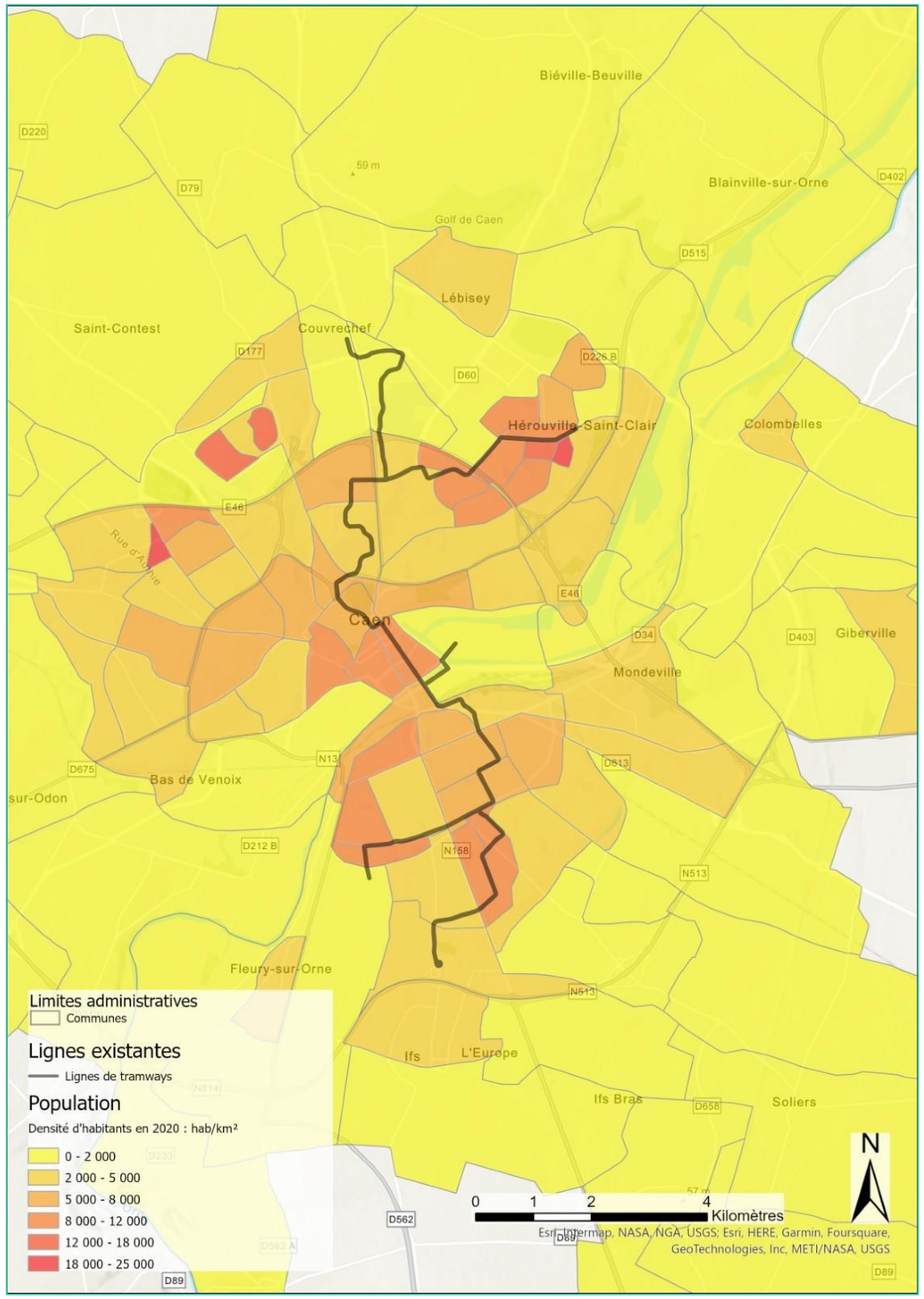
La Communauté urbaine Caen la mer rassemble : 272 256 habitants en 2020 (source : INSEE base Iris 2020).

Dans le détail, nous relevons :

Communes	Nombre d'habitants en 2020
Caen	107 300
Hérouville Saint-Clair	22 200
Ifs	11 900
Mondeville	10 100
Colombelles	7 000
Communes de la première couronne (secteur jaune)	51 200
Communes associées aux pôles (secteur vert)	40 000
Communes des pôles (secteur bleu)	22 700
Total	**272 300**



Carte de la densité d'habitants en 2020 sur le périmètre de Caen la mer (source : Egis d'après données INSEE Iris)



Carte de la densité d'habitants en 2020 aux abords du réseau de tramway (source : Egis d'après données INSEE Iris)

2.2. EMPLOI

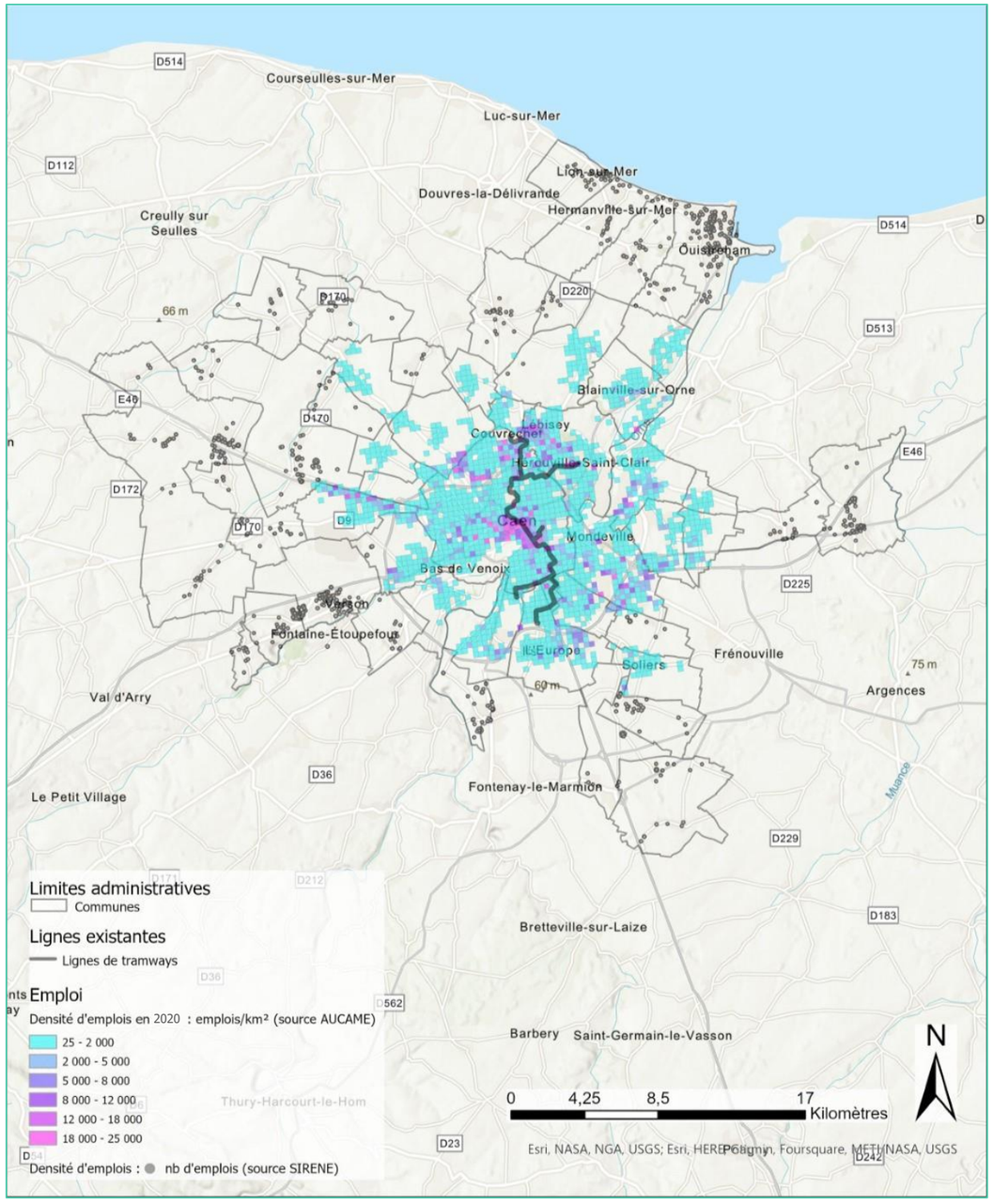
Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude élargie.

La Communauté urbaine Caen la mer rassemble : 160 524 emplois en 2019 (source : AUCAME (Agence d'Urbanisme de Caen la MEr) 2019 complétées sur les secteurs manquants de recherche INSEE base Sirene 2020 avec calcul pour homogénéiser à 2019) :

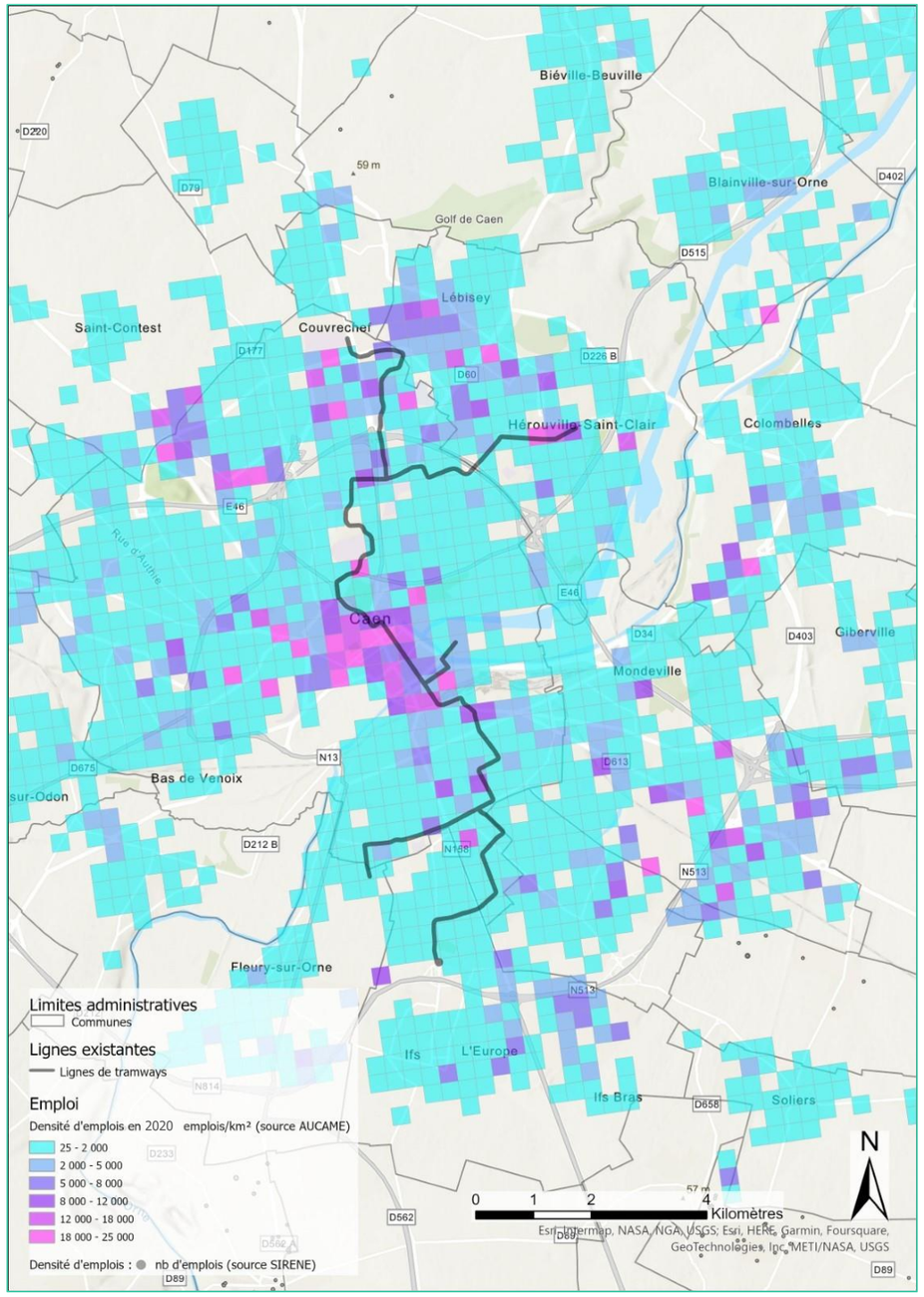
- 146 663 emplois en 2019 (source AUCAME) sur les 23 communes couvertes par cette donnée de l'AUCAME ;
- 13 861 emplois en 2019 (source INSEE base Sirene) sur les 25 communes non couvertes par cette donnée AUCAME.

Dans le détail, nous relevons :

Communes	Nombre d'emplois en 2020	Source
Caen	83 400	AUCAME
Hérouville Saint-Clair	16 700	AUCAME
Ifs	4 700	AUCAME
Mondeville	12 600	AUCAME
Colombelles	5 500	AUCAME
Communes de la première couronne (secteur jaune)	23 000	AUCAME
Communes associées aux pôles (secteur vert)	8 300	AUCAME complété de INSEE Sirene
Communes des pôles (secteur bleu)	8 300	INSEE Sirene
Total	**162 500**	**AUCAME complété de INSEE Sirene**



Carte de la densité d'emplois en 2020 sur le périmètre de Caen la mer (source : Egis d'après données AUCAME et INSEE Sirene)



Carte de la densité d'emplois en 2020 aux abords du réseau de tramway (source : Egis d'après données AUCAME et INSEE Sirene)

2.3. QUALITE DE L'AIR

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

Étant donné que l'étude air et santé s'applique aux secteurs de voiries faisant l'objet d'une modification du trafic, les aires d'étude associées aux modifications de terminus existants et à l'extension du Centre d'Entretien et de Maintenance du Tramway ne sont pas prises en compte pour cette thématique.

Une étude spécifique « air et santé » a été réalisée par le bureau d'études spécialisé Egis Environnement. La méthodologie de réalisation de cette étude est spécifiée au chapitre 4.1 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

L'étude air et santé dans son intégralité est présentée en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

2.3.1. Émissions polluantes

Les données relatives aux émissions polluantes de la région Normandie sont diffusées par ATMO Normandie et permettent de réaliser des inventaires d'émissions à l'échelle régionale, départementale et de la Communauté Urbaine Caen la mer.

Les émissions sont classées par type de source suivant cinq secteurs :

- Industriel ;
- Résidentiel - Tertiaire ;
- Transport ;
- Agriculture ;
- Nature.

2.3.1.1. Émissions polluantes à l'échelle de la région Normandie

Les émissions atmosphériques pour la région Normandie sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Les valeurs de ces émissions pour l'année 2019 (année la plus récente disponible) sont publiées sur le site d'Atmo Normandie1.

Polluants	Unité	Région Normandie
		Emissions
Dioxyde de soufre	t	15 740.45
Particules PM10	t	16 159.41
Particules PM2,5	t	8 553.18
Oxydes d'azote	t	68 731.77
Plomb	kg	3 606.19
Ammoniac	t	73 368.23
Cadmium	kg	144.56
Nickel	kg	10 034.86
Arsenic	kg	208.53
COVNM	t	115 616.94
Benzo(a)pyréne	kg	218.73
Benzène	kg	1 078 328.70
Méthane (GES)	t	199 526.35
Dioxyde de carbone (GES)	t	28 194 530.70
Protoxyde d'azote (GES)	t	12 497.56

Source : Atmo Normandie

Émissions polluantes pour la région Normandie en 2019 (source : ATMO Normandie)

Les émissions pour le cadmium correspondent à l'année 2018. En effet, la valeur disponible pour 2019 est de 1 977,92 tonnes, soit 10 à 12 fois supérieures aux années précédentes. Cette valeur importante traduit ainsi une anomalie ou un évènement dont la cause ne nous est pas connue. Par ailleurs, cette valeur ne traduit pas les émissions régionales habituelles pour ce polluant.

Les émissions polluantes recensées pour la région Normandie sont essentiellement issues :

- Des activités industrielles :

- 99 % des émissions de cadmium ;
- 87 % des émissions de nickel ;
- 84 % des émissions de dioxyde de soufre ;
- 52 % des émissions de dioxyde de carbone ;
- 37 % des émissions d'arsenic ;

[1] Atmo Normandie – Inventaire des émissions – https://www.atmonormandie.fr/dataviz/emissions

- 35 % des émissions de COVNM ;
  - Du résidentiel et du tertiaire :
- 79 % des émissions de benzène ;
- 77 % des émissions de benzo(a)pyrène ;
- 38 % des émissions de PM2,5 ;
- 23 % des émissions d'arsenic ;
- 21 % des émissions de PM10 ;
- 19 % des émissions de dioxyde de carbone ;
- 7 % des émissions de dioxyde de soufre ;
  - Des transports :
- 68 % des émissions de plomb ;
- 50 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- 40 % des émissions d'arsenic ;
- 27 % des émissions de dioxyde de carbone ;
- 26 % des émissions de PM2,5 ;
- 20 % des émissions de PM10 ;
- 9 % des émissions de dioxyde de soufre ;
  - De l'agriculture :
- 97 % des émissions d'ammoniac ;
- 94 % des émissions de méthane ;
- 90 % des émissions de protoxyde d'azote ;
- 43 % des émissions de PM10 ;
- 23 % des émissions de PM2,5 ;
- 20 % des émissions d'oxydes d'azote.

Les oxydes d'azote (NO et NO_2)

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de NOx s'élèvent en 2019 à 68 732 tonnes. Le principal secteur émetteur est le transport routier qui représente 50 % des émissions totales. Celles-ci proviennent principalement de la combustion dans les moteurs essence et diesels (poids lourds diesel, utilitaires et véhicules particuliers).

Depuis 2005, les émissions d'oxydes d'azote sont en diminution de -43 %.

Les particules PM10 et PM2,5

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de PM10 s'élèvent en 2019 à 16 159 tonnes. Le principal secteur émetteur de PM10 est l'agriculture avec 43 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de PM10 ont diminué de -34 %.

Concernant les PM2,5, d'après ATMO Normandie, leurs émissions régionales totales s'élèvent en 2019 à 8 553 tonnes. Le secteur résidentiel et tertiaire est l'émetteur principal et représente 38 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de PM2,5 ont diminué de -45 %.

Le dioxyde de soufre (SO_2)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de dioxyde de soufre s'élèvent en 2019 à 15 740 tonnes. Le secteur émetteur presque exclusif est celui de l'industrie avec 84 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de dioxyde de soufre ont diminué de -79 %.

Les métaux lourds

Les métaux dont les émissions sont recensées sont le plomb, le cadmium, le nickel et l'arsenic.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de plomb s'élèvent en 2019 à 3 606 kg. Le secteur émetteur principal est le transport avec 68 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de plomb ont diminué de -31 %. Toutefois, ces émissions ont été constantes de 2005 à 2010, puis ont diminué brutalement en 2012, pour être à nouveau constantes depuis cette date.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de cadmium s'élèvent en 2019 à 1 978 kg. Le secteur émetteur principal est l'industrie avec 99 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de cadmium ont été relativement stable jusqu'en 2018. En 2019, les émissions ont augmenté considérablement (+ 1 268 %) sans qu'ATMO Normandie ne précise l'origine de ce phénomène. Il a donc été préféré de retenir 2018 comme dernière année représentative en termes d'émissions de cadmium.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de nickel s'élèvent en 2019 à 10 035 kg. Le secteur émetteur principal est l'industrie avec 87 % des émissions totales.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales d'arsenic s'élèvent en 2019 à 209 kg. Les secteurs émetteurs principaux sont le transport et l'industrie avec respectivement 40 % et 37 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions d'arsenic ont diminué de -56 %. Toutefois, ces émissions ont augmenté jusqu'en 2010 avant de diminuer fortement jusqu'en 2014, puis plus légèrement depuis.

- **Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

Le benzo(a)pyrène est le polluant représentatif de la famille des HAP.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de benzo(a)pyrène s'élèvent en 2019 à 219 kg. Le principal émetteur est le secteur résidentiel et tertiaire et représente 77 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de benzo(a)pyrène ont diminué de -34 %.

- **Le benzène (C_6H_6)**

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de benzène s'élèvent en 2019 à 1 078 tonnes. Le principal émetteur est le secteur résidentiel et tertiaire et représente 79 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de benzène ont diminué de -61 %.

- **Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)**

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de COVNM s'élèvent en 2019 à 115 617 tonnes. Les principaux émetteurs sont le secteur Nature et l'industrie avec respectivement 40 % et 35 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de COVNM ont diminué de -21 %, avec toutefois une hausse depuis 2014.

- **L'ammoniac (NH_3)**

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales d'ammoniac s'élèvent en 2019 à 73 368 tonnes. Le principal émetteur est le secteur agricole avec 97 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions d'ammoniac sont globalement constantes.

- **Les Gaz à Effet de Serre (GES)**

Les Gaz à Effet de Serre présentés dans cette partie sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N2O).

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de dioxyde de carbone s'élèvent en 2019 à 28 194 531 tonnes. Le principal émetteur est le secteur industriel avec 52 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de dioxyde de carbone ont diminué de -21 %.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de méthane s'élèvent en 2019 à 199 526 tonnes. Le principal émetteur est le secteur agricole avec 94 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de méthane ont diminué de -9 %.

D'après ATMO Normandie, les émissions régionales totales de protoxyde d'azote s'élèvent en 2019 à 12 498 tonnes. Le principal émetteur est le secteur agricole avec 90 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de protoxyde d'azote ont diminué de -25 %.

- **L'ozone (O_3)**

Polluant secondaire, l'ozone ayant un impact négatif sur l'environnement et la qualité de l'air, à l'échelle de la troposphère, résulte d'une réaction photochimique (sous l'effet des rayons solaires) de certains polluants primaires automobiles et industriels (NOx et COV) dans l'atmosphère. La pollution à l'ozone intervient donc essentiellement en période estivale.

L'ozone n'étant pas directement émis dans l'atmosphère, il n'y a pas d'inventaire d'émission pour ce polluant.

2.3.1.2. Émissions polluantes à l'échelle de la Communauté urbaine Caen la mer

Les émissions atmosphériques au niveau de la Communauté urbaine de Caen la mer sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Les émissions de la Communauté Urbaine Caen la mer correspondent à :

- Moins de 10 % des émissions départementales pour l'ammoniac, le méthane et le protoxyde d'azote ;
- 14 % à 19 % des émissions départementales pour le dioxyde de soufre et les COVNM ;
- 20 % à 29 % des émissions départementales pour les particules PM10 et PM2,5, les oxydes d'azote, l'arsenic, le benzène et le benzo(a)pyrène ;
- 41 % à 43 % pour le plomb, le cadmium et le nickel.

À titre de comparaison, la Communauté Urbaine Caen la mer compte environ 30 % de la population normande sur environ 3 % du territoire du département du Calvados.

Polluants	Unité	Communauté Urbaine de Caen la mer	
		Tonnes	% du département
Dioxyde de soufre	t	90.82	14%
Particules PM10	t	607.12	20%
Particules PM2,5	t	357.83	23%
Oxydes d'azote	t	2 602.54	25%
Plomb	kg	265.31	41%
Ammoniac	t	500.94	4%
Cadmium	kg	2.03	43%
Nickel	kg	54.44	43%
Arsenic	kg	9.00	27%
COVNM	t	2 839.20	19%
Benzo(a)pyréne	kg	9.72	25%
Benzène	kg	41 419.88	24%
Méthane (GES)	t	899.91	3%
Dioxyde de carbone (GES)	t	1 071 695.75	29%
Protoxyde d'azote (GES)	t	155.63	8%

Émissions polluantes pour la Communauté urbaine Caen la mer en 2019 (source : ATMO Normandie)

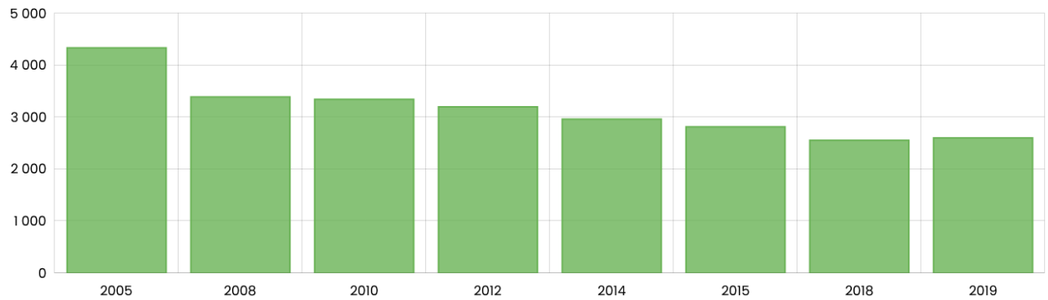
L'origine des émissions de certains polluants diffère dans la Communauté urbaine Caen la mer en comparaison des émissions départementales :

- Les émissions de dioxyde de soufre sont réparties différemment dans la Communauté urbaine Caen la mer que dans le département du Calvados avec une proportion nettement plus faible de l'industrie et a contrario une proportion nettement plus forte du secteur transport ;
- Les émissions de PM10 d'origine agricole sont plus faibles que dans le département mettant en évidence le caractère fortement urbanisé de la Communauté urbaine Caen la mer ;
- Les émissions d'oxydes d'azote liées au transport sont plus élevées et celles d'origine agricole sont plus faibles que dans le département mettant en évidence le caractère fortement urbanisé de la Communauté urbaine Caen la mer ;
- Les émissions de nickel sont majoritairement liées au transport et non pas réparties principalement entre industrie et transport comme dans le département ;
- Les émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) sont majoritairement d'origine industrielle dans la Communauté urbaine Caen la mer.

Les oxydes d'azote

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de NOx dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 2 603 tonnes. Le principal secteur émetteur est le transport routier qui représente 78 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions d'oxydes d'azote sont en diminution de -40 %.



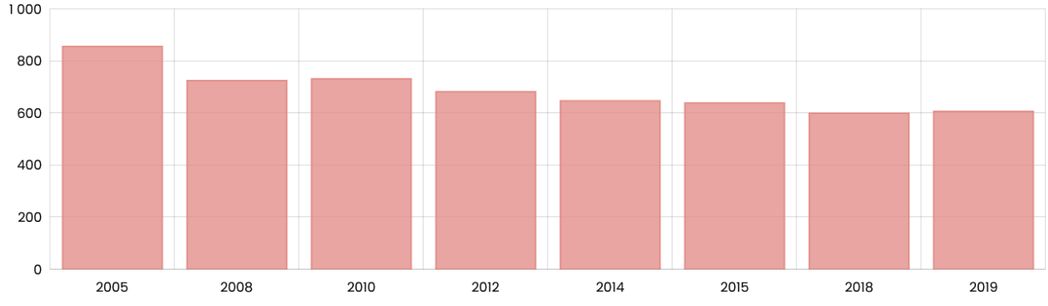
Évolution des émissions d'oxydes d'azote dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

Les particules PM10 et PM2,5

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de PM10 dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 607 tonnes. Le principal secteur émetteur de PM10 est celui des transports avec 37 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de PM10 ont diminué de -29 %.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de PM10 entre 2005 et 2019.

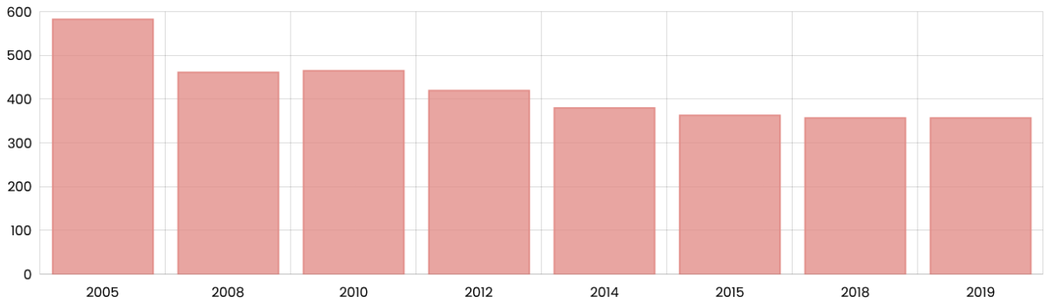


Évolution des émissions de PM10 dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

Concernant les PM2,5, d'après ATMO Normandie, leurs émissions totales dans la Communauté Urbaine de Caen la mer s'élèvent en 2019 à 358 tonnes. Les secteurs transport et résidentiel-tertiaire sont les émetteurs principaux et représentent respectivement 41 % et 38 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de PM2,5 ont diminué de -39 %.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de PM2,5 entre 2005 et 2019.



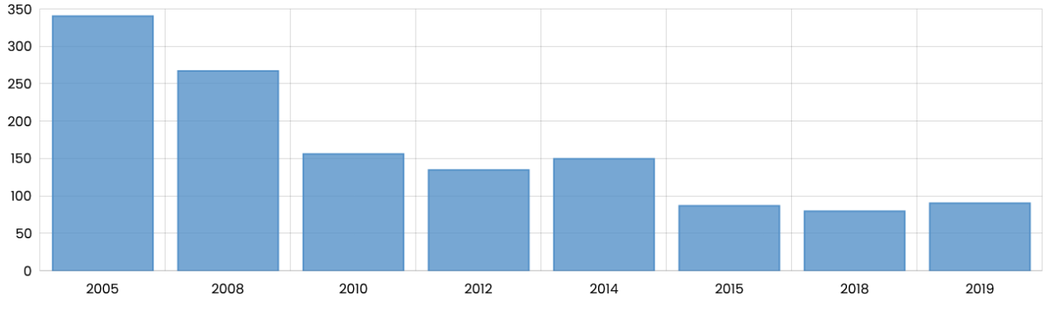
Évolution des émissions de PM2,5 dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

Le dioxyde de soufre

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de dioxyde de soufre dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 91 tonnes. Le principal secteur émetteur est le transport avec 56 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de dioxyde de soufre ont diminué de -73 %.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de dioxyde de soufre entre 2005 et 2019.



Évolution des émissions de dioxyde de soufre dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

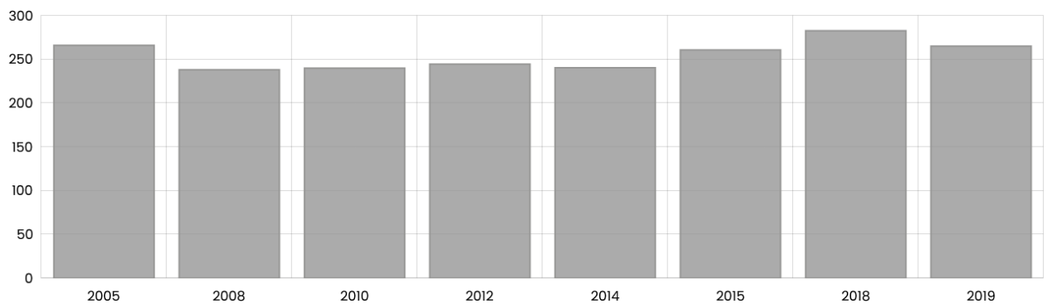
Les métaux lourds

Les métaux dont les émissions sont recensées sont le plomb, le cadmium, le nickel et l'arsenic.

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de plomb dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 265 kg. Le secteur émetteur principal est le transport avec 87 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de plomb sont constantes entre 2005 et 2019. Toutefois, elles ont été en augmentation entre 2014 et 2018.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de plomb entre 2005 et 2019.

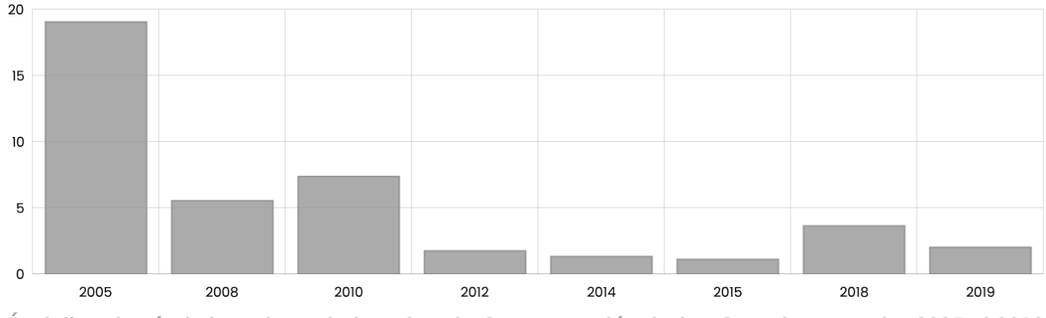


Évolution des émissions de plomb dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de cadmium dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 2 kg. Le secteur émetteur principal est l'industrie avec 55 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de cadmium ont diminué de -89 %, même si elles sont globalement en augmentation depuis 2012.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de cadmium entre 2005 et 2019.

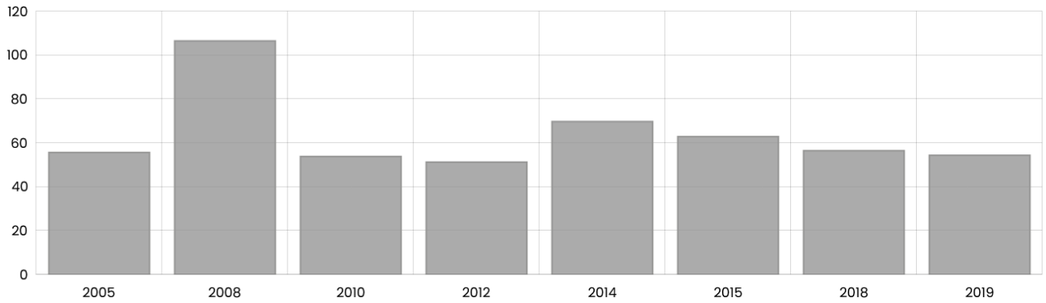


Évolution des émissions de cadmium dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de nickel dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 54 kg. Le secteur émetteur principal est le transport avec 87 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de nickel ont diminué de -2 %, mais les émissions ont augmenté de 2005 à 2008, ont diminué en 2010 et 2012, puis augmenté en 2014, pour diminuer à nouveau depuis cette date.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de nickel entre 2005 et 2019.

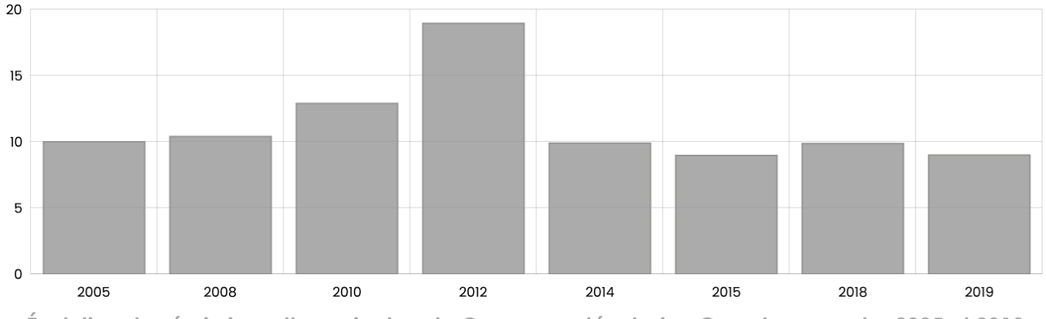


Évolution des émissions de nickel dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales d'arsenic dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 9 kg. Le secteur émetteur principal est le transport avec 65 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions d'arsenic ont diminué de -10 %, mais les émissions ont augmenté de 2005 à 2012, puis ont diminué à partir de 2012.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions d'arsenic entre 2005 et 2019.



Évolution des émissions d'arsenic dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

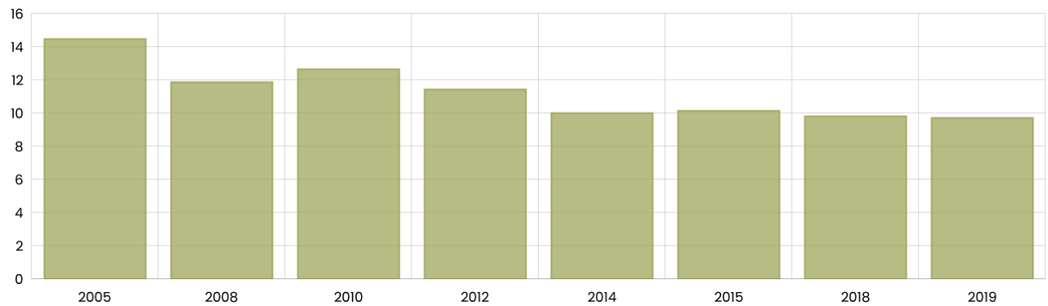
Les hydrocarbures aromatiques polycycliques

Le benzo(a)pyrène est le polluant représentatif de la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de benzo(a)pyrène dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 10 kg. Le principal émetteur est le secteur résidentiel et tertiaire et représente 73 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de benzo(a)pyrène ont diminué de -33 %.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de benzo(a)pyrène entre 2005 et 2019.



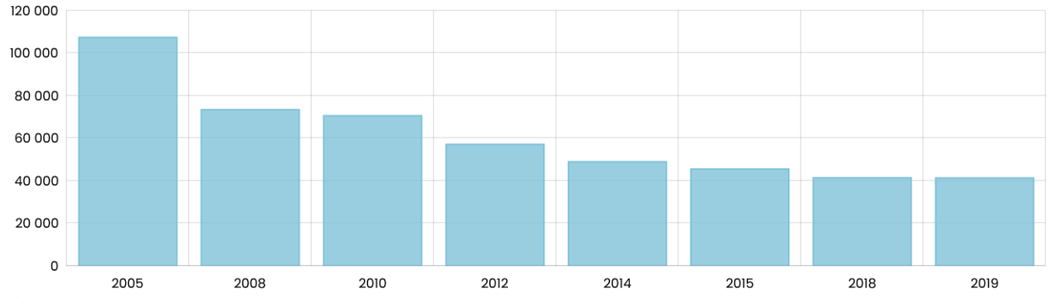
Évolution des émissions de benzo(a)pyrène dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

Le benzène

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de benzène (C_6H_6) dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 41 tonnes. Le principal émetteur est le secteur résidentiel et tertiaire et représente 83 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de benzène ont diminué de -61 %.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de benzène entre 2005 et 2019.



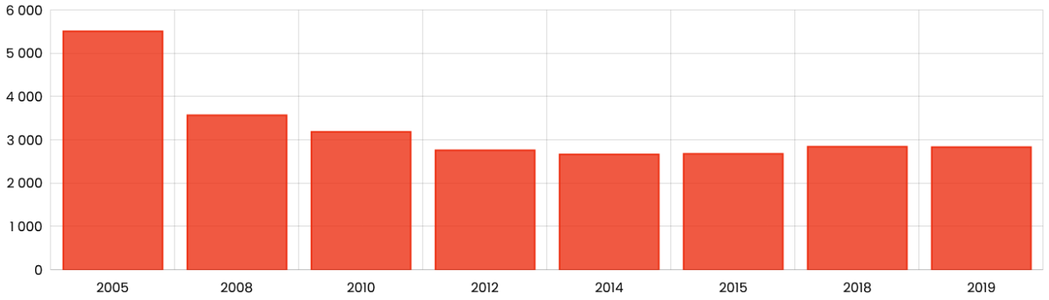
Évolution des émissions de benzène dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 2 839 tonnes. Le principal émetteur est l'industrie avec 70 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de COVNM ont diminué de -49 %, avec toutefois une hausse depuis 2014.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de COVNM entre 2005 et 2019.



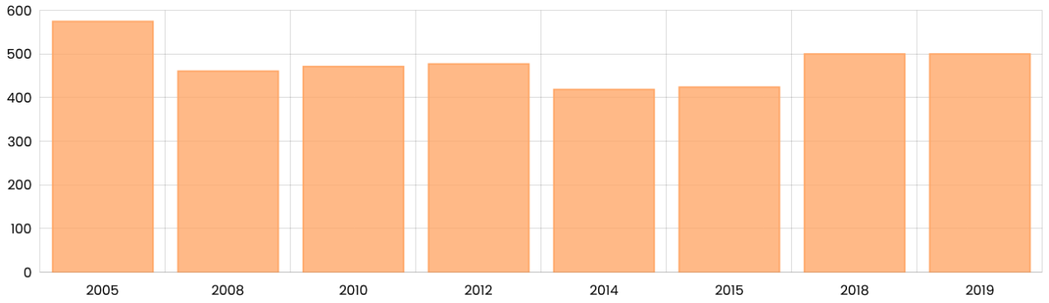
Évolution des émissions de COVNM dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

L'ammoniac

D'après ATMO Normandie, les émissions totales d'ammoniac dans la Communauté urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 501 tonnes. Le principal émetteur est le secteur agricole avec 94 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions d'ammoniac ont diminué de -13 %, avec toutefois une augmentation depuis 2014.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions d'ammoniac entre 2005 et 2019.



Évolution des émissions d'ammoniac dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

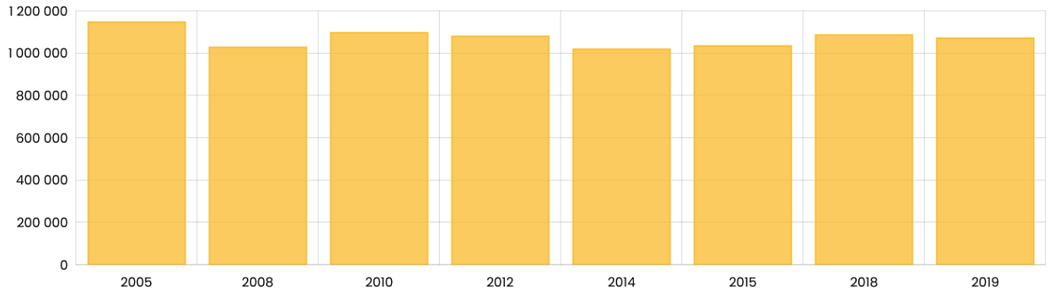
Les gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre (GES) présentés dans cette partie sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O).

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de dioxyde de carbone dans la Communauté Urbaine Caen la mer s'élèvent en 2019 à 1 071 696 tonnes. Le principal émetteur est le transport avec 52 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de dioxyde de carbone ont diminué de -7 %, sans toutefois une évolution régulière.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de dioxyde de carbone entre 2005 et 2019.

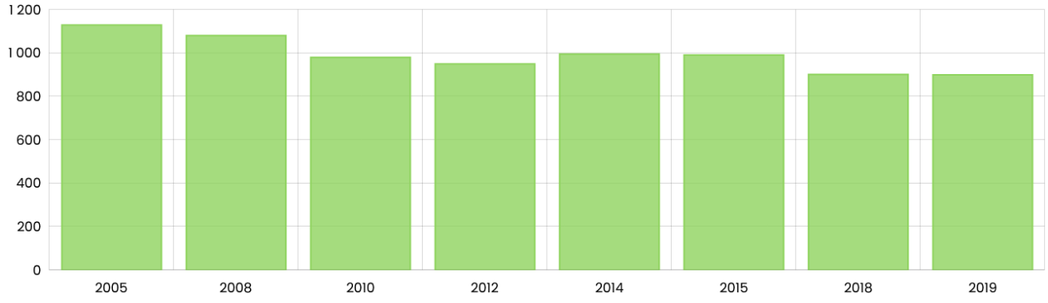


Évolution des émissions de dioxyde de carbone dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de méthane dans la Communauté Urbaine de Caen la mer s'élèvent en 2019 à 900 tonnes. Le principal émetteur est le secteur agricole avec 80 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de méthane ont diminué de -20 %, sans que cette baisse soit régulière

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de méthane entre 2005 et 2019.

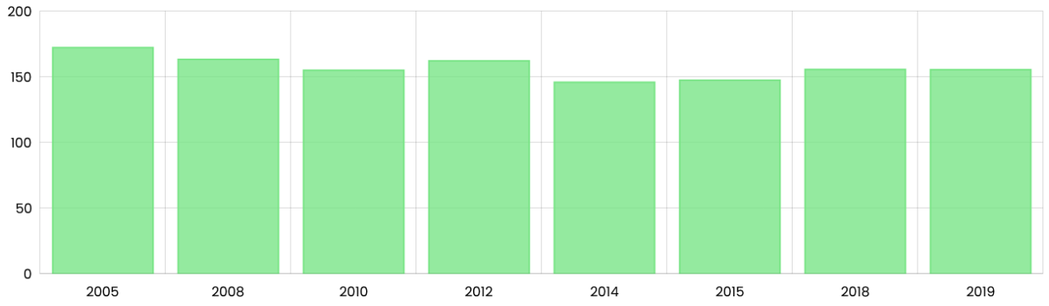


Évolution des émissions de méthane dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

D'après ATMO Normandie, les émissions totales de protoxyde d'azote dans la Communauté Urbaine de Caen la mer s'élèvent en 2019 à 156 tonnes. Le principal émetteur est le secteur agricole avec 82 % des émissions totales.

Depuis 2005, les émissions de protoxyde d'azote diminuent de -10 %, même si elles sont en légère hausse depuis 2014.

La figure ci-dessous illustre l'évolution des émissions de protoxyde d'azote entre 2005 et 2019.



Évolution des émissions de protoxyde d'azote dans la Communauté urbaine Caen la mer entre 2005 et 2019 (source : ATMO Normandie)

2.3.1.3. Sources d'émissions au niveau de l'aire d'étude

La Direction Générale de la Prévention des Risques du ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Énergie recense les principaux rejets et transferts de polluants dans l'eau, l'air, les déchets déclarés par certains établissements à savoir :

- Les principales installations industrielles ;
- Les stations d'épuration urbaines de plus de 100 000 équivalents habitants ;
- Certains élevages.

Trois sources d'émissions industrielles, recensées au titre des émissions dans l'air[2], sont situées dans une des communes concernées. Ce sont les sites de :

- Murata integrated Passive Solutions – à environ 2 100 m à l'Est du projet ;
- CHU de Caen, à 2 400 m à l'Est du projet ;
- Prestia GK MP – Carpiquet, à 3 700 m au Nord-Ouest du projet.

Au-delà de ces sources industrielles, les trafics routiers et le secteur résidentiel / tertiaire constituent les principales sources d'émissions de polluants atmosphériques dans la zone d'étude.

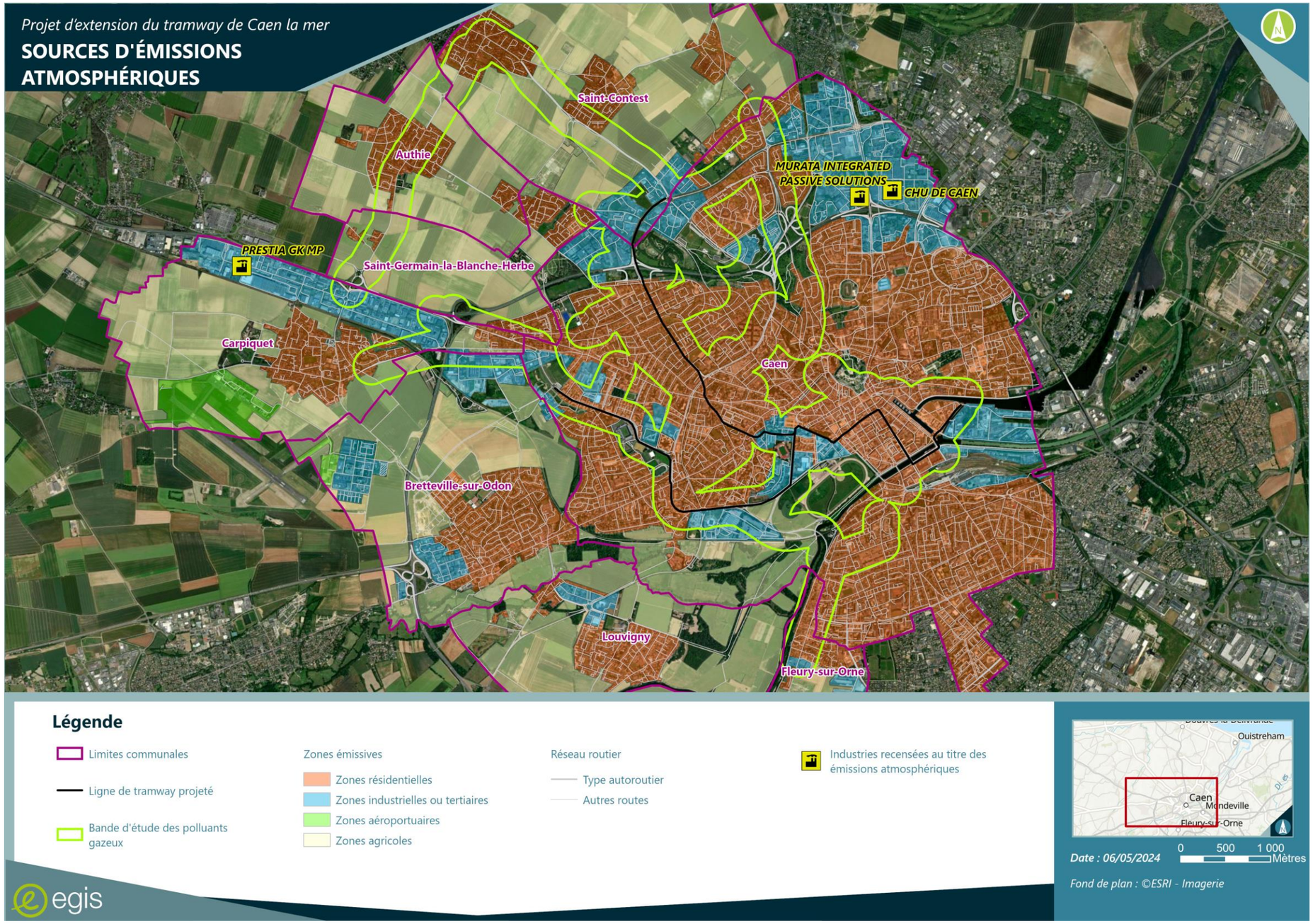
Polluants		Caen MURATA INTEGRATED PASSIVE SOLUTIONS 2 rue de la Girafe *Fabrication de composants électroniques*	Caen CHU DE CAEN Avenue de la Côte de Nacre *Activités hospitalières*	Carpiquet PRESTIA GK MP Rue du Poirier *Traitement et revêtement de métaux*
CO_2 total (d'origine biomasse et non biomasse)	en t *année*		10 000 *2015*	
CO_2 d'origine non biomasse	en t *année*		10 000 *2015*	
Acide fluorhydrique (HF)	en kg *année*	276 *2006*		
Chlore et composés inorganiques (en tant que HCl)	en t *année*	12,4 *2006*		
COVNM	en t *année*			
Hexafuorure de soufre (SF6)	en kg *année*	63 *2022*		
Perfluorocarbures (PFC)	en kg *année*	333 *2022*		
Zinc	en kg *année*			322 *2016*

Source : Ministère de la transition écologique et solidaire - Géorisques

Émissions atmosphériques industrielles dans les communes concernées (source : Ministère de la transition écologique et solidaire - Géorisques)

Les émissions de ces sites industriels sont localisées sur la carte en page suivante.

[2] Ministère de la transition écologique et solidaire – Géorisques – IREP Registre des Émissions Polluantes



Sources d'émissions atmosphériques (source : Ministère de la transition écologique et solidaire - Géorisques)

2.3.2. Qualité de l'air dans la zone d'étude

2.3.2.1. Qualité de l'air relevée par ATMO Normandie

ATMO Normandie compte 5 stations de mesures dans ou à proximité des communes retenues, dont 3 sont situées à proximité du projet et sont localisées sur la figure en page suivante :

- 1 station urbaine de fond : station de Caen – Chemin Vert ;
- 2 stations urbaines trafic : station urbaine de Caen-Délivrande et station de Caen-Vaucelles.

Les teneurs moyennes annuelles 2022 des polluants mesurés par ces stations, en dioxyde d'azote, PM10, PM2,5 et en ozone, sont synthétisées dans le tableau ci-dessous et comparées aux valeurs limites en moyennes annuelles.

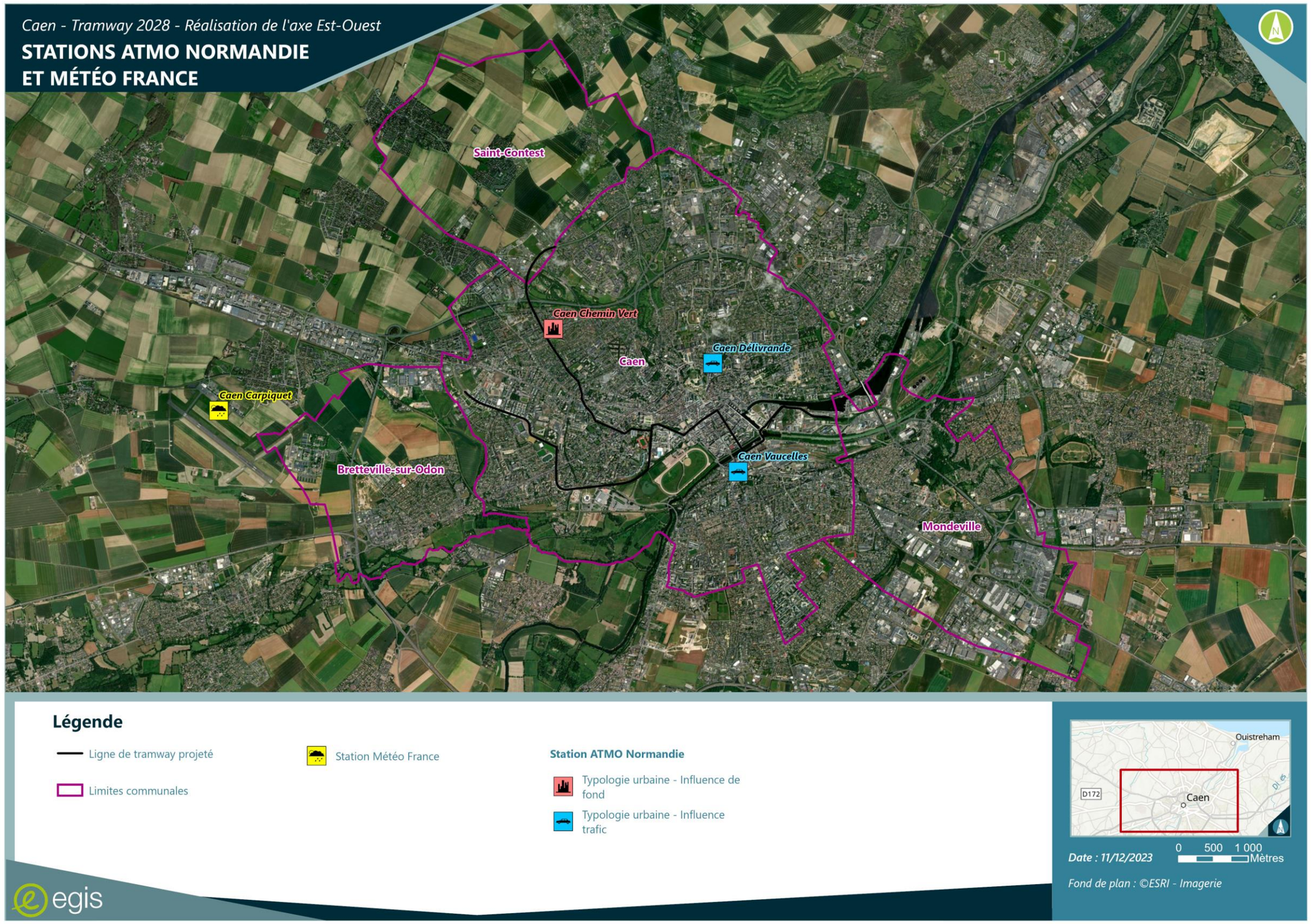
Polluants		Caen Chemin Vert	Caen Délivrande	Caen Vaucelles	Valeurs limites	Objectif de qualité	Recommandations OMS
		Station urbaine de fond	Station urbaine de trafic	Station urbaine de trafic	en moyenne annuelle		
Dioxyde d'azote (NO2)	µg/m³	11.6	26.2	20.0	40	40	10
PM10	µg/m³	13.7			40	30	15
PM2,5	µg/m³	8.8			25	10	5
Ozone	µg/m³	54.8				120 - maximum journalier de la moyenne sur 8 h *(seuil de protection de la santé)*	100 - maximum journalier de la moyenne sur 8 h (seuil de protection de la santé)

Source : ATMO Normandie

Teneurs moyennes annuelles pour les stations Atmo Normandie retenues (source : ATMO Normandie)

Sur ces stations, les teneurs moyennes annuelles mesurées respectent les normes de qualité de l'air pour l'ensemble de ces polluants en 2022.

Il est à noter que les teneurs moyennes 2022 sont supérieures aux recommandations de l'OMS pour toutes les stations pour le dioxyde d'azote et les particules PM2,5. En revanche, la station de Caen-Chemin Vert respecte la recommandation OMS pour les PM10.



Station Atmo Normandie et Météo France

2.3.2.2. Mesures in situ de la qualité de l'air

Afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air au niveau du projet d'extension du tramway de Caen la mer, une campagne de mesures de 4 semaines in situ de la qualité de l'air a été réalisée en janvier et février 2024.

Cette campagne a un double objectif :

- Caractériser la qualité de l'air de la zone d'étude ;
- Situer les teneurs des polluants mesurés par rapport aux normes de qualité de l'air en vigueur, durant la période d'exposition des dispositifs de mesures ;
- En accord avec la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, et compte tenu de la problématique routière, le polluant suivant a été retenu pour la campagne de mesures : le dioxyde d'azote.

La méthodologie appliquée pour ces mesures est détaillée au chapitre 4.3 de la Partie 11 de la présente étude.

Au total, afin de caractériser la qualité de l'air, 18 sites pour la mesure du dioxyde d'azote ont été instrumentés de capteurs passifs.

Ces capteurs sont localisés :

- À proximité des axes routiers directement concerné par le tracé du projet de ligne de tramway ou potentiellement impacté par des reports de trafic : 7 sites représentatifs de la qualité de l'air en situation de proximité routière (sites 01, 02, 05, 11, 12, 16 et 17) ;
- En situation de fond, à distance de toute source directe de pollution : 11 sites représentatifs des niveaux moyens de pollution en fond urbain (5 sites : 07, 08, 09, 10 et 13) ou périurbain (6 sites : 03, 04, 06, 14, 15 et 18).

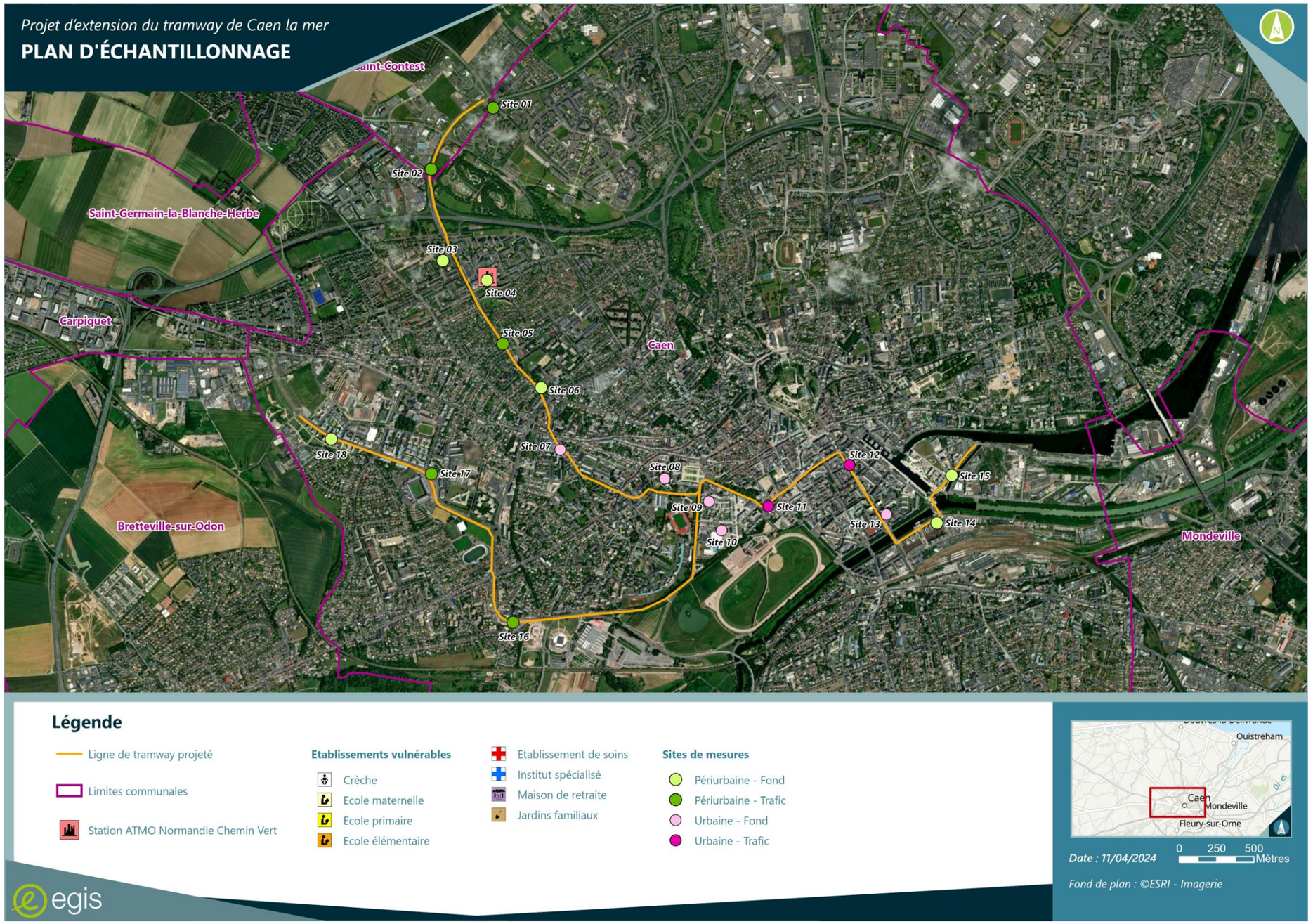
Le dioxyde d'azote a été mesuré sur chaque point de mesure (proximité routière et situation de fond).

Les critères de localisation de chacun des sites de mesures sont décrits dans le tableau ci-après et les sites de mesures localisés sur le plan d'échantillonnage ci-dessous.

Nom	Environnement	Influence	Intérêt	Adresse	Commune
Site 01	Périurbain	Trafic	Micro-crèche Doucalinou Les Bibous + projet	Rond-point du Débarquement	Caen
Site 02	Périurbain	Trafic	Trafic + Projet	Boulevard du Maréchal Juin	Saint-Contest
Site 03	Périurbain	Fond	Résidence autonomie du Chemin Vert	2 allée du Rossignol	Caen
Site 04	Périurbain	Fond	Station ATMO Normandie Chemin Vert	Square Schuman - Rue Pierre Corneille	Caen
Site 05	Périurbain	Trafic	Multi-accueil Jaune Lisa Lind + projet	53 rue du Chemin Vert	Caen
Site 06	Périurbain	Fond	Ecole primaire Fernand Léger + projet	Rue du Chemin Vert	Caen
Site 07	Urbain	Fond	Résidence autonomie de la Haie Vigné + projet	29 rue Damozanne	Caen
Site 08	Urbain	Fond	Ecole maternelle Duc Rollon	Impasse Duc Rollon	Caen
Site 09	Urbain	Fond	Multi-accueil Mandarine + doublon	22 allée Geneviève Prieur	Caen
Site 10	Urbain	Fond	Centre Médico-Psycho-Pédagogique (CMPP) La Guidance + Résidence Séniors Les Essentielles Scamaroni	9 rue Jean de la Varende	Caen
Site 11	Urbain	Trafic	Ecole primaire René Lemière + projet	3 place Gambetta	Caen
Site 12	Urbain	Trafic	projet + tram existant	19 avenue du Six Juin	Caen
Site 13	Urbain	Fond	Multi-accueil Centre-Ville + crèche familiale Frémentel	Rue Frémentel	Caen
Site 14	Périurbain	Fond	Micro-crèche Hapili Rives de l'Orne	Rue Rosa Parks	Caen
Site 15	Périurbain	Fond	Projet + terminus tram existant	11 avenue Victor Hugo	Caen
Site 16	Périurbain	Trafic	Centre Médico-Psychologique (CMP) Caen Sud	72 boulevard Yves Guillou	Caen
Site 17	Périurbain	Trafic	Trafic + Projet	14 boulevard Georges Pompidou	Caen
Site 18	Périurbain	Fond	EHPAD Résidence Beaulieu	53 boulevard Georges Pompidou	Caen

Source : Egis

Critères de localisation des sites de mesures EGIS



Plan d'échantillonnage

2.3.2.3. Résultats des mesures et interprétation

Les teneurs en dioxyde d'azote relevées lors des campagnes de mesures sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Le capteur pour le site 01 n'a pas été retrouvé, à l'issue de la première quinzaine de la campagne de mesures. La valeur attribuée à ce site correspond au résultat de la mesure effectuée durant la seconde quinzaine de la campagne.

Nom	Environnement	Influence		Campagne 8 janvier au 5 février 2024
Site 01	Périurbain	Trafic		16.7
Site 02	Périurbain	Trafic		31.8
Site 03	Périurbain	Fond		22.0
Site 04	Périurbain	Fond		19.2
Site 05	Périurbain	Trafic		22.9
Site 06	Périurbain	Fond		22.0
Site 07	Urbain	Fond		19.7
Site 08	Urbain	Fond		17.9
Site 09	Urbain	Fond		19.6
Site 10	Urbain	Fond		20.3
Site 11	Urbain	Trafic		35.9
Site 12	Urbain	Trafic		25.1
Site 13	Urbain	Fond		21.2
Site 14	Périurbain	Fond	Capteur 1	25.4
			Capteur 2	23.0
			Moyenne	24.2
Site 15	Périurbain	Fond		25.6
Site 16	Périurbain	Trafic		26.5
Site 17	Périurbain	Trafic		30.1
Site 18	Périurbain	Fond		21.7

Source : Egis

Résultats des mesures *in-situ* de la qualité de l'air – Dioxyde d'azote

- **Blancs de transport**

Un blanc de transport a été utilisé lors de la campagne de mesures. Ce blanc de transport est un capteur de dioxyde d'azote, identique à ceux placé sur le terrain. Il est transporté par le technicien, lors de la pose et de la dépose des capteurs. Il est demeuré toujours hermétiquement fermé et ainsi n'est jamais exposé à l'air ambiant.

Le laboratoire PASSAM Ag n'a pas relevé de présence de dioxyde d'azote pour ce capteur au-delà du seuil de quantification de 0,6 µg/m³, signifiant ainsi que ce capteur n'a subi aucune contamination accidentelle pendant les différentes phases de transport.

Par extension, on en déduit qu'il en est de même pour tous les capteurs exposés in situ. Les valeurs relevées pour ces capteurs sont donc uniquement liées à l'environnement dans lequel ils étaient placés.

- **Doublon**

Un doublon de dioxyde d'azote a été positionné sur le site 14, c'est-à-dire que la boîte de protection contenait deux capteurs lors de la même période de mesure.

L'écart mesuré pour la première quinzaine de mesures est de 1,9 µg/m³ (6,5 %). Cet écart étant inférieur à l'incertitude de 20,3 %, la mesure effectuée par un capteur est considérée suffisante et fiable.

L'écart mesuré pour la seconde quinzaine de mesures est de 2,9 µg/m³ (13,3 %). Cet écart étant inférieur à l'incertitude de 20,3 %, la mesure effectuée par un capteur est considérée suffisante et fiable.

Sur l'ensemble de la campagne de mesures, toutes les valeurs peuvent ainsi être retenues.

- **Interprétation des résultats**

Au regard des valeurs moyennes mesurées, les teneurs en dioxyde d'azote relevées lors de la campagne de mesures sont comprises entre 16,7 µg/m³ (site 01 – une seule mesure) et 35,9 µg/m³ (site 11), dans un intervalle de valeurs assez large qui reflète bien l'influence des émissions polluantes locales et notamment celles du trafic routier.

À proximité des axes routiers et sous l'influence directe des émissions polluantes induites par le trafic, les teneurs en dioxyde d'azote sont en moyenne de 27,0 µg/m³ (de 16,7 µg/m³ pour le site 01 à 35,9 µg/m³ pour le site 11) :

- Influence trafic – Environnement urbain : moyenne de 30,5 µg/m³ ;
- Influence trafic – Environnement périurbain : moyenne de 25,6 µg/m³.

En situation de fond, les teneurs en dioxyde d'azote sont moindres : de 17,9 µg/m³ (site 08) à 25,6 µg/m³ (site 15) avec une moyenne de 21,2 µg/m³.

Les sites de fond mesurent des teneurs plus faibles que les sites en proximité routière, confirmant que le dioxyde d'azote est un traceur de la pollution d'origine automobile.

Comparaison aux mesures d'Atmo Normandie

Atmo Normandie dispose de 3 stations localisées dans ou à proximité de la zone étudiée : ***Caen Chemin Vert, Caen Délivrande*** et ***Caen Vaucelles***.

Afin de réaliser une comparaison des mesures sur le dioxyde d'azote mesurés à la fois par Egis et Atmo Normandie sur la même période, un capteur passif de mesure du dioxyde d'azote (site 04) a été placé à proximité de la station Atmo Normandie Caen Chemin Vert (station urbaine de fond).

Le tableau ci-desous présente les mesures réalisées par Egis et Atmo Normandie lors de la campagne de mesures. Les valeurs mesurées font apparaitre un écart de 2,5 µg/m³ (13 %) entre la mesure Egis et la mesure Atmo Normandie. Cette différence, étant inférieure à l'incertitude de 20,3 %, la campagne de mesures Egis est cohérente avec les mesures d'Atmo Normandie.

Sites	Ambiance	Dioxyde d'azote	
Caen Chemin Vert	Fond urbain	16,7	*Valeur limite et Objectif de qualité en moyenne annuelle : 40 µg/m³*
Campagne Egis	Site 04	19,2	

Source : Egis - Passam - ATMO Normandie

Comparaison aux mesures d'Atmo Normandie – Dioxyde d'azote en moyenne du 8 janvier au 5 février 2024

Comparaison aux normes en vigueur

À titre indicatif, les valeurs mesurées sur la campagne de mesures de janvier 2024 sont comparées à la valeur limite réglementaire en moyenne annuelle du dioxyde d'azote de 40 µg/m³. Celle-ci n'est dépassée sur aucun des sites de mesures Egis.

Toutefois, la concentration mesurée au droit du site 11 en situation de trafic (35,9 µg/m³ - place Gambetta) est assez proche de la valeur limite de 40 µg/m³. Des dépassements occasionnels au droit de ce site sont potentiellement envisageables, sans toutefois de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle.

La qualité de l'air, au regard des mesures dioxyde d'azote, est donc **satisfaisante** dans l'aire d'étude du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

2.3.3. Synthèse de l'état initial

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans un environnement caractérisé principalement par des espaces urbains et périurbains avec une densité de population relativement élevée. Dans la bande d'étude définie le long du tracé du projet et autour de chaque voie du réseau routier retenu potentiellement impacté par les aménagements liés au projet, 59 établissements vulnérables ont été recensés, dont 22 sont situés au droit du projet.

À proximité du projet, l'AASQA ATMO Normandie dispose de trois stations permanentes de mesures en fond urbain et de proximité trafic, dont deux sont situées dans la bande d'étude (en gras) : la station urbaine de fond Caen – Chemin Vert et les stations urbaines de trafic Caen – Délivrande et Caen – Vaucelles. Ces stations ont mesuré des teneurs moyennes annuelles qui respectent les normes de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote, les PM10, les PM2,5 et l'ozone en 2022. À titre indicatif, les seuils recommandés par l'OMS sont dépassés pour le dioxyde d'azote sur les trois stations et pour les PM2,5 sur la station Caen – Chemin Vert.

Afin de caractériser plus finement la qualité de l'air à proximité du projet, une campagne de mesures a été réalisée en janvier 2024.

Sur tous les sites de mesures quel que soit la typologie de la mesure, toutes les teneurs moyennes en dioxyde d'azote sont inférieures à la valeur limite réglementaire (40 µg/m3).

Au regard des résultats des campagnes de mesures menées en janvier 2024, la qualité de l'air est globalement satisfaisante sur la zone d'étude en fond urbain et périurbain.

Il est néanmoins important de noter que les normes réglementaires sont des moyennes annuelles. Or la campagne de mesures n'est pas représentative d'une année complète. La comparaison aux normes en vigueur est ainsi indicative.

2.4. AMBIANCE ACOUSTIQUE

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie, rapprochée et immédiate.

Une étude spécifique « acoustique » a été réalisée par le groupement spécialisé CSTB-ORFEA Acoustique. La méthodologie de réalisation de cette étude est spécifiée au chapitre 4.2 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

L'étude acoustique dans son intégralité est présentée en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

2.4.1. Classement sonore des infrastructures de transport terrestre

En application de l'article **L.571-10 du Code de l'environnement**, le classement sonore des infrastructures de transport définit les secteurs affectés par le bruit au voisinage des infrastructures routières et ferroviaires. Il indique également les niveaux de nuisances acoustiques à prendre en compte pour la construction de bâtiments et les prescriptions techniques de nature à les réduire.

Les infrastructures de transport terrestre les plus bruyantes (routes circulées par plus de 5 000 véhicules par jour et lignes ferroviaires circulées par plus de 50 trains par jours) sont classées par arrêté préfectoral en cinq catégories selon la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit : de 300 m pour la catégorie 1 (la plus bruyante) à 10 m pour la catégorie 5 (la moins bruyante).

Catégorie	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	d = 300 m
2	d = 250 m
3	d = 100 m
4	d = 30 m
5	d = 10 m

Largeur des secteurs affectés par le bruit en fonction de la catégorie de l'infrastructure (source : décret du 9 juillet 1995)

Dans le département du Calvados, le classement sonore des infrastructures de transports terrestres fait l'objet d'un arrêté préfectoral en date du 15 mai 2017. Les infrastructures classées sont les autoroutes, les routes nationales, les routes départementales, les voies communales et les infrastructures ferroviaires.

Ce classement sonore est en cours de révision pour permettre la prise en compte des évolutions récentes dans le département (données trafics, nouveaux tracés, etc.) et pour répondre aux attentes de la circulaire du 25 mai 2004 relative au Bruit des infrastructures de transports terrestres qui préconise de réviser le classement sonore à minima tous les 5 ans.

Les tableaux ci-après présentent les classements sonores actuellement en vigueur, ainsi que les classements sonores proposés dans le cadre de la révision en cours.

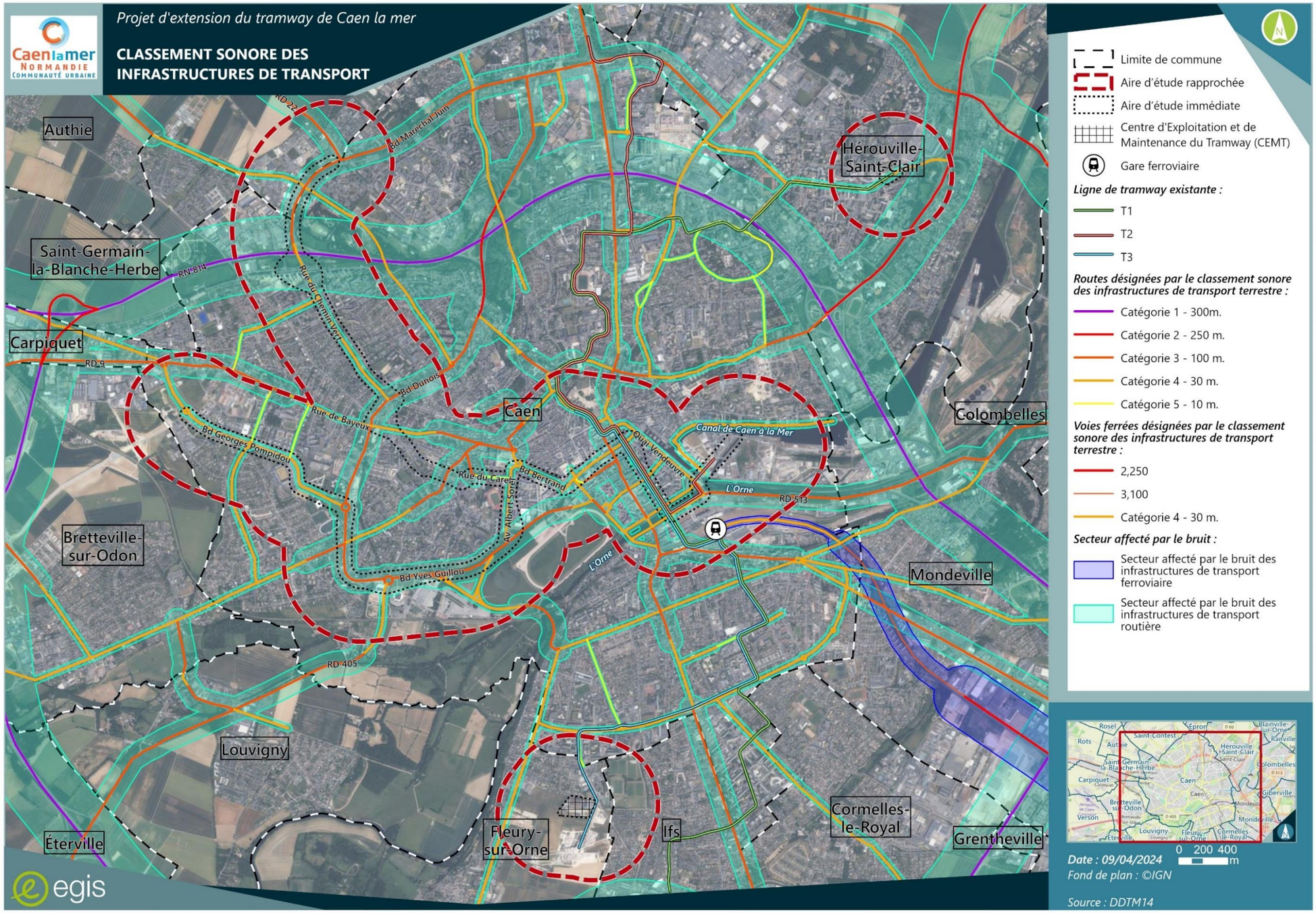
Pour la branche Nord-Ouest, du boulevard du Maréchal Juin jusqu'au boulevard Bertrand, le classement sonore des infrastructures de transports terrestres est la suivante :

Axes de circulation routières	Classement sonore en vigueur	Classement sonore après révision
RN814	1	1
Boulevard du Maréchal Juin	3	4
Avenue Montgomery	4	4
Rue du Chemin Vert	4	4
Boulevard Dunois	3	3
Rue de Bayeux	4	4
Rue du Carel	5	5

Pour la branche Ouest, du boulevard Georges Pompidou jusqu'au boulevard Bertrand, le classement sonore des infrastructures de transports terrestres est la suivante :

Axes de circulation routières	Classement sonore avant révision	Classement sonore après révision
Boulevard Georges Pompidou	4	4
Boulevard Yves Guillou (du giratoire avec le boulevard Georges Pompidou au giratoire du Zénith)	3	3
Boulevard Yves Guillou (du giratoire du Zénith à l'avenue Albert Sorel)	3	4
Avenue Albert Sorel	4	4

Classement sonore des infrastructures de transport (source : Préfecture du Calvados)



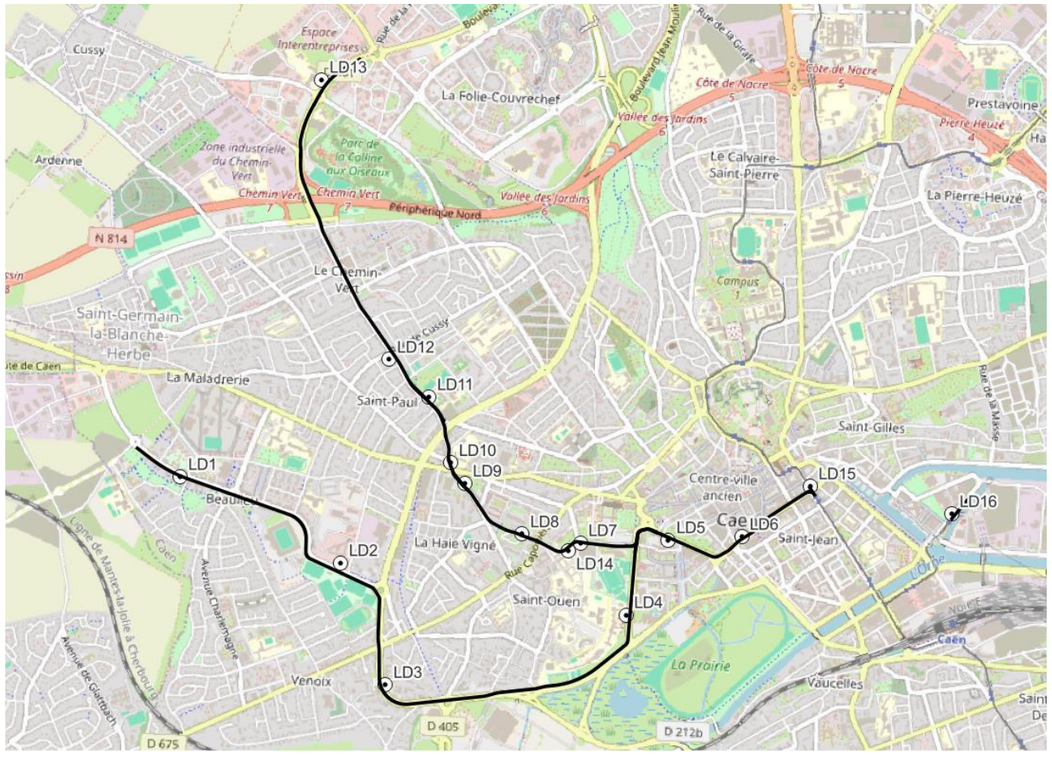
Classement sonore des infrastructures de transport

2.4.2. Caractérisation de l'état initial sonore

L'état initial sonore a été caractérisé par une campagne de mesures acoustiques et une modélisation acoustique de la situation actuelle, afin de déterminer les zones d'ambiance sonore préexistante.

- **Mesures acoustiques**

16 mesures acoustiques d'une durée de 24 h ont été réalisées au cours du mois de septembre 2023.



Localisation des points de mesures acoustiques (source : ORFEA)

Les résultats des mesures, ainsi que le recalage de ces résultats sur le trafic moyen journalier annuel (TMJA), sont donnés en niveau global LAeq et sont exprimés en dB(A). Tous ces niveaux sont présentés avec un arrondi au dixième.

Les mesures ont été recalées pour tenir compte des trafics moyens journaliers annuels et de la vitesse pratiquée sur chacun des axes routiers (à l'exception des points LD8 et LD14 qui sont représentatifs d'un environnement sonore global et non pas impactés par une infrastructure routière).

L_{Aeq} dB(A)	MESURE BRUTE				MESURE RECALÉE			
	6h-22h	22h-6h	Lden	Ln	6h-22h	22h-6h	Lden	Ln
LD1	66,3	57,5	64,9	54,5	66,8	57,2	65,1	54,2
LD2	53,9	48,0	53,4	45,0	54,8	45,0	52,9	42,0
LD3	67,7	58,5	66,0	55,5	67,4	58,3	65,8	55,3
LD4	63,4	54,3	61,8	51,3	63,0	54,4	61,6	51,4
LD5	62,5	56,3	62,0	53,3	63,3	56,6	62,4	53,6
LD6	65,3	56,3	63,7	53,3	64,8	56,3	63,3	53,3
LD7	57,9	48,8	56,4	45,8	60,4	49,2	58,5	46,2
LD8	52,1	33,5	47,8	30,5	-	-	-	-
LD9	49,4	39,7	47,6	36,7	49,3	38,8	47,3	35,8
LD10	58,5	49,7	57,0	46,7	58,4	48,8	56,6	45,8
LD11	52,6	43,8	50,8	40,8	53,5	42,5	50,9	39,5
LD12	51,3	43,0	50,0	40,0	54,1	44,5	52,2	41,5
LD13	58,3	48,2	56,2	45,2	57,9	48,0	55,9	45,0
LD14	49,0	36,4	46,2	33,4	-	-	-	-
LD15	63,0	54,8	61,6	51,8	62,5	55,1	61,4	52,1
LD16	58,5	53,1	58,1	50,1	59,5	53,6	58,8	50,6

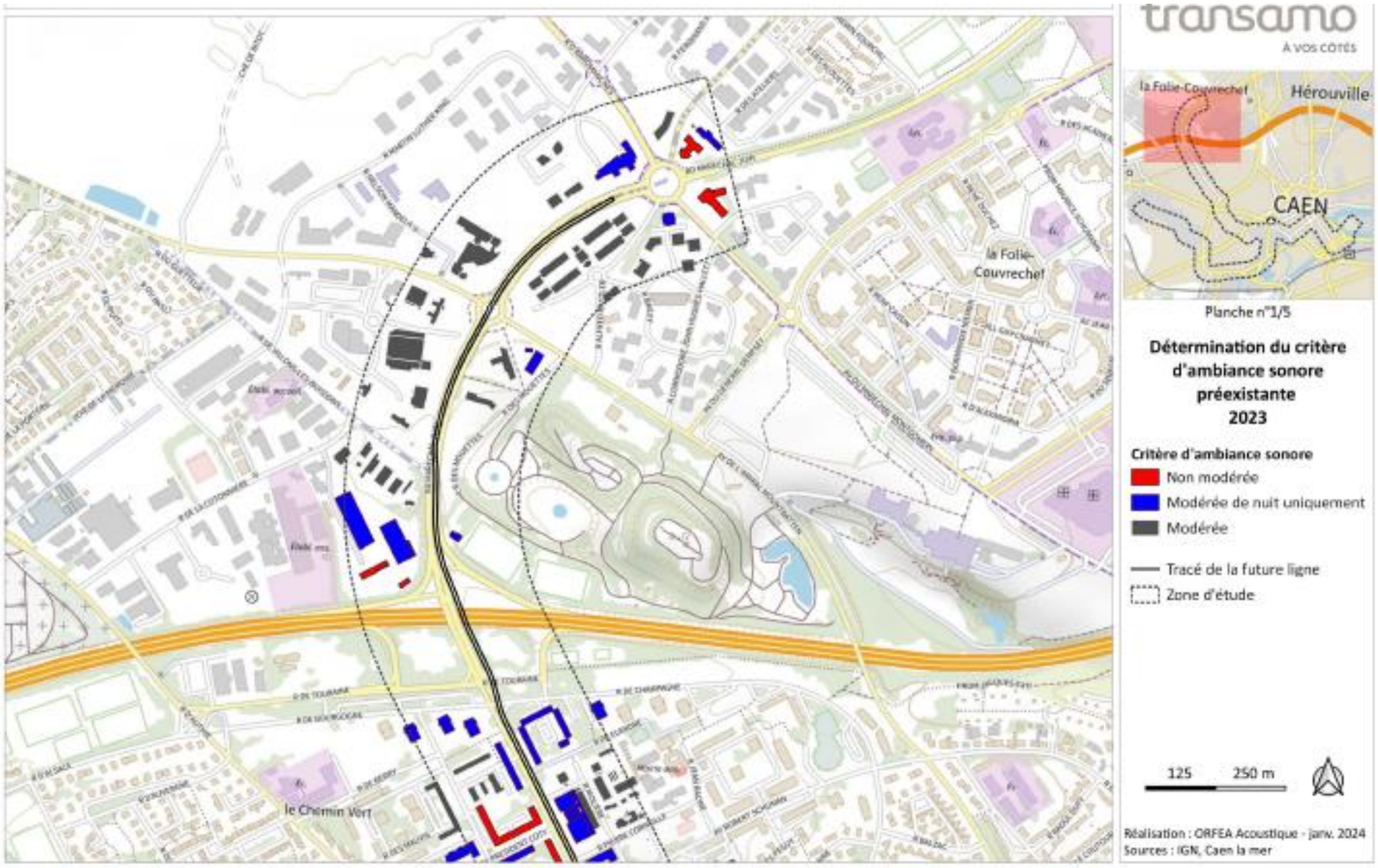
Résultats des mesures acoustiques (source : ORFEA)

- **Simulation acoustique de la situation actuelle**

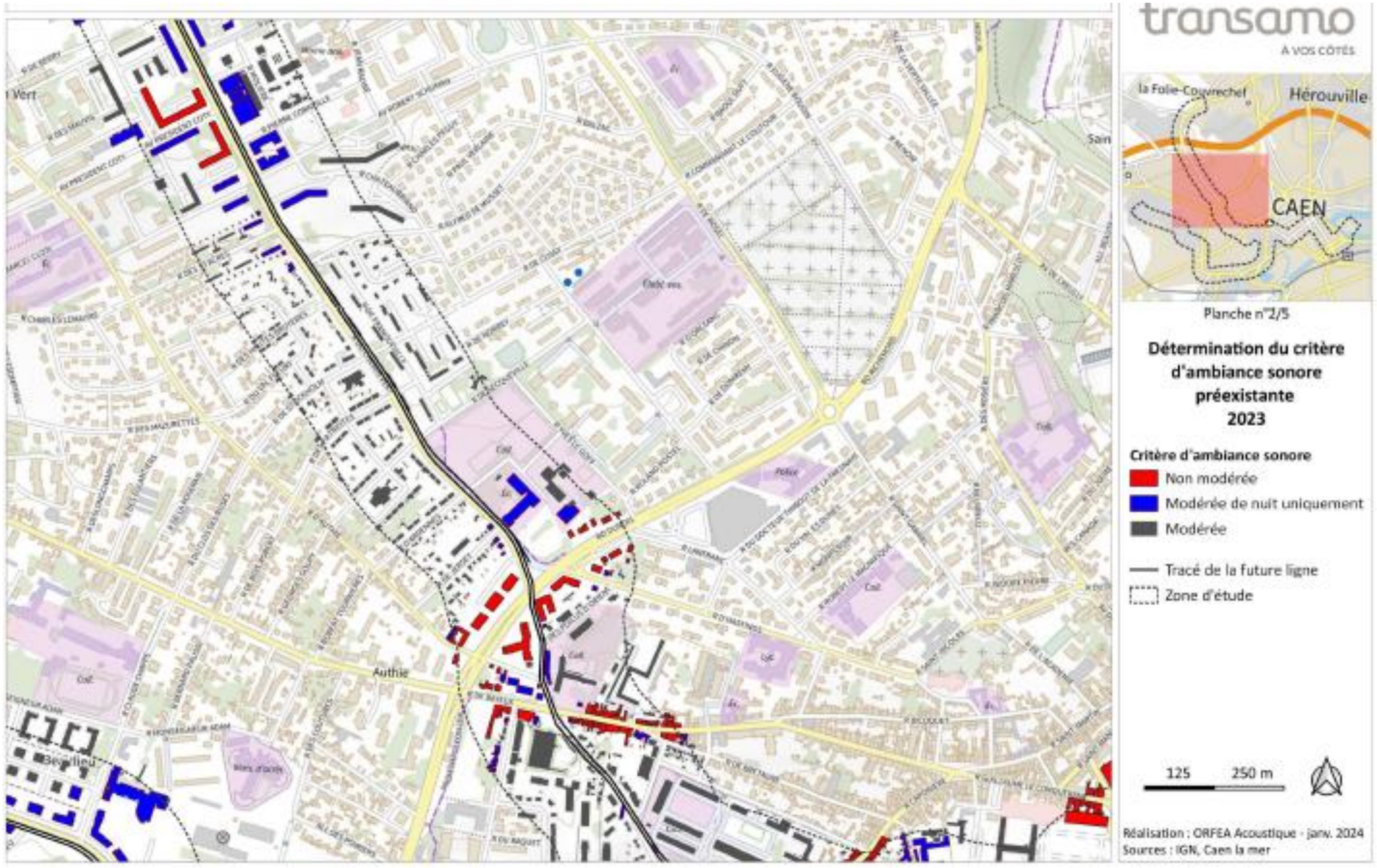
Les cartographies en pages suivantes, présentent les niveaux d'ambiance sonore à l'état actuel (modérés, modérés de nuit iniquement et non modérés).

C'est le niveau sonore maximum du bâtiment (quel que soit la façade ou étage), évalué à 2 m en avant de la façade, toutes sources confondues, qui a été retenu pour définir le niveau d'ambiance sonore (selon chaque période règlementaire).

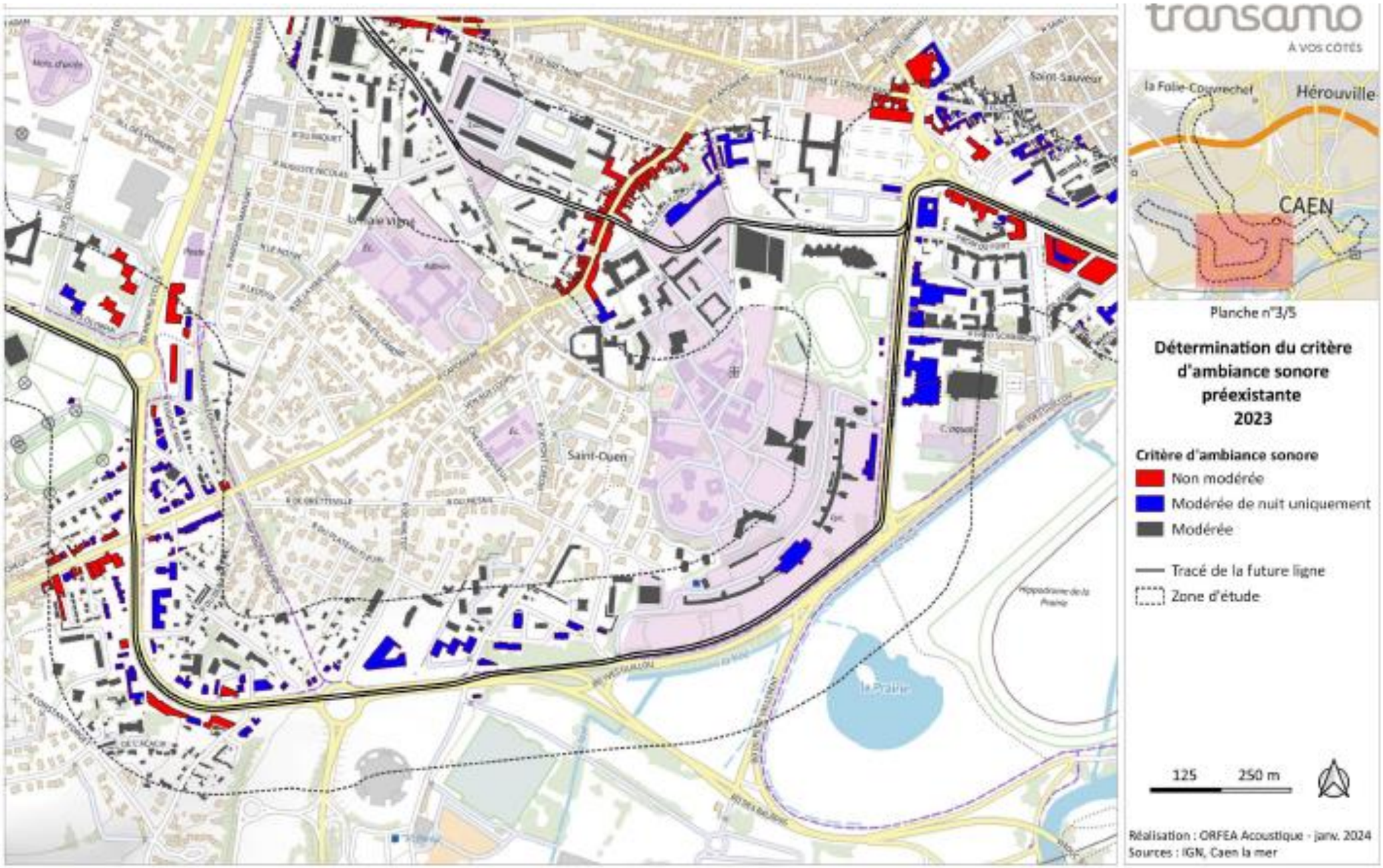
La modélisation acoustique de la situation actuelle, calée sur les mesures in-situ réalisées en septembre 2023, a permis de simuler la propagation sonore liée aux sources de bruits actuelles et ainsi de définir l'ambiance sonore initiale pour l'ensemble des bâtiments à proximité du projet.



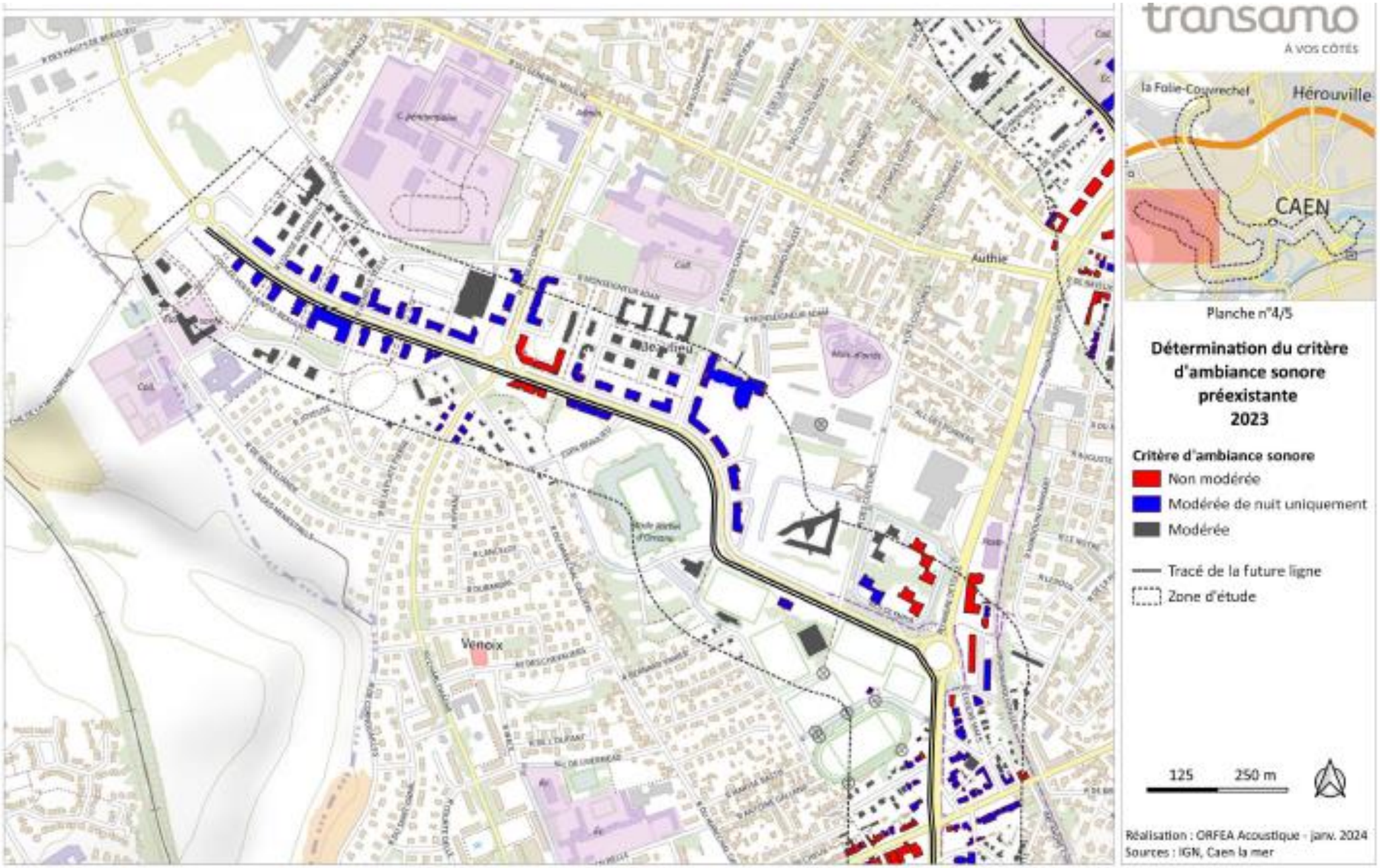
État initial acoustique (source : ORFEA)



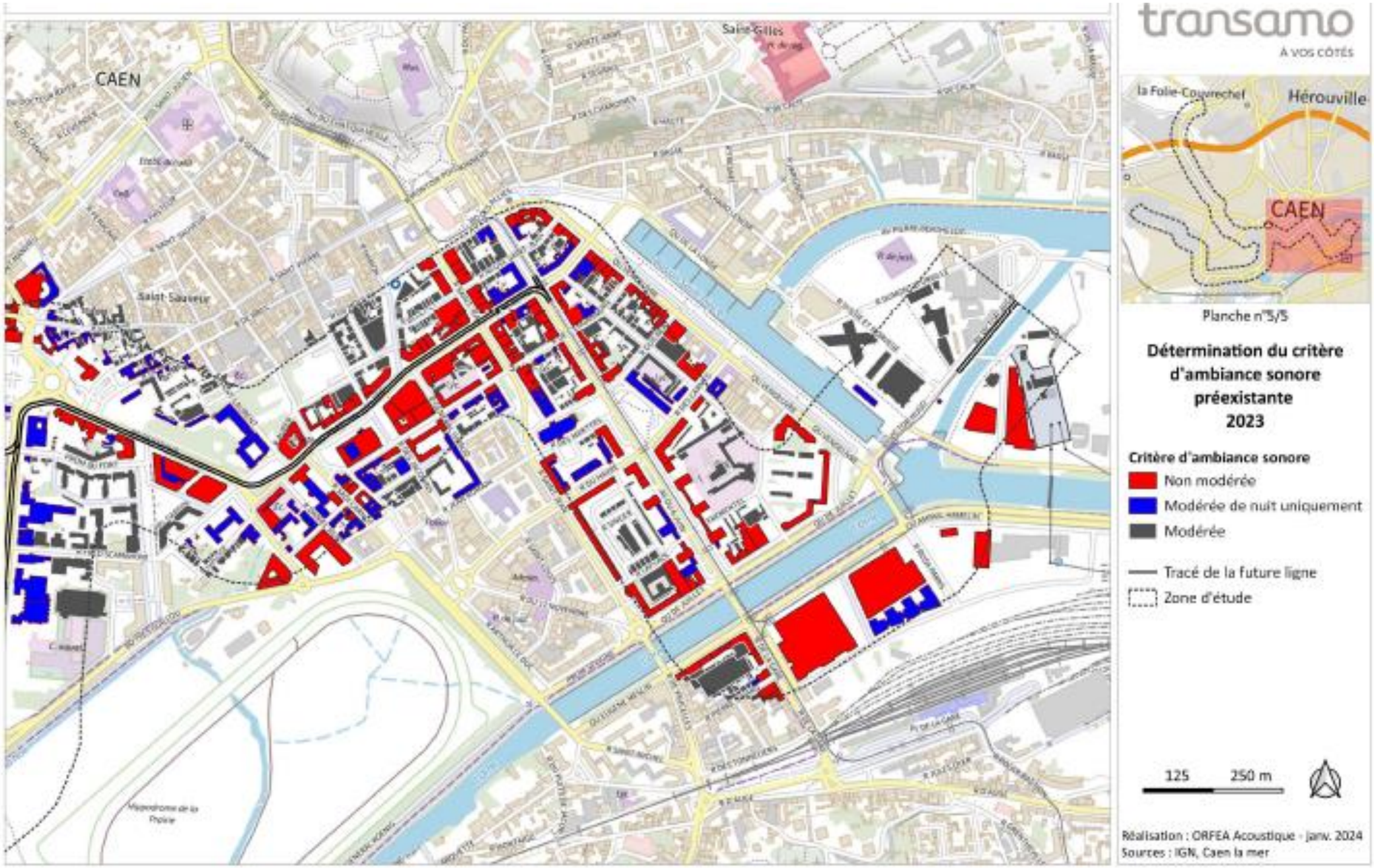
État initial acoustique (source : ORFEA)



État initial acoustique (source : ORFEA)



État initial acoustique (source : ORFEA)



État initial acoustique (source : ORFEA)

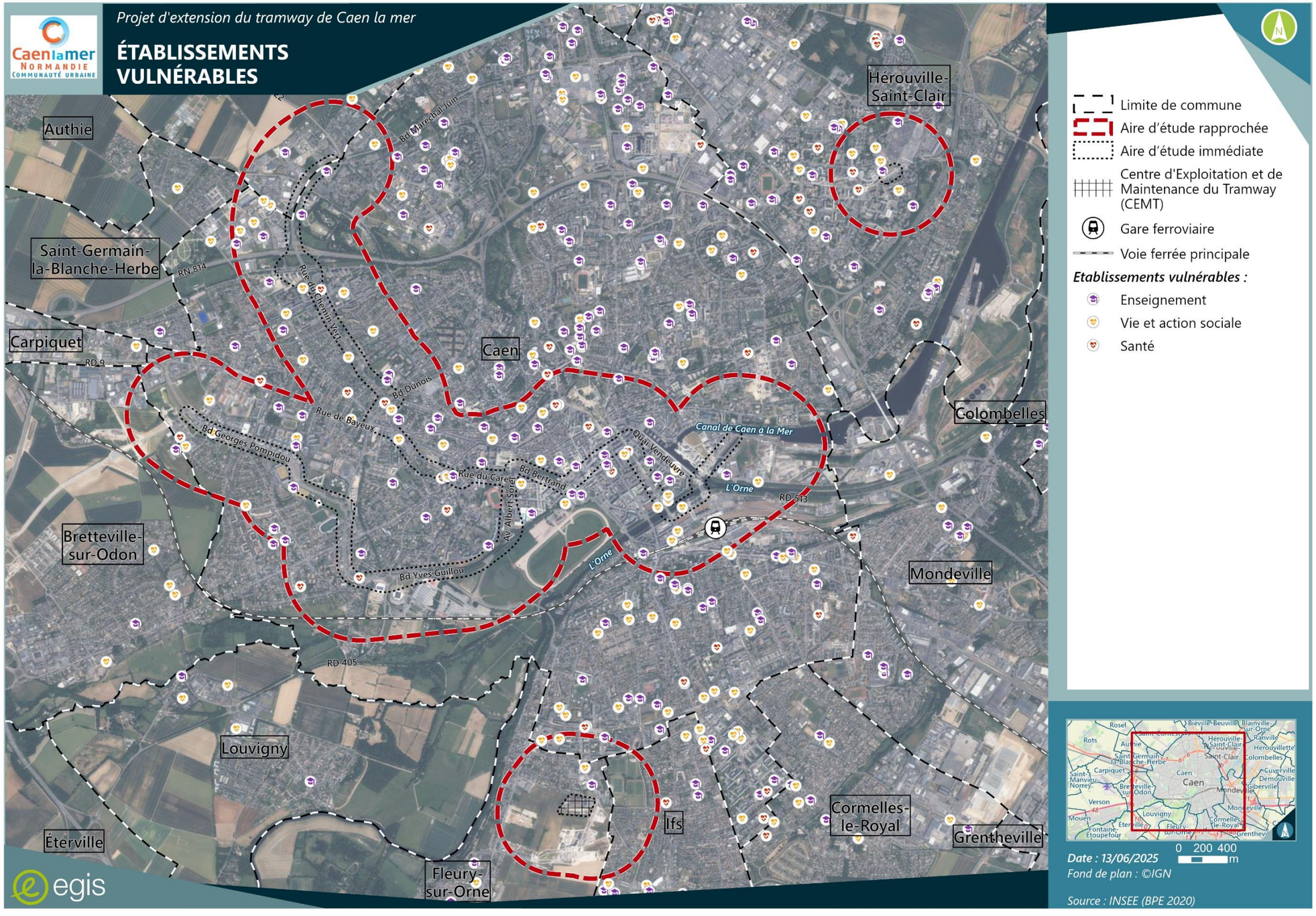
2.4.3. Établissements sensibles au regard des nuisances sonores

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Un inventaire des établissements recevant des populations vulnérables (écoles, crèches, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et des lieux vulnérables (jardins familiaux) a été effectué dans les communes retenues et dans une bande de 300 m de part et d'autre du projet.

D'après les données du CERTU qui fixe les établissements sensibles à prendre en compte dans les études acoustiques, ces établissements sont précisés dans le tableau suivant.

Type d'établissement	Commune	Nombre dans l'aire d'étude rapprochée
Établissement Petite Enfance	Caen	9
	Hérouville Saint Clair	2
École maternelle et élémentaire	Caen	16
	Hérouville Saint Clair	2
Établissement d'enseignement secondaire - collège	Caen	7
	Fleury	1
Établissement d'enseignement secondaire - lycée	Caen	8
Enseignement supérieur	Caen	3
	Hérouville Saint Clair	1
	Saint Contest	1
Maison de retraite	Caen	7
	Hérouville Saint Clair	3
Établissement de soins	Caen	2
	Hérouville Saint Clair	2



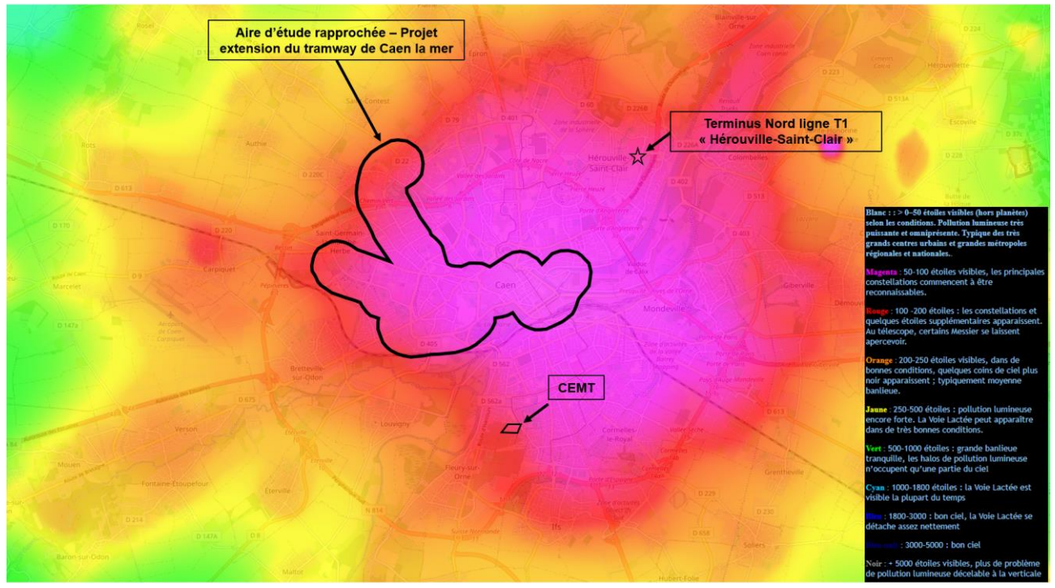
Etablissements vulnérables

2.5. ÉMISSIONS LUMINEUSES

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée et de l'aire d'étude immédiate.

La carte de pollution lumineuse établie par Avex Asso montre que l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer et l'aire d'étude rapprochée du projet du projet de modification du terminus Nord existant « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » et le CEMT de Fleury-sur-Orne sont entièrement localisées entre les zones « magenta », « rouge » et « orange », caractéristiques de centre-ville et de proche banlieue.

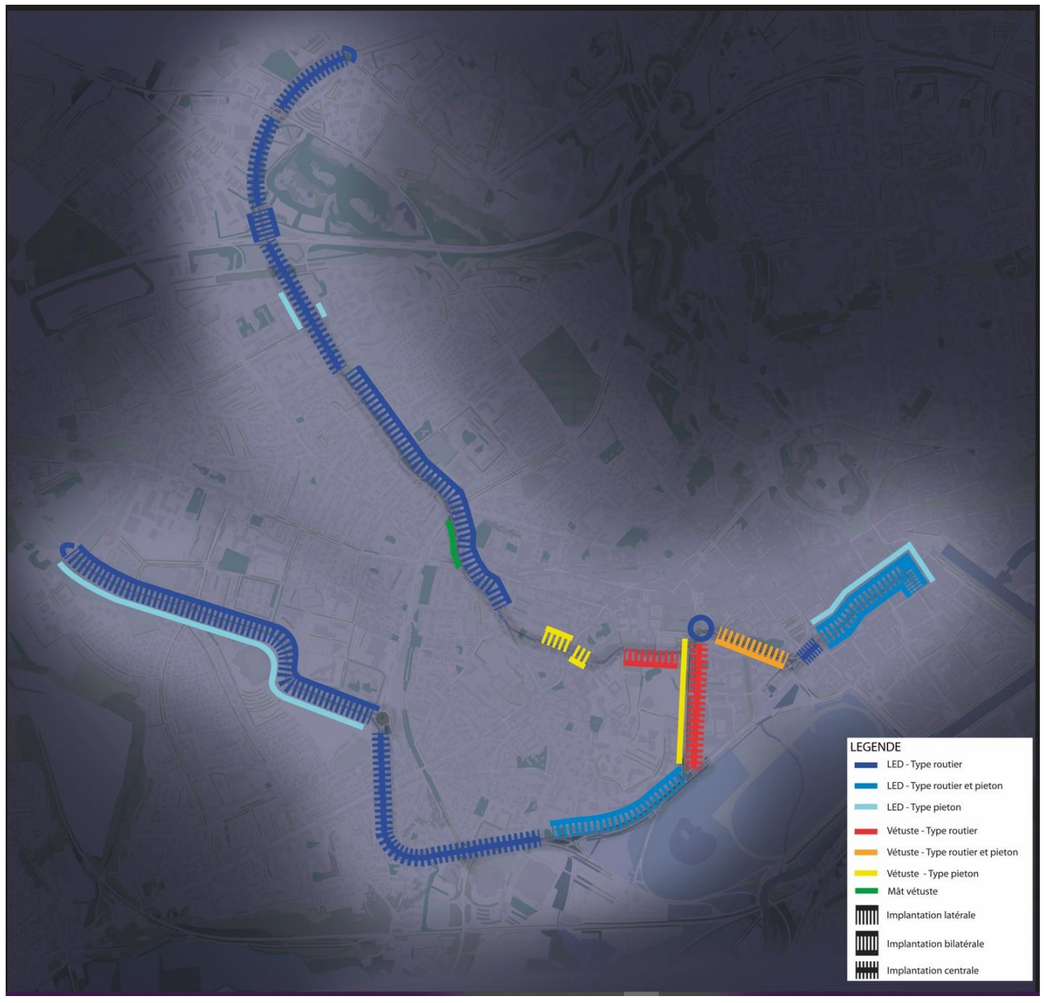
La pollution lumineuse est donc assez présente au niveau des aires d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer et du CEMT de Fleury-sur-Orne.



Pollution lumineuse à Caen (source : Avex Asso)

Une pollution lumineuse est générée dans certains espaces à fort enjeu patrimonial, que celui-ci soit bâti ou naturel : place Guillouard, boulevard Yves Guillou, boulevard du Maréchal Juin.

Les typologies d'éclairage existantes au droit de l'aire d'étude immédiate sont présentées sur la figure ci-dessous :



Typologies d'éclairage existantes (source : Trameo)

Dans l'ensemble, l'éclairage des espaces parcourus suit une forme d'homogénéité : l'éclairage routier à LED de température de couleur 3000 à 4000K prédomine, avec un vélum lumineux haut et des niveaux lumineux sur la chaussée de l'ordre de 15 à 20 lx moyen en début de nuit. La campagne de remplacement des anciennes sources par des luminaires à LED, initiée en 2015, a fortement contribué à cette homogénéisation.

2.6. ODEURS

Les nuisances odorantes, perçues comme une atteinte directe à la qualité du cadre de vie, sont le deuxième motif de plaintes environnementales après le bruit.

La source de ces odeurs est souvent mal connue ou mal communiquée.

Le bassin caennais a reçu en février 2023 plusieurs signalements de mauvaises odeurs et pour lesquels la préfecture du Calvados a apporté des explications. L'origine de l'odeur provenait d'un épandage effectué par un exploitant agricole dans un de ses champs. Dans tous les cas, la gêne semble bien moins importante que dans d'autres bassins de population, notamment du côté de Rouen ou du Havre où de nombreuses usines dégagent des odeurs.

2.7. SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX LIES A LA POPULATION ET LA SANTE HUMAINE

L'état initial sur la population et la santé humaine a permis de mettre en évidence les principaux enjeux à l'échelle des aires d'étude.

Les enjeux sont, par définition, indépendants de la nature du projet. Ils correspondent à un état de l'environnement dont l'appréciation repose sur les valeurs de la société. La valeur qui leur est accordée est donc susceptible d'évoluer progressivement au cours du temps.

Le niveau d'enjeu est déterminé selon les critères suivants :

- Les **enjeux très forts** : il s'agit de secteurs à très forte valeur intrinsèque.

Ces enjeux sont souvent traduits dans la réglementation et rendent souvent peu compatible le passage de l'infrastructure ou la réalisation d'aménagements ponctuels. En cas de passage dans ces zones, il est en général nécessaire de :

- Réaliser des études environnementales très détaillées ;
- Procéder probablement à des adaptations techniques du projet (ouvrages exceptionnels…) ;
- Obtenir des autorisations administratives ;
- Mener une concertation locale soutenue (conflits à gérer).

- Les **enjeux forts** : il s'agit de secteurs à forte valeur intrinsèque ou à valeur règlementaire.

En cas de passage dans ces zones, il est en général nécessaire de :

- Réaliser des études environnementales détaillées ;
- Mettre en place des mesures environnementales importantes ;
- Obtenir éventuellement des autorisations administratives ;
- Mener une concertation locale.

- Les **enjeux modérés** : il s'agit de secteurs à valeur intrinsèque moyenne.

Les enjeux en présence nécessiteront la mise en place de mesures environnementales « courantes ».

- Les **enjeux faibles** : il s'agit de secteurs à valeur intrinsèque faible.

Les enjeux en présence ne nécessitent souvent aucune mesure environnementale.

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Population	Caen, une ville au cœur d'une agglomération de 272 300 habitants en 2020. Environnement caractérisé par une densité de population relativement importante sur l'ensemble de l'aire d'étude, avec une prédominance au niveau des quartiers Centre-Ville (Hôtel de Ville, avenue Sorel, rue du Carel, Établissement Public de Santé Mentale), Haie-Vigné (rue du Capitaine Boualam, rue Damozanne), Chemin Vert (rue du Chemin Vert), et Beaulieu (boulevard Detolle, boulevard Pompidou).	Fort
Emploi	La densité des emplois se concentre dans l'hypercentre caennais avec des moyennes de 18 000 à 25 000 emplois/km² en 2019. Le Parc Athéna à Saint-Contest ou les cellules commerciales du quartier Beaulieu à Caen concentrent un peu plus d'emplois, avec une moyenne d'environ 5 000 à 12 000 emplois/km². Le reste des secteurs de l'aire d'étude ont une densité faible, de 25 à 2 000 emplois/km².	Fort
Qualité de l'air	Au niveau de l'agglomération caennaise, à proximité de l'aire d'étude, ATMO Normandie dispose de trois stations permanentes de mesures urbaines de fond (1 station) et de proximité trafic (2 stations). Ces stations ont mesuré des teneurs moyennes annuelles en dioxyde d'azote qui respectent les normes de qualité de l'air. La station Caen Chemin Vert a mesuré des teneurs moyennes annuelles en-deçà des valeurs limites pour les PM10 et les PM2,5 en 2022. Les seuils recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sont tous dépassés pour ces polluants sur les trois stations, à l'exception des teneurs en PM10 inférieures à la recommandation OMS au niveau de la station Caen Chemin Vert.	Fort
Acoustique	L'état initial acoustique mené en 2023 a permis de recenser les secteurs soumis aux nuisances sonores au niveau de l'aire d'étude. En journée (6h-22h), ce sont principalement les secteurs correspondant aux grands axes de transport, comme la RN814 (périphérique de Caen), ainsi que les voiries soumises à une circulation importante en journée (boulevard du Maréchal Juin, abords immédiats de la rue du Chemin vert – secteur Nord, boulevard Dunois, avenue Sorel, boulevard Yves Guillou, boulevard André Detolle, et boulevard Georges Pompidou) qui sont soumis à des seuils acoustiques supérieurs à 65 dB(A). Les niveaux sonores en journée sont en revanche moindres au niveau de secteurs où les déplacements sont moins fréquents (voitures, camions ou transports en commun compris), comme la rue Damozanne ou la rue du Capitaine Boualam qui ont des nuisances sonores en journée plutôt faibles. Des secteurs comme la rue Caponière ou l'avenue du Carel sont soumis à des nuisances sonores modérées. De nuit (22h-6h), seuls la RN814 et le boulevard Dunois maintiennent des nuisances sonores égales ou supérieures à 65 dB(A) en raison du trafic routier. Sur les autres secteurs évoqués précédemment, les nuisances sonores sont bien moins perceptibles et sont en très grande majorité inférieures à 45 dB(A).	Fort
Émissions lumineuses	Pollution lumineuse existante importante en cœur d'agglomération caennaise et dans sa proche banlieue.	Modéré
Odeurs	Nuisances odorantes peu présentes dans le bassin caennais, sauf cas accidentel (épandage par exemple).	Faible

3. BIODIVERSITE

L'étude relative aux milieux naturels a été réalisée par le bureau d'études spécialisé ExEco Environnement. La méthodologie de réalisation des inventaires écologiques est spécifiée au chapitre 4.4 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

Le volet milieu naturel de l'étude d'impact dans son intégralité est présenté en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

Les aires d'étude rapprochée s'insèrent dans des secteurs fortement urbanisés laissant peu de place aux espaces naturels. Même si la région normande comporte de multiples espaces naturels majeurs et de nombreuses zones de protection à préserver, aucun d'entre eux n'est traversé par le projet.

Néanmoins, afin d'apporter l'ensemble des informations utiles à l'analyse des enjeux au sein des aires d'étude, il est indispensable de détailler certains espaces naturels et/ou protégés à l'échelle de l'aire d'étude élargie. À ce titre, les éléments concernant les zones Natura 2000 et les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) sont détaillés dans le chapitre suivant.

Par ailleurs, afin de préciser les enjeux de biodiversité au droit de l'aire d'étude immédiate du projet, un diagnostic écologique a été réalisé spécifiquement pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer. Celui-ci- intègre une partie d'analyse bibliographique et une synthèse des inventaires floristiques et faunistiques réalisés sur site (cf. chapitre 3.2).

3.1. ESPACES INVENTORIES OU PROTEGES

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

3.1.1. Sites Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique majeur qui doit structurer durablement le territoire européen et contribuer à la préservation de la diversité biologique. Deux textes de l'Union Européenne établissent la base réglementaire de ce grand réseau écologique européen :

- La Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, ou directive « Oiseaux » ;
- La Directive 92/43/CEE du 21 mars 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, ou directive « Habitats ».

L'application de ces directives se concrétise, pour chaque État membre, par la désignation et la bonne gestion de Zones Spéciales de Conservation (ZSC, en application de la directive « Habitats ») et de Zones de Protection Spéciale (ZPS, en application de la directive « Oiseaux »).

L'aire d'étude rapprochée n'intercepte aucun site Natura 2000.

Les sites Natura 2000 les plus proches de l'aire d'étude rapprochée sont recensés dans le tableau suivant :

Type de zonage	Nom	Surface totale	Distance à l'aire d'étude rapprochée
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	Anciennes carrières de la vallée de la Mue (FR2502004)	198 ha	À environ 5 km au Nord-Ouest l'aire d'étude rapprochée
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	Estuaire de l'Orne (FR2510059)	5 942 ha	À environ 8,3 km au Nord-Est de la station existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair

Sites Natura 2000 localisés à proximité du projet d'extension du tramway Caen la mer

ZSC FR2502004 « Anciennes carrières de la vallée de la Mue » :

- Date de l'arrêté de désignation en ZSC : 11/07/2016
- Document d'objectifs (DOCOB) : 02/2011, mis à jour 11/2015

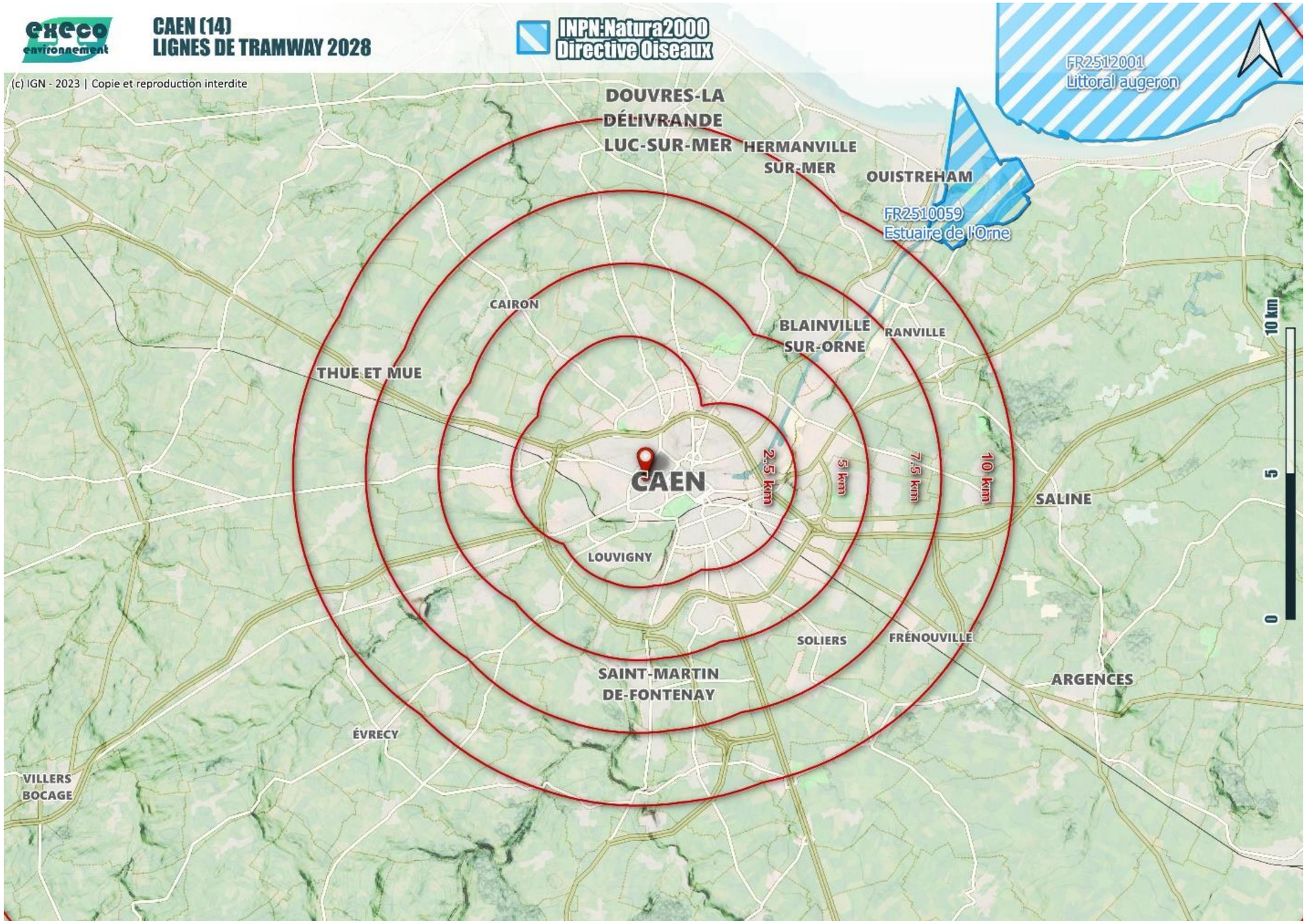
Ce site correspond à un ensemble de 13 cavités, jadis exploitées en carrières, creusées dans les calcaires du Bathonien moyen.

Les terrains de chasse des chiroptères ont été rajoutés à la suite d'une étude de télémétrie. L'extension du périmètre réalisée en 2016 porte sur des prairies humides et des boisements caducifoliés de pente sur les versants de la vallée.

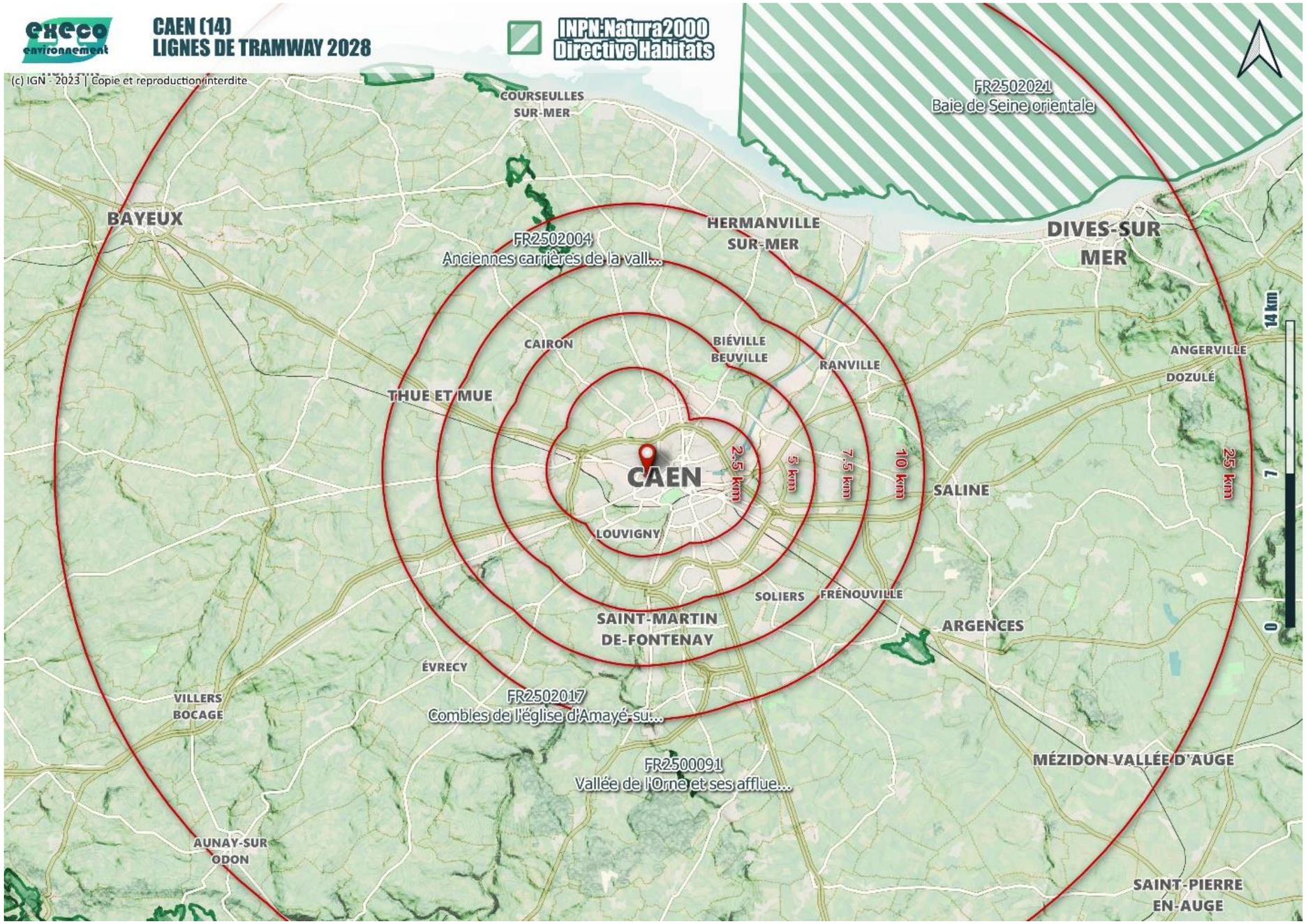
Parmi les vulnérabilités identifiées sont recensées des cavités trop facilement accessibles à une fréquentation humaine incontrôlée et des dégradations notées sur certaines cavités (feux, dépôts de déchets, comblement, etc.).

Ce réseau de cavités constitue un ensemble de sites d'hibernation, d'estivage et de mise bas pour 10 espèces de chiroptères, dont 5 inscrites à l'annexe II de la directive « Habitats ». Les effectifs présents confèrent à ce site un intérêt majeur à l'échelle régionale.

.



Zones de Protection Spéciale (ZPS) autour de Caen (source : ExEco, janvier 2024)



Zones Spéciales de Conservation (ZSC) autour de Caen (source : ExEco, janvier 2024)

ZPS FR2510059 « Estuaire de l'Orne » :

- Date de l'arrêté de désignation en ZPS : 31/01/1990
- Document d'objectifs (DOCOB) : il n'existe pas de plan de gestion pour ce site Natura 2000.

L'estuaire de l'Orne constitue une escale migratoire unique dans le département du Calvados, permettant de fait une diversité importante de biotopes. Un projet d'arrêté préfectoral de biotope est en réflexion. Les vulnérabilités du site sont essentiellement dues à la pression de chasse importante ainsi qu'à la pression touristique.

3.1.2. Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique

L'inventaire national des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est défini par la circulaire n°91-71 du 14 mai 1991. Il existe deux niveaux de caractérisation :

- Le type I correspond à des secteurs de superficie en général assez limitée, caractérisés par la présence d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel ou régional ;
- Le type II correspond aux grands ensembles naturels (massifs forestiers, vallées, plateaux, estuaires…) riches et peu modifiés par l'homme, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Aucune ZNIEFF de type I ou II n'interfère avec les aires d'étude immédiate du projet d'extension de Caen la mer, ni avec le CEMT de Fleury-sur-Orne.

En revanche, la ZNIEFF de type I « Carrière Charlemagne » (id. : 250030037) est identifiée à environ 150 m au Sud-Ouest des emprises actuelles du CEMT de Fleury-sur-Orne.

Aussi, la ZNIEFF de type I « Talus calcaires du bas de Venoix » (id. : 250030131) est située en bordure immédiate à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

La ZNIEFF de type I « Pelouses calcaires du Nord de Caen » (id. : 250020122) est aussi en bordure immédiate à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, dans le secteur de la Colline aux oiseaux.

Enfin, la ZNIEFF de type I « Canal du Pont de Colombelles à la mer » (id. : 250013133) est à environ 500 m au Nord-Est de l'aire d'étude rapprochée du projet du projet de modification du terminus Nord existant « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

Concernant les ZNIEFF de type II, la zone « Bassin de l'Odon » (id. : 250008464) est identifiée en bordure Sud de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer (la voie ferrée fait office de barrière physique).

La ZNIEFF de type II « Vallée de l'Orne » (id. : 250008466) est à environ 500 m à l'Ouest du CEMT de Fleury-sur-Orne. Quant à la ZNIEFF de type II « Basse-vallée et estuaire de l'Orne » (id. : 250006472), celle-ci est à environ 500 m au Nord-Est de l'aire d'étude rapprochée du projet du projet de modification du terminus Nord existant « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

3.1.3. Autres protections environnementales et contractuelles

Aucun arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB) ni aucune mesure compensatoire prescrite des atteintes à la biodiversité ne sont identifiés au sein de l'aire d'étude rapprochée ou à proximité.

De même, aucune réserve naturelle nationale (RNN) ou réserve naturelle régionale (RNR), aucun site du Conservatoire d'Espaces naturels (CEN), ni aucun Parc naturel régional (PNR) ou national (PNN) ne sont recensés au sein de la Communauté urbaine Caen-la-Mer

3.2. EXPERTISE ECOLOGIQUE

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude immédiate.

Les inventaires écologiques ont été réalisés par le bureau d'études spécialisé ExEco Environnement. Deux aires d'étude ont été considérées pour ces inventaires de terrain :

- Une aire d'étude immédiate de 40 à 50 mètres de part et d'autre de l'axe de la future ligne de tramway ;
- Une aire d'étude immédiate localement agrandie qui comprend en plus les franges en périphérie immédiate de la future ligne de tramway.

Les cartes ci-après représentent l'aire d'étude des investigations faune-flore.

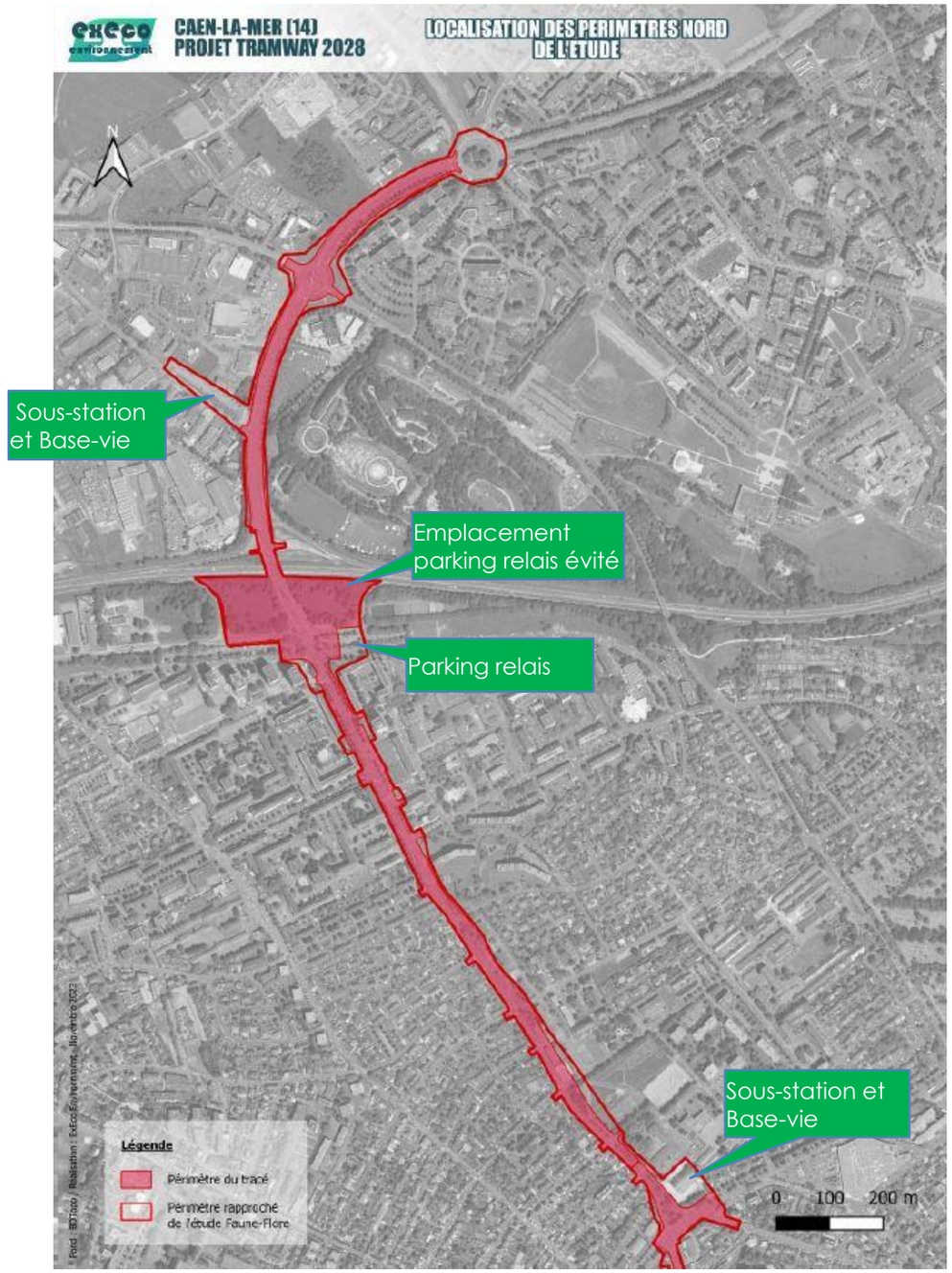
En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Dans le cadre du projet d'extension de tramway de Caen la mer, les investigations faune-flore réalisées de base ont intégré :

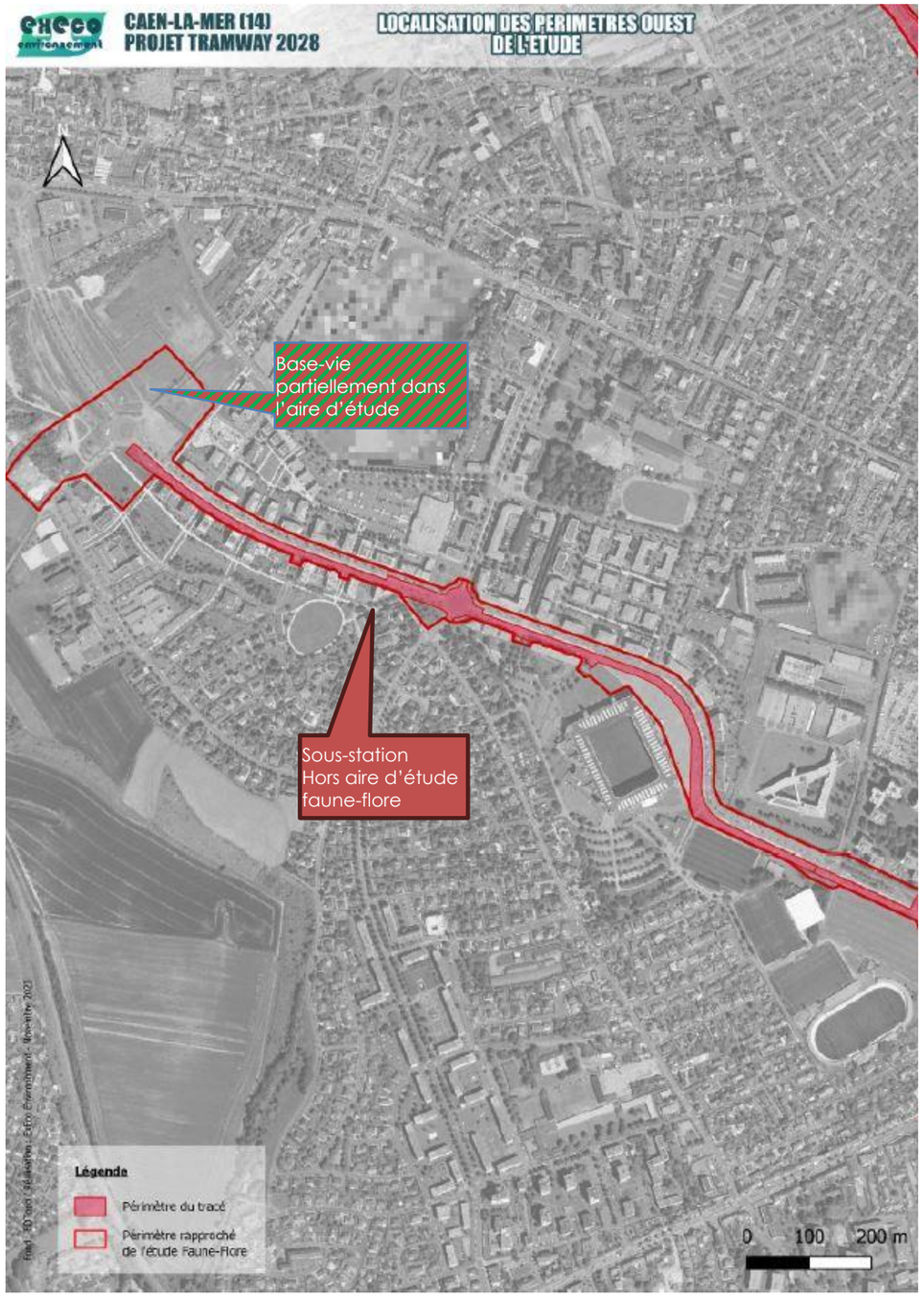
- l'ensemble des parkings-relais, ainsi que les ouvrages d'art ;
- la plupart des bases-vie de chantier, à l'exception des emprises complémentaires suivantes : base-vie dite « Palais des sports » prévue rue Michelle Guillais à Caen, base-vie dite « Presqu'île » prévue rue de Cardiff à Caen, base-vie dite « Pompidou » prévue boulevard Pompidou à Caen (partiellement couverte dans l'implantation pressentie à ce jour, et mise à jour par rapport à l'étude d'impact initiale pour tenir compte des enjeux environnementaux pesant sur la parcelle initialement identifiée avenue Nelson Mandela) ;
- la plupart des bâtiments techniques (sous-stations de redressement électrique), hormis la sous-station dite « Beaulieu » prévue boulevard Pompidou à Caen et la sous-station dite « Beau Site » prévue rue du Beau Site à Caen.

Pour plus de clarté, les bases-vie, les sous-stations relais et les parkings-relais y sont localisés. Certains élargissements d'emprises, peu nombreux, sont effectivement hors de l'aire d'étude. Ces emprises complémentaires sont localisées plus en détails ci-après.

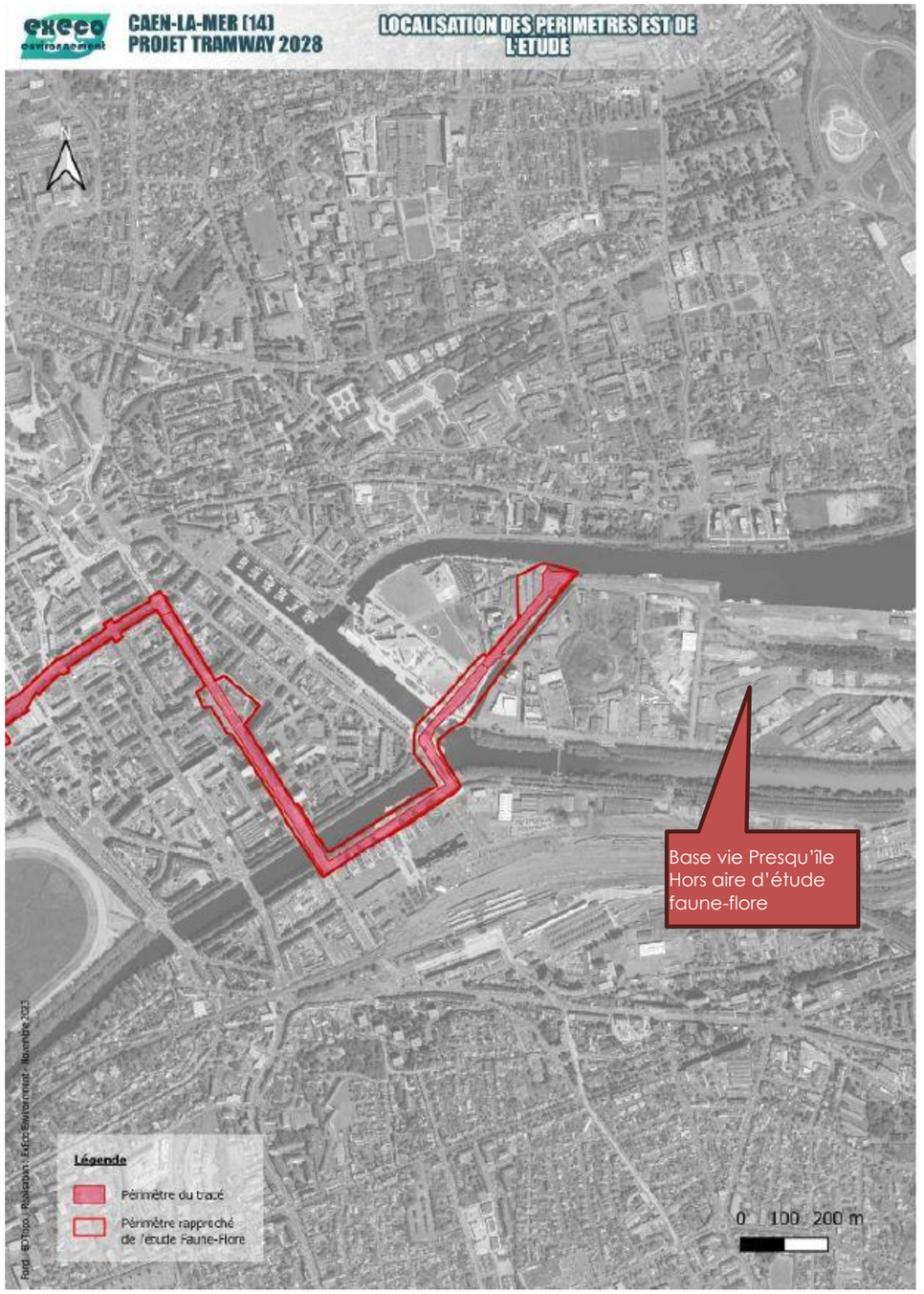
Afin de compléter l'étude d'impact sur ces emprises complémentaires, la Communauté urbaine Caen la mer a fait réaliser des investigations environnementales complémentaires associées à ces emprises (diagnostic faune-flore réalisé sur quatre saisons de septembre 2024 à juillet 2025).



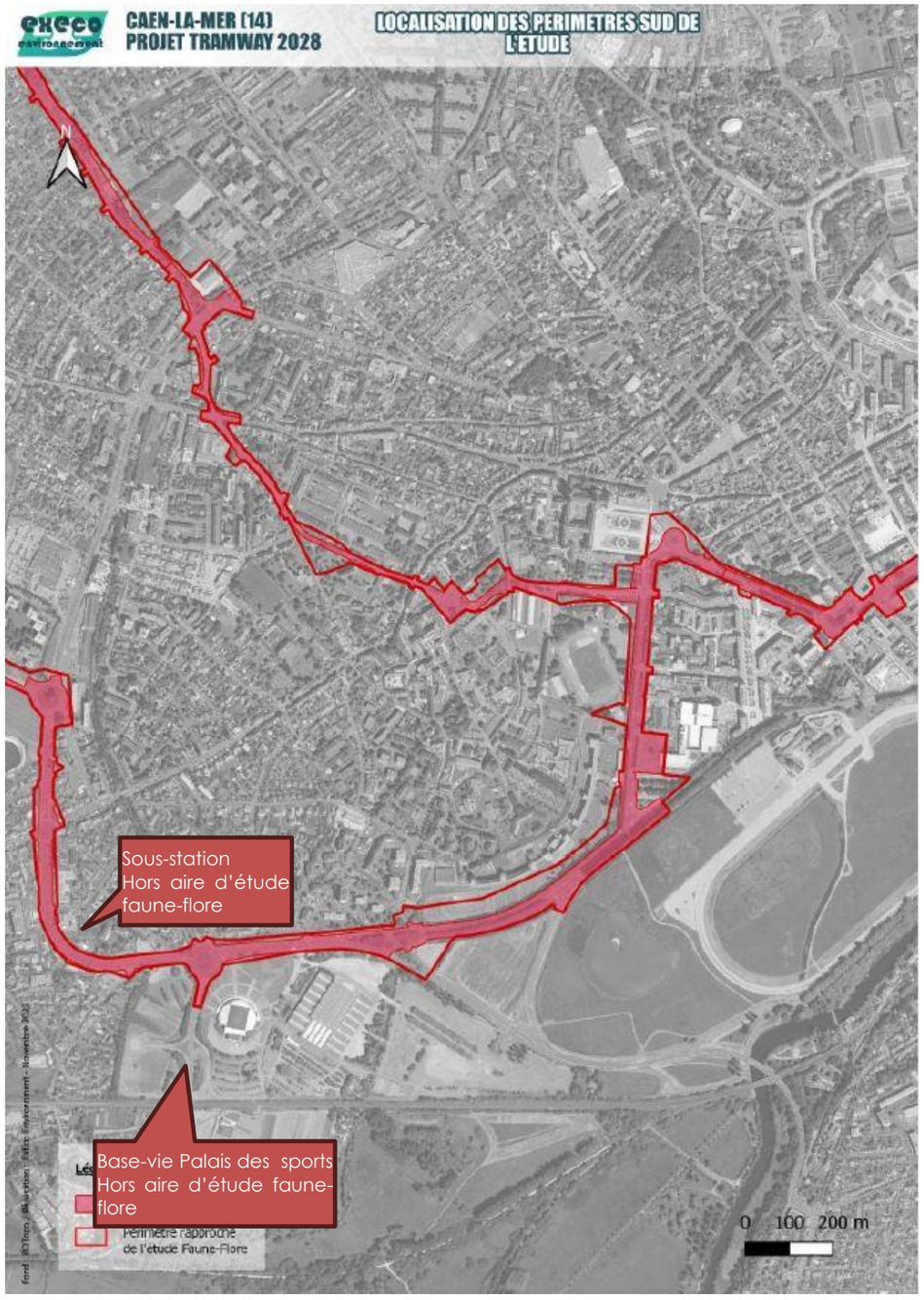
Carte de localisation du périmètre de l'étude faune-flore – Nord (source : ExEco, janvier 2024)



Carte de localisation du périmètre de l'étude faune-flore – Ouest
(source : ExEco, janvier 2024)



Carte de localisation du périmètre de l'étude faune-flore – Est
(source : ExEco, janvier 2024)



Carte de localisation du périmètre de l'étude faune-flore – Sud (source : ExEco, janvier 2024)

Des focus d'inventaires ont aussi été déterminés. Ces focus permettent de faire un zoom spécifique sur des zones dites « à intérêt potentiel d'un point de vue faunistique et/ou floristique ». Ces zones présentent des milieux ou un agencement plus accueillant pour la faune et la flore. La probabilité de recenser une diversité d'espèces et/ou des espèces patrimoniales y est plus importante. Ces focus ont fait l'objet d'une attention plus poussée lors de toutes les campagnes de terrain. Ainsi, 7 focus ont été identifiés :

- Focus 1 : l'échangeur du Chemin Vert et les parkings attenants ;
- Focus 2 : la maison dite « du Général » et son jardin (rue Damozanne) ;
- Focus 3 : la périphérie Sud du lycée Malherbe et l'Ouest de la Prairie (parking situé près du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas) ;
- Focus 4 : le boulevard Bertrand et la place Gambetta ;
- Focus 5 : la zone du Nouveau Bassin sur la Presqu'Île ;
- Focus 6 : le boulevard Georges Pompidou au niveau du Parking Beaulieu,
- Focus 7 : les parcs des résidences du Père Jamet et Sainte Bernadette au sein de l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen.

Le reste du tracé a néanmoins fait l'objet de parcours attentifs à chaque campagne afin de vérifier qu'aucune espèce à intérêt n'y soit observée.



Carte de localisation des focus d'inventaires faune-flore (source : ExEco, Janvier 2024)

3.2.1. Habitats

La majeure partie de l'aire d'étude immédiate est occupée par un ensemble de milieux urbanisés et notamment recouverte de voiries et stationnements de type routes, voies de tramway déjà existantes ou encore parkings (avec ou sans arbres plantés).

La partie urbanisée du tracé est occupée par :

- Des bâtiments divers (essentiellement résidentiels), entreprises en activité ;
- Des sites urbains désaffectés ou en cours de réaménagement et donc accompagnés de friches rudérales ;
- Des parcs et jardins ornementaux avec parterres de fleurs comme celui observé au niveau de l'Hôtel de Ville de Caen ou au niveau de la piscine avenue Albert Sorel ;
- Le canal de Caen à la mer observé dans certaines zones de l'aire d'étude, notamment au niveau du quartier des Rives de l'Orne.

L'aire d'étude immédiate est par ailleurs occupée par des milieux à tendance plus « naturelle », mais restant toujours très liés aux espaces urbains, de type :

- Prairie plus naturelle fauchée au niveau du parking près du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas (et donc présente en contexte urbain) ;
- Petits parcs arborés, espaces accueillant des zones prairiales et arborées à érables (*Acer pseudoplatanus, A. campestre*), aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), bouleaux (*Betula pendula, B. pubescens*), hêtre (*Fagus sylvatica*), peuplier blanc (*Populus alba*), saules (*Salix alba*) ou chênes (*Quercus robur*) etc. mais pouvant également accueillir quelques espèces ornementales telles que le laurier palme (*Prunus laurocerasus*), le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) ou encore la renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) par exemple ;
- Espaces verts en contexte urbain inventoriés notamment au niveau des différents échangeurs ou des feux du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas, ces zones sont des prairies anciennement semées qui sont aujourd'hui très entretenues par tonte ou fauche ;
- Prairies d'espaces de loisirs observées au niveau du boulevard Georges Pompidou ou dans le lycée Malherbe. Au niveau du boulevard Georges Pompidou, des prairies à entretien tardif ont été inventoriées avec quelques populations d'orchidées telles que l'orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), l'orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*) ou l'ophrys abeille (*Ophrys apifera*) ;
- Friches et fourrés anthropiques (avec ronciers, arbres à papillons etc.) ainsi que des zones rudérales avec dépôts au niveau du boulevard Georges Pompidou.

Les différents focus et les habitats en présence sont décrits ci-dessous :

- Le focus 1 est composé de deux petits parcs urbains séparés par une voirie. Ces derniers sont entretenus de manière plus extensive par une fauche tardive à part sur quelques zones de chemins fauchées régulièrement afin de pouvoir s'y promener ;
- Le focus 2 est composé d'un parc urbain accueillant quelques zones arborées (avec quelques espèces invasives de type arbres à papillons, robinier faux-acacia ou renouée du Japon) et une zone de prairie pouvant être intéressante pour la faune ;
- Le focus 3 est composé d'une zone de prairies plus naturelles au niveau du parking à proximité du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas et de prairies d'espaces de loisirs présentes dans le lycée Malherbe. Longeant la voirie, on retrouve également une zone d'espaces verts ainsi que des alignements d'arbres et arbustes en contexte urbain ;
- Le focus 4 est composé de deux alignements d'arbres entre les voiries (route et trottoirs). Au Nord de la voirie est retrouvé un parc urbain arboré ainsi que des petits espaces verts à l'Ouest et à l'Est ;
- Le focus 6 est composé d'espaces verts en contexte urbain fauchés tardivement, de fourrés et friches anthropiques ainsi que d'une zone de dépôts rudéraux au sud. Des individus d'arbres à papillons (espèce invasive) sont notamment observés çà et là sur ce focus. Quelques prairies d'espaces de loisirs (accueillant des espèces d'orchidées) et servant ponctuellement de parkings (pour les matchs de football du Stade Malherbe Caen) se retrouvent au nord de ce focus ;
- Le focus 7 est situé au niveau de l'EPSM de Caen et est composé de petits parcs urbains plus ou moins entretenus. La partie Ouest est très entretenue car elle accueille toujours des patients tandis que la partie Est connaît un entretien moins fréquent ; cela permet donc à une flore plus diversifiée de se développer.

Par ailleurs, un diagnostic des haies a été réalisé et il en ressort les catégories suivantes :

- Présence de la strate arborée :
  - Alignements d'arbres à houppiers libres, en quelques rares endroits de l'aire d'étude (notamment au Nord au niveau du boulevard Maréchal Juin). Ces haies sont plus développées et accueillent des sous strates arbustives voire herbacées ;
  - Alignements d'arbres en contexte urbain, pour les portions où ne se rencontrent que des arbres de haut-jet assez distants les uns des autres ;
  - Haies ornementales plantées ;
- Absence de la strate arborée :
  - Haies arbustives taillées.

Les cartes ci-après illustrent la localisation des différents habitats inventoriés ci-dessus[3].

[3] ATTENTION : les fonds satellites utilisés pour les cartes suivantes ne laissent pas apparaître les aménagements qui ont pu être effectués ces-dernières années. Par exemple, le Palais des Sports de Caen, inauguré en septembre 2023, n'apparaît pas.



Carte des habitats – Saint-Contest/Colline aux oiseaux/Chemin Vert/Molière (source : ExEco, Janvier 2024)



Carte des habitats – Chemin Vert/Molière/Stockholm/Dunois (source : ExEco, janvier 2024)



Carte des habitats – Pompidou/Beaulieu/Stade d'Ornano (source : ExEco, janvier 2024)



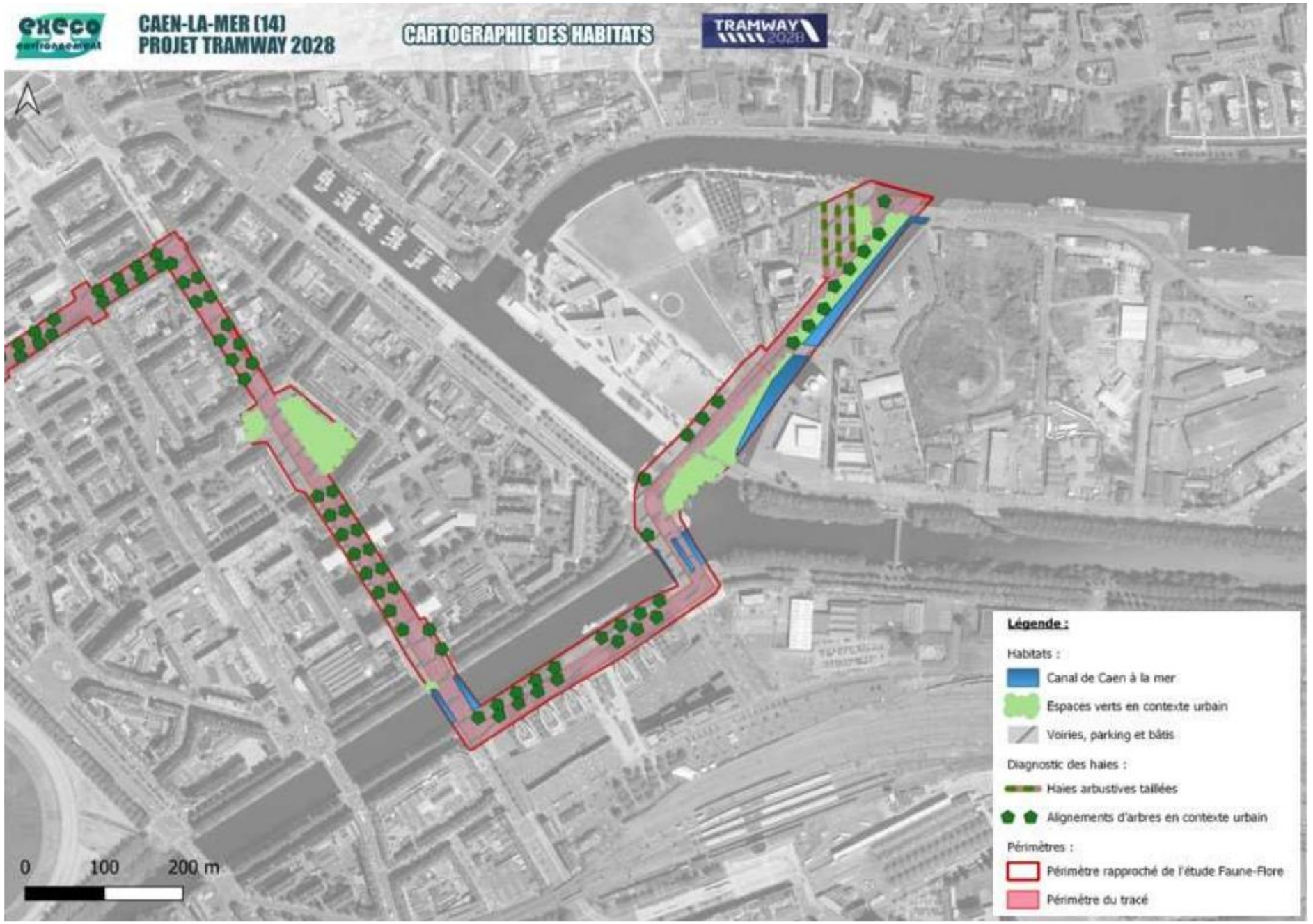
Carte des habitats – La Haie Vigné/Caponière/Stade d'Ornano/Detolle (source : ExEco, janvier 2024)



Carte des habitats – Detolle/Venoix/Zénith/Prairie (source : ExEco, janvier 2024)



Carte des habitats – Caponière/Hôtel de Ville/Théâtre/Prairie (source : ExEco, Janvier 2024)



Carte des habitats – Bernières/Résistance/Saint-Jean/Quai de Juillet/Gares Rives de l'Orne/Presqu'île (source : ExEco, Janvier 2024)

Synthèse de l'intérêt des habitats biologiques

Les formations végétales caractérisant les principaux habitats de l'aire d'étude ne présentent pas un intérêt écologique particulier. Il s'agit de zones urbaines essentiellement avec quelques habitats plus « naturels » de type parcs arborés, espaces verts ou prairies. Aucun habitat ne correspond à un habitat d'intérêt communautaire.

De plus, aucun habitat caractéristique de zone humide n'a été observé sur le tracé.

Malgré une artificialisation plus ou moins marquée, certains habitats sont plus susceptibles de montrer une attractivité pour certains groupes faunistiques tels que **les parcs, espaces verts et les haies (faune en générale dont les oiseaux).**

L'enjeu lié aux habitats peut être défini comme **« faible ».**

3.2.2. Flore

3.2.2.1. Diversité, protection et menace

La diversité floristique à l'échelle de l'aire d'étude immédiate est de 220 taxons, ce qui est une diversité plutôt bonne compte tenu de la faible diversité d'habitats dits « naturels » inventoriés.

Le nombre de taxons identifiés par focus lors des inventaires est indiqué dans le tableau suivant.

Focus 1	Focus 2	Focus 3	Focus 4	Focus 6	Focus 7	Total (focus et hors focus)
95	72	114	36	93	83	**220**

Nombre de taxons par focus (source : ExEco, Janvier 2024)

Aucune des espèces recensées ne fait l'objet de mesures de protection.

Au niveau national et régional, **aucune des espèces recensées ne figure parmi les catégories menacées des listes rouges**.

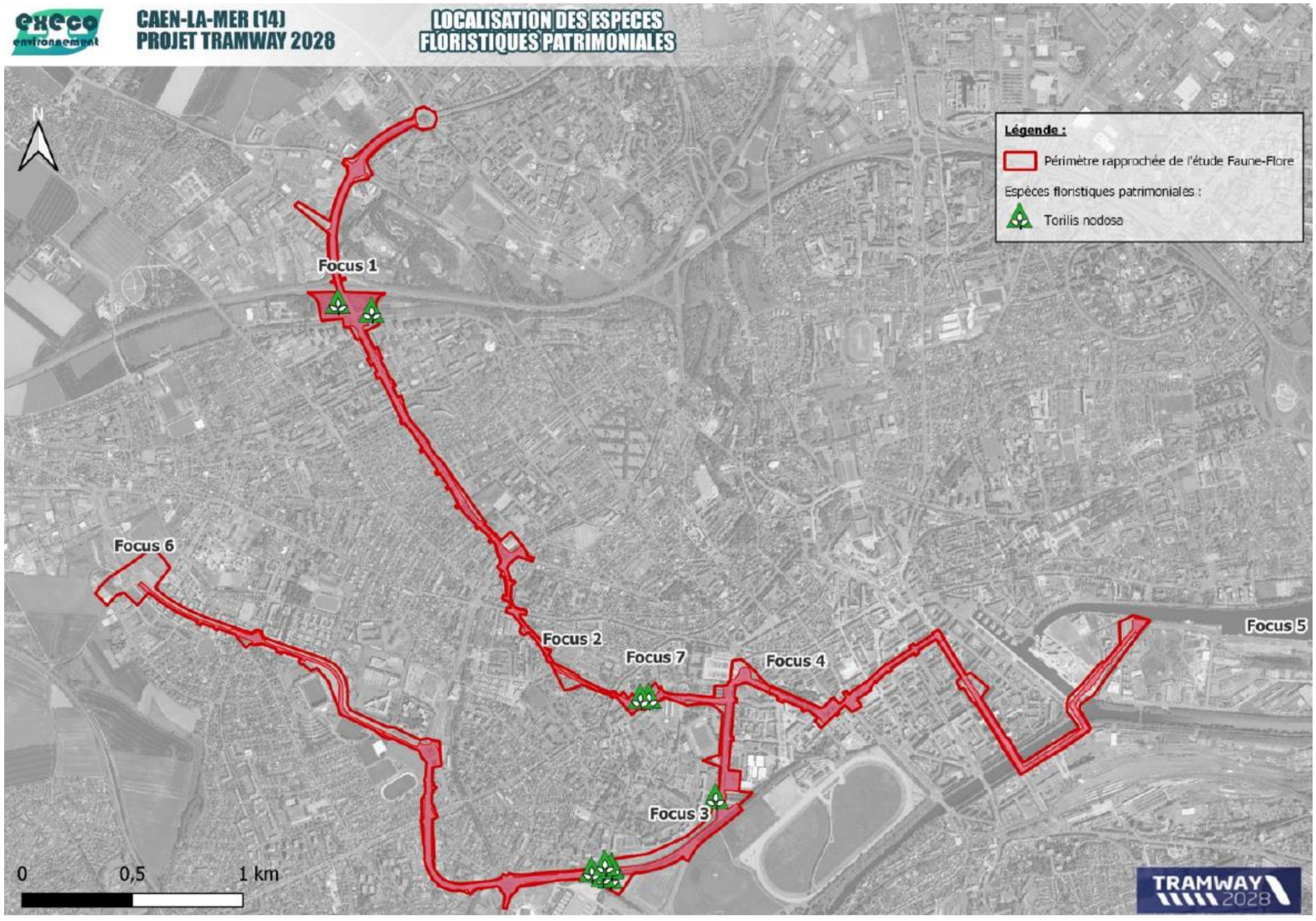
3.2.2.2. Rareté

En examinant les espèces rentrant dans les catégories assez rares à très rares dans la région selon les statuts établis par le Conservatoire Botanique National de Brest et datant de 2010, 17 espèces recensées sont concernées :

- Une espèce notée « rare » : le Torilis noueux (*Torilis nodosa*) observé assez régulièrement sur les prairies ou espaces verts au niveau des échangeurs du Chemin Vert, dans le parc de l'hôpital ou autres zones prairiales proches des feux tricolores, notamment au niveau du parking près du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas (focus 3). Caen et ses environs sont le secteur préférentiel de rencontre de l'espèce ;
- 16 pour la catégorie « assez rare » (AR) : la Canche caryophyllée (*Aira caryophyllea*), le Géranium pourpre (*Geranium purpureum*), l'Orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), le Millepertuis androsème (*Hypericum androsaemum*), la Mauve à feuilles rondes (*Malva neglecta*), la Matricaire maritime (*Tripleurospermum maritimum*), l'Ophrys abeille (*Ophrys apifera*), la Renoncule sarde (*Ranunculuis sardous*), la Réséda jaune (*Reseda lutea*), la Sauge verveine (*Salva verbenaca*), l'Orpin âcre (*Sedum acre*), l'Orpin blanc (*Sedum album*), la Rubéole des champs (*Sherardia arvensis*), le Trèfle des champs (*Trifolium arvense*), la Vulpie queue-d'écureuil (*Vulpia bromoides*) et la Vulpie queue-de-rat (*Vulpia myuros*).



L'Orpin blanc (à gauche) et l'orpin âcre (à droite), espèces « assez rares » identifiées dans l'aire d'étude (source : ExEco, Janvier 2024)



Carte de la flore patrimoniale (source : ExEco, Janvier 2024)

3.2.2.3. Espèces invasives

16 des espèces recensées figurent parmi les différentes catégories de la liste régionale des plantes invasives de Basse et Haute Normandie parue en 2019, plus précisément dans les sous-catégories suivantes indépendamment de l'expression du caractère invasif plus localement :

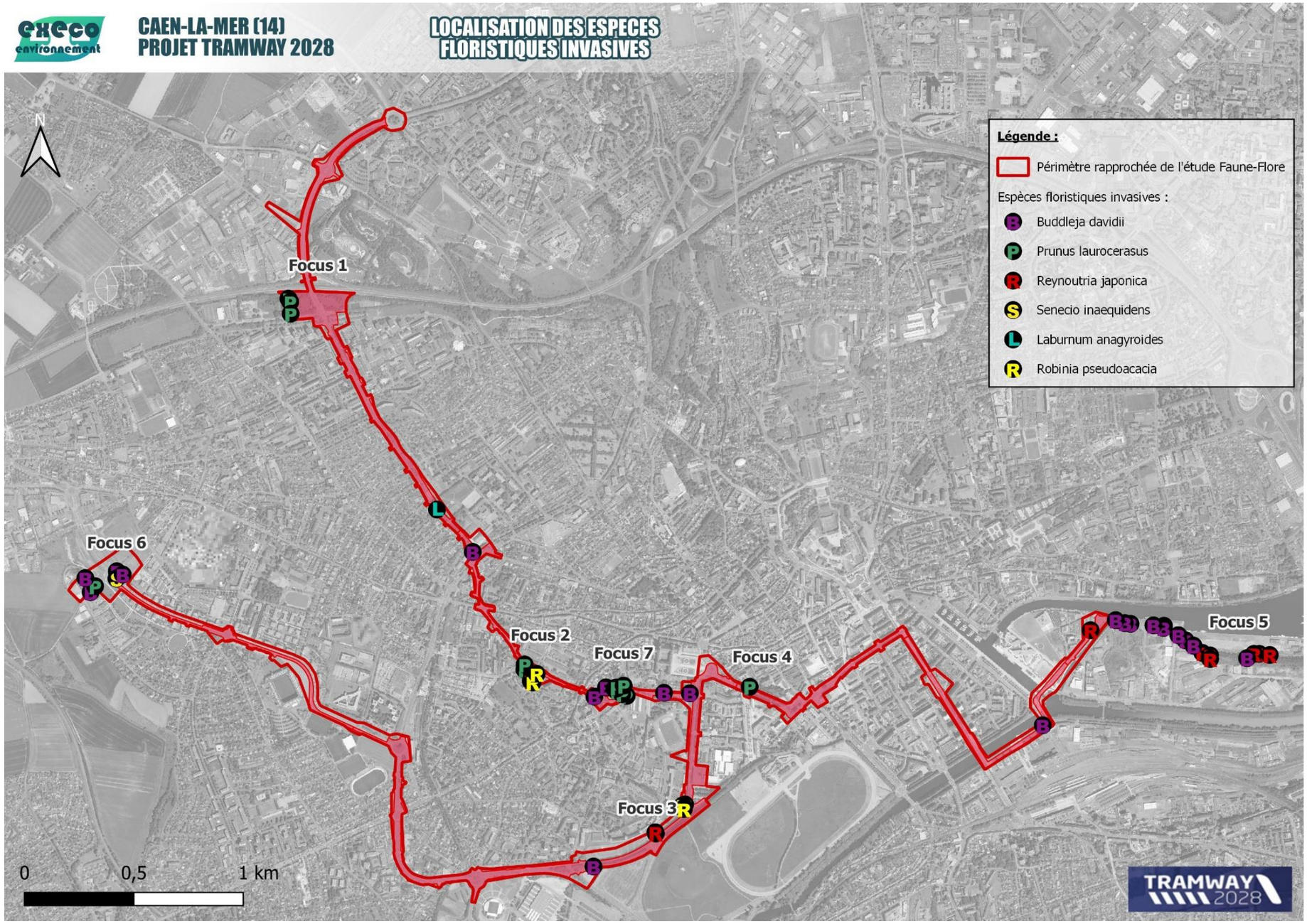
- 6 espèces notées « IA : invasives avérées » :
  - L'Arbre à papillons (*Buddleja davidii*) observé çà et là dans les focus 2, 3 (sous la forme d'un fourré anthropique), 6 et 7, mais également hors focus ;
  - Le Cytise faux-ébénier (*Laburnum anagyroides*) observé hors focus dans un bosquet anthropique (donc un individu probablement planté) ;
  - Le Laurier palme (*Prunus laurocerasus*) observé dans les focus 1, 2, 6 et 7 sous la forme d'individus échappés des jardins et se développant ;
  - La Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) a été observée dans les focus 2, 3, et également hors focus ;
  - Le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) inventorié dans les focus 2 plantés dans les haies bordant la zone, 3 mais également hors focus sous forme planté ou échappé des jardins ;
  - Le Séneçon du cap (*Senecio inaequidens*) observé çà et là dans les focus 2 et 6, mais également hors focus.





Arbre à papillons (à gauche) et Renouée du Japon (à droite)
(source : ExEco, Janvier 2024)

- 3 espèces notées « IP : invasives potentielles » :
  - L'Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) observé dans les zones arborées ou plantées au niveau des focus 1, 2, 3, 6 et hors focus ;
  - L'Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*) inventoriée dans le focus 3 sous la forme de repousses échappées des jardins ;
  - La Vergerette de Sumatra (*Erigeron sumatrensis*) observée hors focus.
- 7 espèces notées « V : veille » :
  - Le Marronnier (*Aesculus hippocastanum*) observé sous la forme d'individus plantés dans le focus 3 et hors focus ;
  - L'Ail triquètre (*Allium triquetrum*) inventorié dans le focus 4 ;
  - Le Brome purgatif (*Bromus catharticus*) noté dans le focus 3 ;
  - La Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) observée hors focus,
  - La Vergerette à fleurs nombreuses (*Erigeron floribundus*) observée dans le focus 7 ;
  - Le Galinsoge cilié (*Galinsoga quadriradiata*) noté dans le focus 7 ;
  - La Passerage drave (*Lepidium draba*) inventoriée dans les focus 3, 6 et hors focus.



Localisation des espèces floristiques invasives (source : ExEco, Janvier 2024)

3.2.2.4. Bilan floristique

La diversité floristique apparaît dans l'ensemble assez bonne malgré une faible diversité d'habitats représentés.

Au regard des différents statuts, **aucune espèce** ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité, même si le Torilis noueux est rare à l'échelle bas-normande. Il est bien plus fréquent à Caen et ses environs. L'enjeu lié aux espèces floristiques patrimoniales est **« faible »**.

Pour ce qui est de la problématique des espèces invasives, c'est parmi les « invasives avérées » que l'attention lors de la phase de travaux doit se porter en priorité afin de limiter les risques de dissémination. Les risques pressentis comme les plus importants concernent l'arbre à papillons, la renouée du Japon et le séneçon du Cap. **L'enjeu lié aux espèces floristiques invasives est défini comme « moyen ».**

3.2.3. Diagnostic des arbres

Outre le caractère qualitatif du paysage urbain, les arbres sont essentiels pour le maintien d'une biodiversité urbaine. Ils permettent de constituer l'architecture des corridors biologiques, de favoriser la présence de très nombreuses espèces végétales et animales par leur rôle de refuge, de lieu de nidification, de source de nourriture, et permettent la production de sols et d'oxygène, etc.

C'est pourquoi ils ont été le sujet d'une attention particulière. Les arbres ont été observés et analysés d'un point de vue écologique à chacune des campagnes de terrain : la présence ou l'absence de nids (d'oiseaux, d'écureuil, etc.) et de cavités ont été relevées.

Aucun arbre n'a présenté de cavité pouvant représenter un gîte à chiroptère ou de nid d'oiseaux. Certains nids de pigeons ou de tourterelle turque ont été observés, mais ces espèces ne sont pas protégées et ne présentent donc pas un enjeu particulier.

En parallèle, un diagnostic phytosanitaire des arbres a été réalisé par ONF Vegetis en 2023, complété début 2024. Il porte sur 1 024 sujets répartis en 56 essences.

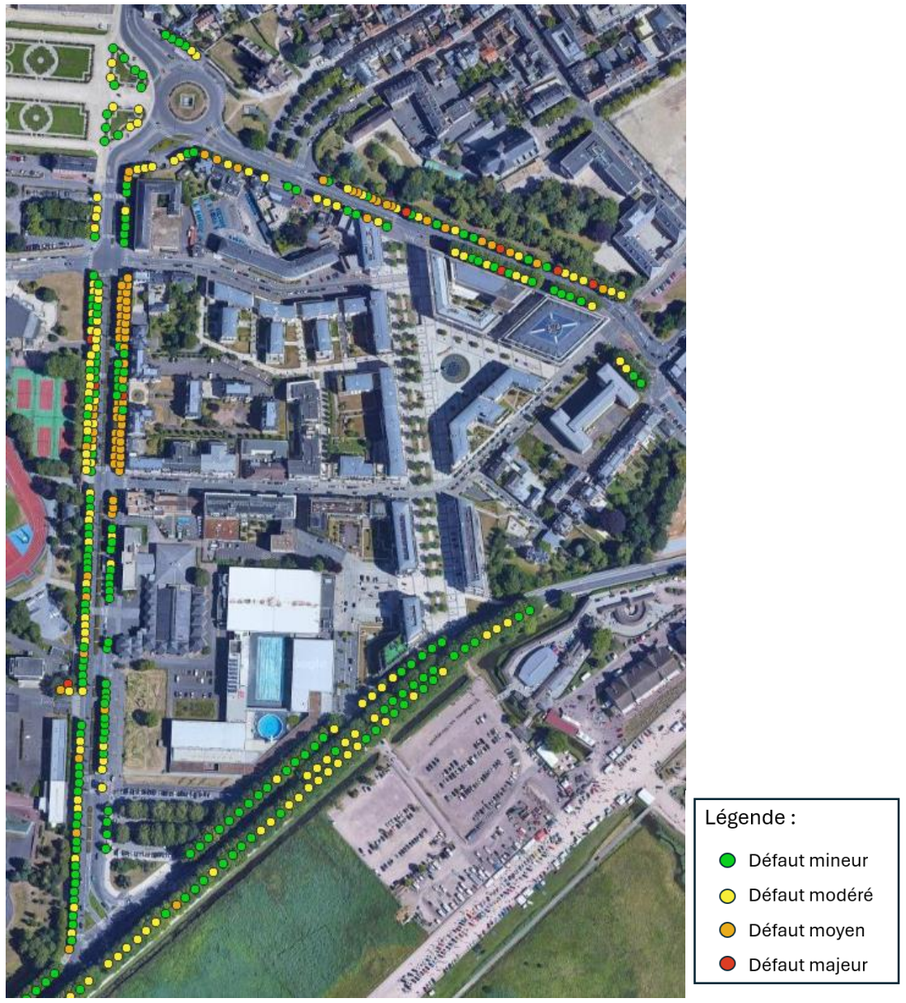
En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Un diagnostic phytosanitaire des arbres a été réalisé dans le cadre de la présente opération. Il est fourni en annexe au présent document. Des extraits de ce diagnostic phytosanitaire sont présentés ci-après.

Avenue Sorel / boulevard Bertrand

Environ un quart des arbres présentent un état phytosanitaire moyen ou mauvais.

Les arbres en mauvais état phytosanitaire sont du côté Nord de l'avenue Sorel et en particulier au niveau des doubles alignements. Devant le lycée Malherbe, les arbres sont globalement en bon état phytosanitaire.



Avenue Sorel / boulevard Bertrand – État phytosanitaire des arbres (source : diagnostic phytosanitaire, ONF, 2023)

Rue de Bernières

Selon le diagnostic phytosanitaire, la moitié des arbres environ de la rue de Bernières présente un état dégradé. Certains arbres ont d'ailleurs été récemment remplacés.



Rue de Bernières – État phytosanitaire des arbres (source : diagnostic phytosanitaire, ONF, 2023)

Place du Théâtre

L'état phytosanitaire des arbres sur la place du Théâtre est variable, avec des sujets en bon état et d'autres dont l'état est dégradé.



Place du Théâtre – État phytosanitaire des arbres (source : diagnostic phytosanitaire, ONF, 2023)

Boulevards Detolle et Guillou

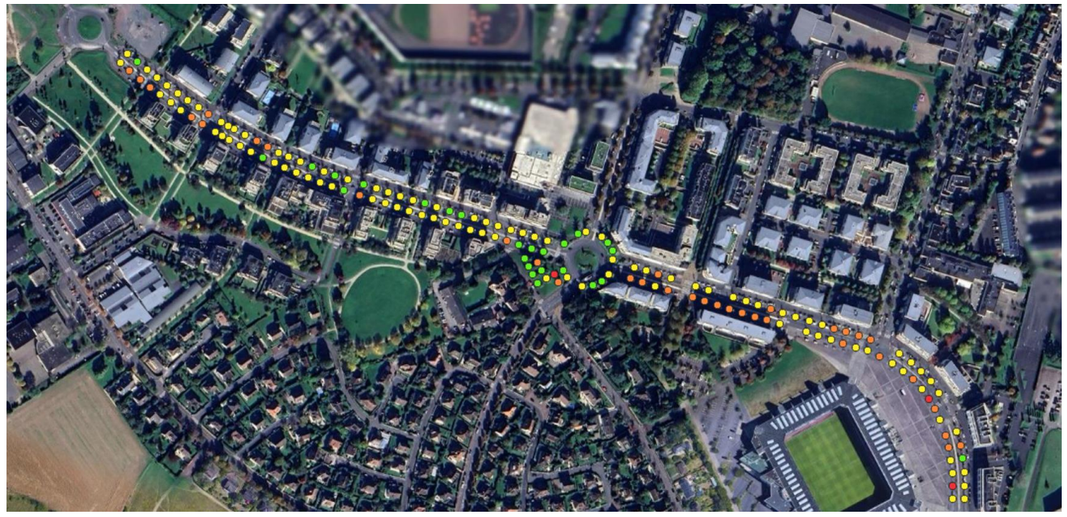
Les arbres des boulevards Detolle et Guillou sont globalement en bon état phytosanitaire sauf côté Est, au Nord de l'hôtel Zenith.



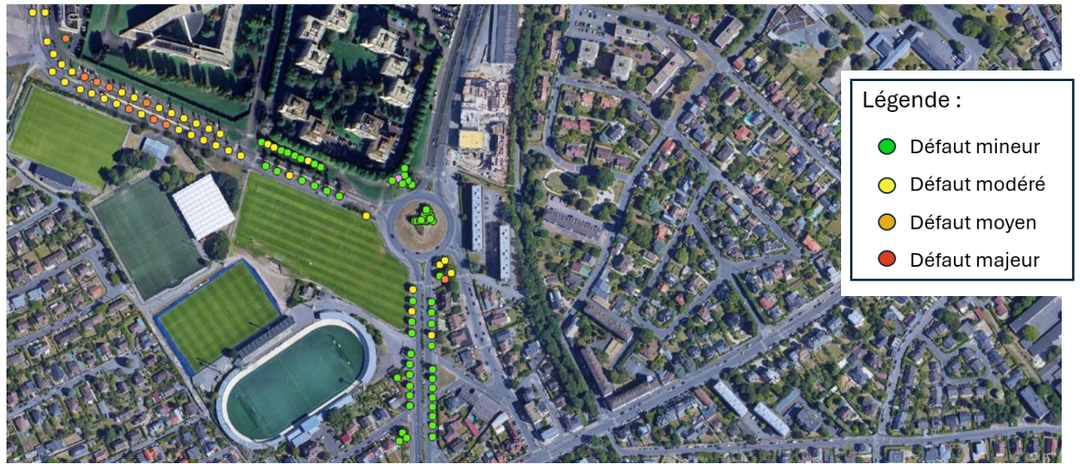
Boulevards Detolle et Guillou – État phytosanitaire des arbres (source : diagnostic phytosanitaire, ONF, 2023)

Boulevard Pompidou

L'état phytosanitaire des gingko bilobas du boulevard Pompidou est globalement dégradé, avec des arbres dont l'état est généralement qualifié de moyen à mauvais.



Boulevard Pompidou – État phytosanitaire des arbres (source : diagnostic phytosanitaire, ONF, 2023)



Boulevard Pompidou – État phytosanitaire des arbres (source : diagnostic phytosanitaire, ONF, 2023)

Les arbres ont été plantés en 1997 et restent chétifs. Sur 226 sujets, l'état phytosanitaire est :

- 0 sont en très bon état
- 54 en bon état
- 121 en état moyen
- 67 en mauvais état
- 11 en très mauvais état.

De plus, le diagnostic phytosanitaire indique des plaies de taille sur tous les arbres.

Les arbres potentiellement utilisés comme corridor de déplacement par les chiroptères sont, selon les conclusions de l'étude faune-flore présentées en annexe à l'étude d'impact, les arbres des alignements du boulevard Bertrand.

Les espèces les plus représentées sont l'Arbre aux quarante écus (*Ginko biloba*) (22%), le Tilleul commun (*Tilia cordata*) (22%) et le Platane à feuilles d'Érable (*Platanus* x *acerifolia*) (20%). Ces trois espèces sont des espèces horticoles, plantées principalement pour leur valeur paysagère. Écologiquement, elles ont une valeur moyenne à faible car ne représentent pas une source de nourriture idéale pour les oiseaux, ne permettent pas ou peu la formation de cavité favorable aux chiroptères et oiseaux, et sont donc assez peu fonctionnelles en elles-mêmes pour la faune urbaine par rapport à des essences autochtones.

Le diagnostic phytosanitaire préconise l'abattage de 18 sujets pour des raisons de sécurité et sanitaires.

Il est à noter que certains arbres sont inscrits sur le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen en tant qu'arbres remarquables, et bénéficient donc d'une protection.

Les arbres concernés par le projet se trouvent sur la place Gambetta : un platane classé « arbre de la libération » (statut historique) et un marronnier à valeur paysagère.

Aucun des arbres présents sur l'aire d'étude immédiate ne présente d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces. L'intérêt écologique se porte principalement sur les essences autochtones et les formations en bosquets.

L'enjeu pour les arbres présents dans l'aire d'étude immédiate est donc « faible » dans sa globalité, mais peut être « moyen » ponctuellement comme support de la trame verte urbaine.

3.2.4. Faune

3.2.4.1. Oiseaux

Ce groupe biologique a fait l'objet de plusieurs campagnes d'investigations de terrain durant les différentes périodes d'activités : reproduction, hivernage et migration. Il faut savoir que, selon les espèces, il peut y avoir un recouvrement partiel.

La période de reproduction est reconnue comme particulièrement sensible. Elle s'étale globalement entre la mi-mars et la mi-août. Sur les différentes campagnes de terrain effectuées, celles du 20-21 avril 2023 (campagne C2), du 25-26 mai 2023 (campagne C3) et du 5 juillet 2023 (campagne C4) se placent durant cette période sachant que les campagnes C2 et C3 correspondent aux périodes préconisées pour la réalisation des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance).

Au cours des inventaires de terrain, **44 espèces d'oiseaux ont été recensées**. Les milieux remaniés ou en cours d'évolution (friches, fourrés), les parcs arborés ou les zones moins fréquentées accueillent beaucoup d'espèces de passereaux des zones buissonnantes, des espèces ubiquistes, sédentaires dans nos régions, mais aussi quelques espèces patrimoniales. Les espèces sédentaires les plus représentées sont le Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) le Merle noir (*Turdus merula*), la Mésange bleue (*Parus caeruleus*) et le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*).

Diversité / focus	Focus 1	Focus 2	Focus 3	Focus 4	Focus 6	Focus 7	Hors Focus
Nombre d'espèces observées	17	17	24	14	20	20	32

Diversité / campagne	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Campagne 5
Nombre d'espèces observées	24	28	28	28	21

Nombre d'espèces d'oiseaux observées par focus et par campagne (source : ExEco, Janvier 2024)

Durant la période de reproduction (correspondant aux campagnes C2, C3 et C4), **41 espèces** (sur 44) ont été recensées, bien que cela ne signifie pas forcément que ces espèces sont effectivement nicheuses au niveau de l'aire d'étude immédiate. Les trois espèces observées hors période de nidification correspondent à deux espèces habituellement hivernantes ou migratrices (grives draine et litorne) dans la région, et une espèce qui pourrait potentiellement nicher sur le site de la Prairie (hors aire d'étude immédiate) : la Bergeronnette des ruisseaux.

Le premier filtre appliqué à cette liste d'espèces observées en période de nidification est le statut ayant le plus de valeur dans la législation française : la protection nationale et européenne. En termes de diversité, cela se rapporte à **29 espèces** (les espèces non protégées recensées ici ne présentent pas d'autre statut particulier).

Deux espèces non protégées ont présenté des indices de nidification certaine : le Canard colvert dans les fossés de la Prairie, et le Corbeau freux sur des alignements d'arbres rue du Chemin Vert.

Afin de mieux définir l'intérêt des espèces recensées, il est effectué une première analyse dans le tableau en page suivante pour déterminer leur statut de nicheur selon la grille suivante : simple observation, nicheur possible, nicheur probable, nicheur certain.

	Focus 1				Focus 2				Focus 3				Focus 4				Focus 6				Focus 7				Hors Focus				Commentaires
	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	
Accenteur mouchet					2			1	2			1					2		1	2					2		1	2	Nidification possible
Bergeronnette grise										1	3	2													x			1	Nidification probable
Bouscarle de Cetti									2			1																	Nidification possible
Chardonneret élégant					3			1	3	2	3	3																	Nidification probable
Choucas des tours																									x	x		2	Nidification possible
Faucon crécerelle	x			1																									Nidification possible
Fauvette à tête noire	2			1									2			1									2			1	Nidification possible
Fauvette grisette																		2		1									Nidification possible
Gobemouche gris							3	1															7	1					Nidification probable
Goéland argenté	x	1		2							x	1	x			1							x	1		x		1	Nidification possible
Grand Cormoran									x			1																	Nidification possible
Héron cendré										x		1																	Nidification possible
Hirondelle de fenêtre										9		1																	Nidification probable
Linotte mélodieuse					x			1									3	4	4	3			x	1					Nidification probable
Martinet noir			1	1						x		1		x		1		x	x	2			1	1		x	1	2	Nidification possible
Mésange à longue queue									2			1													2			1	Nidification possible
Mésange bleue	2	3		2	2	1		2	3	6	2	3	2			1							1	1	x	1		2	Nidification probable
Mésange charbonnière	2	12		2	2		12	2		1	2	2	2	3	1	3									2		12	2	Nidification certaine en F1, F2 et HF
Mésange huppée		1	4	2											1	1													Nidification probable
Mésange noire																							3	1					Nidification probable
Moineau domestique																	3			1					2	2	x	3	Nidification probable
Mouette rieuse																							x	1					Nidification possible
Pinson des arbres	2		2	2	2	2	4	3	1	2	2	3	2	2		2	3			1		2	2	2	2	x		2	Nidification probable
Pouillot véloce					2			1	2			1	2			1	2			1			2	1	2	2	2	3	Nidification probable
Roitelet à triple bandeau			2	1																									Nidification possible
Rougegorge familier	2	2		2	2	2		2						2	2	2							2	1	2		2	2	Nidification possible
Rougequeue noir																							2	1					Nidification possible
Troglodyte mignon	2	2	7	3	2	2		2					2	2		2	2			1							2	1	Nidification probable
Verdier d'Europe					2			1																					Nidification possible
Totaux	8	6	5	**11**	10	4	3	**11**	8	8	6	**14**	7	5	3	**10**	6	3	3	**8**	0	1	11	**11**	11	7	7	**14**	

Tableau des 29 espèces protégées et leur indice de nidification (source : ExEco, Janvier 2024)

Un second niveau d'analyse porte sur les espèces considérées comme nicheuses certaines et nicheuses probables. Le niveau d'enjeu « brut » retenu dans le tableau ci-après va alors dépendre des différents statuts de patrimonialité qui leur sont attachés : protection, menace (listes rouges), déterminance de ZNIEFF et sensibilité à la fragmentation des trames verte et bleue. Le niveau de nidification est pris en compte pour permettre de définir un niveau d'enjeu « net ».

	Protection N	LR France	LR BN	Rareté BN	ZNIEFF BN	TVB BN	Enjeu brut	Nidification	Enjeu net
Bergeronnette grise	1	LC	LC	C			Faible	Nidification probable	Faible
Chardonneret élégant	1	VU	LC	C			Moyen	Nidification probable	Moyen
Gobemouche gris	1	NT	VU	C			Moyen	Nidification probable	Moyen
Hirondelle de fenêtre	1	NT	*DD*	C			Faible	Nidification probable	Faible
Linotte mélodieuse	1	VU	VU			X	Moyen	Nidification probable	Moyen
Mésange bleue	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Mésange charbonnière	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification certaine en F1, F2 et HF	Moyen
Mésange huppée	1	VU	VU	C			Moyen	Nidification probable	Moyen
Mésange noire	1	LC	LC	PC			Faible	Nidification probable	Faible
Moineau domestique	1	LC	NT	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Pinson des arbres	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Pouillot véloce	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Troglodyte mignon	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible

Niveau d'enjeu « brut » d'oiseaux selon leurs statuts de patrimonialité (source : ExEco, Janvier 2024)

Grâce à ces analyses, ce sont **5 espèces qui sont mises en évidence comme traduisant un enjeu local notable en période de reproduction**. Elles font l'objet d'une présentation plus développée ci-après et la localisation de leurs observations caractéristiques est reprise sur la carte en page suivante.

Le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*) et la **Linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*) ont été observés fréquentant les mêmes types d'espaces, mais pas sur les mêmes focus. En effet, ces espèces patrimoniales font partie de la même famille, les fringillidés. Ils partagent donc certaines caractéristiques écologiques et notamment leur préférence pour les milieux ouverts buissonnants. Elles fréquentent aussi volontiers les zones enherbées (prairies après la fauche, friches) et les parcs et jardins. Au vu des effectifs et de la période des observations, il est fort probable que ces espèces soient nicheuses aux abords du site d'étude. Elles sont d'ailleurs notées comme nicheuses certaines dans la maille du Nouvel Atlas des Oiseaux de Normandie comprenant la ville de Caen réalisé par le Groupe Ornithologique Normand (GONm) en 2022[4]. Elles ont été observées avec un indice de nidification probable (comportement territorial -chant, querelles avec des voisins, etc.- observées sur un même territoire 2 journées différentes à 7 jours ou plus d'intervalle). Il est à noter que ces 2 espèces sont des espèces « Vulnérables » (VU) au niveau national et que la Linotte mélodieuse est dite « sensible à la fragmentation des trames vertes et bleues ». L'enjeu pour ces espèces est **« moyen »**.

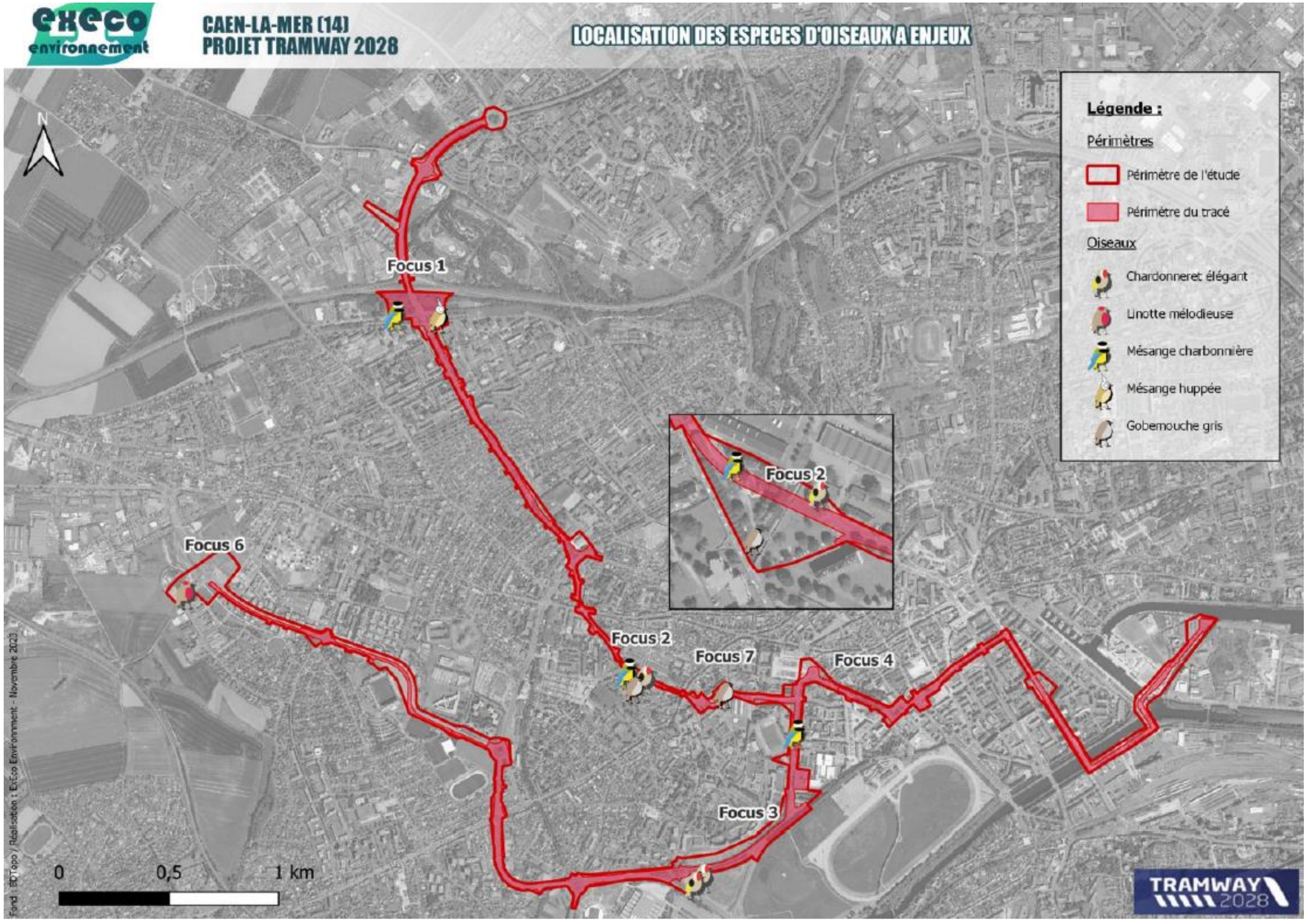
Le **Gobemouche gris** (*Muscicapa striata*) présente un statut de nicheur « quasi menacé » (NT) dans la liste rouge des oiseaux nicheurs de France. Il est noté « Vulnérable » (VU) au niveau régional et comme nicheur certain dans la maille de l'aire d'étude immédiate (GONm, 2022). L'enjeu pour cette espèce est **« moyen »**. Le gobemouche gris a été observé dans le parc de la résidence Sainte Bernadette non utilisé depuis plusieurs années (focus 7) et dans le jardin de la maison du Général (focus 2) avec des indices d'une nidification probable (« Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction » et « Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte »). Ces deux espaces sont des parcs/jardins clos, interdits au public, qui représentent donc des espaces calmes, arborés en partie d'espèces ornementales, mais gérés régulièrement.



Gobemouche gris dans le parc de la résidence Sainte-Bernadette à Caen (source : ExEco, Janvier 2024)

La **Mésange charbonnière** (*Parus major*) a été observée dans plusieurs focus, mais surtout dans le focus 1 (échangeur du Chemin Vert), le focus 2 (maison du Général), ainsi que hors focus (sur l'avenue Albert Sorel) avec des indices de nidification certaine (jeunes fraîchement envolés). C'est une espèce protégée en France, mais c'est aussi l'une des espèces les plus communes de nos jardins. Elle n'est pas menacée, ni au niveau régional, ni au niveau national. C'est pourquoi, malgré une reproduction certaine dans plusieurs secteurs de la ville de Caen, l'enjeu pour cette espèce reste **« moyen »**.

[4] Plus d'informations à ce sujet : *https://www.gonm.org/index.php?post/470*



Carte de localisation des observations des espèces patrimoniales d'oiseaux (source : ExEco, Janvier 2024)

La **Mésange huppée** (*Lophophanes cristatus*) est une espèce fortement liée aux conifères. L'espèce peut cependant fréquenter régulièrement d'autres habitats, notamment les boisements de feuillus et les plants de pommiers ; elle est alors dépendante de la présence de bois mort où elle peut se nourrir et exploiter les cavités pour sa nidification. En Normandie, elle niche de manière certaine dans l'ensemble des grandes entités boisées réparties dans les 5 départements. Elle est notée comme nicheuse certaine dans la maille de l'aire d'étude immédiate (GONm, 2022). C'est une espèce protégée en France et considérée comme vulnérable (VU sur la liste rouge régionale et nationale). L'enjeu pour cette espèce est donc « moyen ». Elle a été observée dans le focus 1 (échangeur du Chemin Vert) avec un indice de nidification probable (comportement territorial -chants, querelles avec des voisins, etc.- observée sur un même territoire lors de deux journées différentes à 7 jours ou plus d'intervalle).

Concernant l'avifaune recensée hors de la période de reproduction, il s'agit d'abord de déterminer si l'aire d'étude immédiate est susceptible de présenter un intérêt en tant que site d'hivernage ou le cas échéant de situation sur un axe migratoire en fonction de la date et de la nature des observations. Au niveau des espèces, le croisement des observations et de leur statut de patrimonialité permet de définir si certaines présentent un niveau d'intérêt notable à mettre en avant.

La Mésange huppée et le Pouillot véloce sont des espèces présentant un statut Vulnérable (VU) sur la liste rouge des espèces migratrice de Basse-Normandie (2012). Ils ont été observés à l'automne dans le focus 7 (pour la mésange huppée) et focus 3 et 4 (pour le pouillot véloce). Ces sites ne présentent pas particulièrement d'attrait pour une halte migratoire, car ils sont dans un contexte urbain et de surface réduite. Il est plus probable que ces individus soient des individus sédentaires. D'après le Nouvel Atlas des Oiseaux de Normandie réalisé par le GONm en 2022, la mésange huppée est strictement sédentaire en Normandie, et les populations du pouillot véloce se portent bien depuis 20 ans en Normandie. L'enjeu retenu pour ces deux espèces est donc **« faible »**.

Bilan des oiseaux

C'est un **cortège d'espèces plutôt communes à très communes** qui a été observé sur l'aire d'étude immédiate. L'activité avifaunistique se concentre principalement dans les milieux arborés et arbustifs, dans les zones buissonnantes et de fourrés attirant les passereaux. Il faut noter **l'intérêt des parcs et jardins privés ou interdits au public** : ils représentent des zones plus tranquilles, en partie préservées de l'activité humaine. Ces espaces abritent une diversité notable et sont profitables à plusieurs espèces patrimoniales.

L'aire d'étude immédiate présente dans ce contexte un intérêt très localisé pour l'avifaune. En effet, certaines zones sont plus favorables à la fréquentation d'oiseaux. Les focus 1, 2 et 7 sont plus arborés et préservés en partie des activités humaines. C'est pourquoi ils accueillent certaines espèces à enjeu (Gobemouche gris, Mésange charbonnière, Mésange huppée, Chardonneret élégant). Ces oiseaux restent communs à très communs dans la région et utilisent des milieux largement représentés au sein de l'agglomération caennaise. L'enjeu pour ce groupe vis-à-vis du projet est donc qualifié de « moyen ».

3.2.4.2. Mammifères (hors chiroptères)

Trois espèces de mammifères terrestres ont été recensés sur l'aire l'étude. Parmi elles, une espèce présente une protection nationale, à savoir le **Hérisson d'Europe** (*Erinaceus europaeus*). Des individus ont été observés lors d'une prospection nocturne dans le jardin de la maison du Général (focus 2).

Le Hérisson d'Europe est protégé par l'article 2 de l'arrêté du 27/04/2007 fixant la liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire français et leur protection contre « **la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux** ». Il s'agit d'une espèce encore commune dans la région, qui apprécie les secteurs bocagers ainsi que les parcs et jardins, mais pas les grandes plaines. Son activité est surtout crépusculaire et nocturne où il part en chasse d'invertébrés divers, mais il peut aussi se nourrir de champignon, de glands, de baies ou de fruits tombés au sol. Il est en hibernation à partir de fin octobre/début novembre jusqu'en mars (des réveils durant l'hiver sont fréquents). L'hibernation, la mise-bas et l'élevage des jeunes de même que le repos diurne, ont lieu dans un nid fait de feuilles, d'herbe et de mousse sèche, caché dans les broussailles ou au pied d'une haie qualifiés de « zone refuge ». **L'enjeu pour cette espèce concerne d'abord ses habitats « refuge » où il va pouvoir se protéger des activités humaines.**



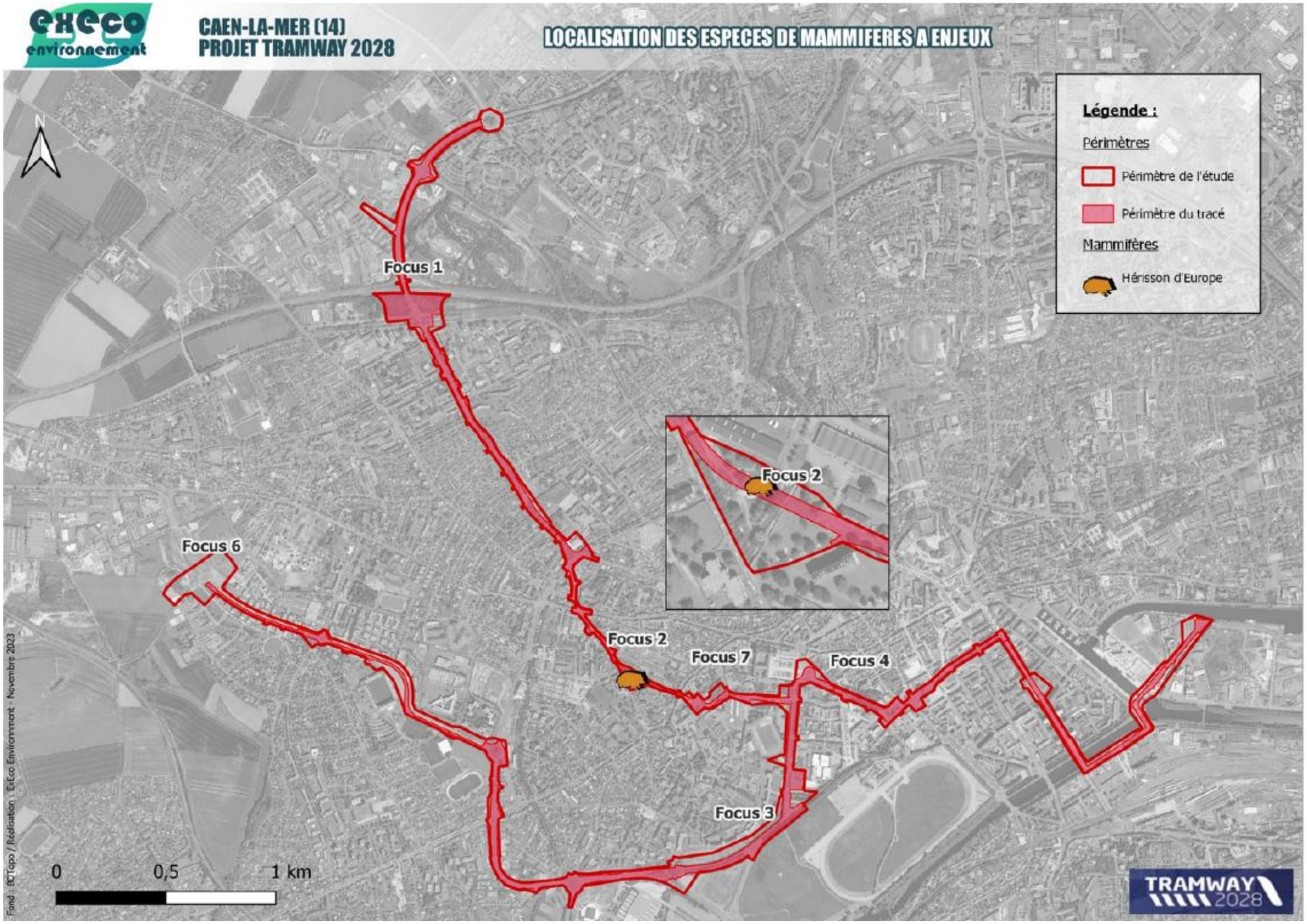
Deux hérissons en déplacement sur la pelouse de la Maison du général en mai 2023 (source : ExEco, Janvier 2024)

Une autre espèce est proche d'être considérée en catégorie menacée au niveau national, le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*). En effet, il est classé quasi-menacé (« NT »). Concernant l'aire d'étude immédiate, les observations de cette espèce ne peuvent être cartographiées, car des indices de présence (traces, crottes, gratis, etc.) ont été disséminés à plusieurs endroits, avec une concentration plus notable sur le focus 1 (échangeur du Chemin Vert) et le focus 6 (parking de Beaulieu, boulevard Pompidou) où il peut bénéficier d'une certaine tranquillité.

Bilan des mammifères (hors chiroptères)

Les investigations réalisées mettent en avant une espèce présentant un intérêt patrimonial : le hérisson d'Europe. L'espèce est sensible à la présence de haies surtout avec strate arborée, mais aussi à la présence de pelouse sur laquelle il peut chasser. Dans le cas du Lapin de garenne dont l'intérêt patrimonial est moindre, les merlons buissonnants de la zone de délaissé autour de la carrière de la Maladrerie et les espaces prairiaux des abords lui sont favorables.

L'enjeu localisé sur ces mammifères est qualifié de « fort » au vu de la protection du Hérisson d'Europe et de la disponibilité des habitats locaux.



Carte de localisation des mammifères patrimoniaux et invasifs (source : ExEco, Janvier 2024)

3.2.4.3. Chiroptères

Sur la commune de Caen, **13 espèces et 4 groupes d'espèces de chauves-souris** ont été recensés, sur les 21 présentes en Normandie (Groupe Mammalogique Normand, de 1999 à mars 2018). Quatre sites d'hibernation sont connus et contrôlés sur la commune de Caen. Les sites accueillant le plus grand nombre de chiroptères sont des carrières souterraines (la Maladrerie et rue Vaubenard). En période de reproduction, aucune colonie de chauves-souris n'est connue localement, faute probablement de prospection adaptée.

À proximité de l'aire d'étude immédiate, plusieurs sites de cavités souterraines sont connus pour l'accueil de chiroptères.

Dans le cadre des inventaires réalisés, aucun gîte potentiel n'a été observé dans l'aire d'étude immédiate (arbres creux, cavités, vieux bâtis, etc.), malgré une recherche spécifique réalisée sur les arbres.

Pour les points d'écoute, sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate et durant trois campagnes, les chiroptères des 6 focus ont été inventoriés. Les points d'écoute au sein du focus ont été retenus comme susceptibles d'être pertinents pour l'échantillonnage du cortège chiroptérologique local (cf. carte en page suivante).

Chiroptères				
Focus	**Nbr d'espèces**	**Printemps**	**Eté**	**Automne**
1 (Echangeur)	*5*		5	
2 (Maison du G)	*8*	8		
3 (Lycée et Prairie)	*3*		3	3
4 (Pl. Gambetta)	*10*		8	8
6 (P Beaulieu)	*1*	1		
7 (EPSM)	*4*	4		

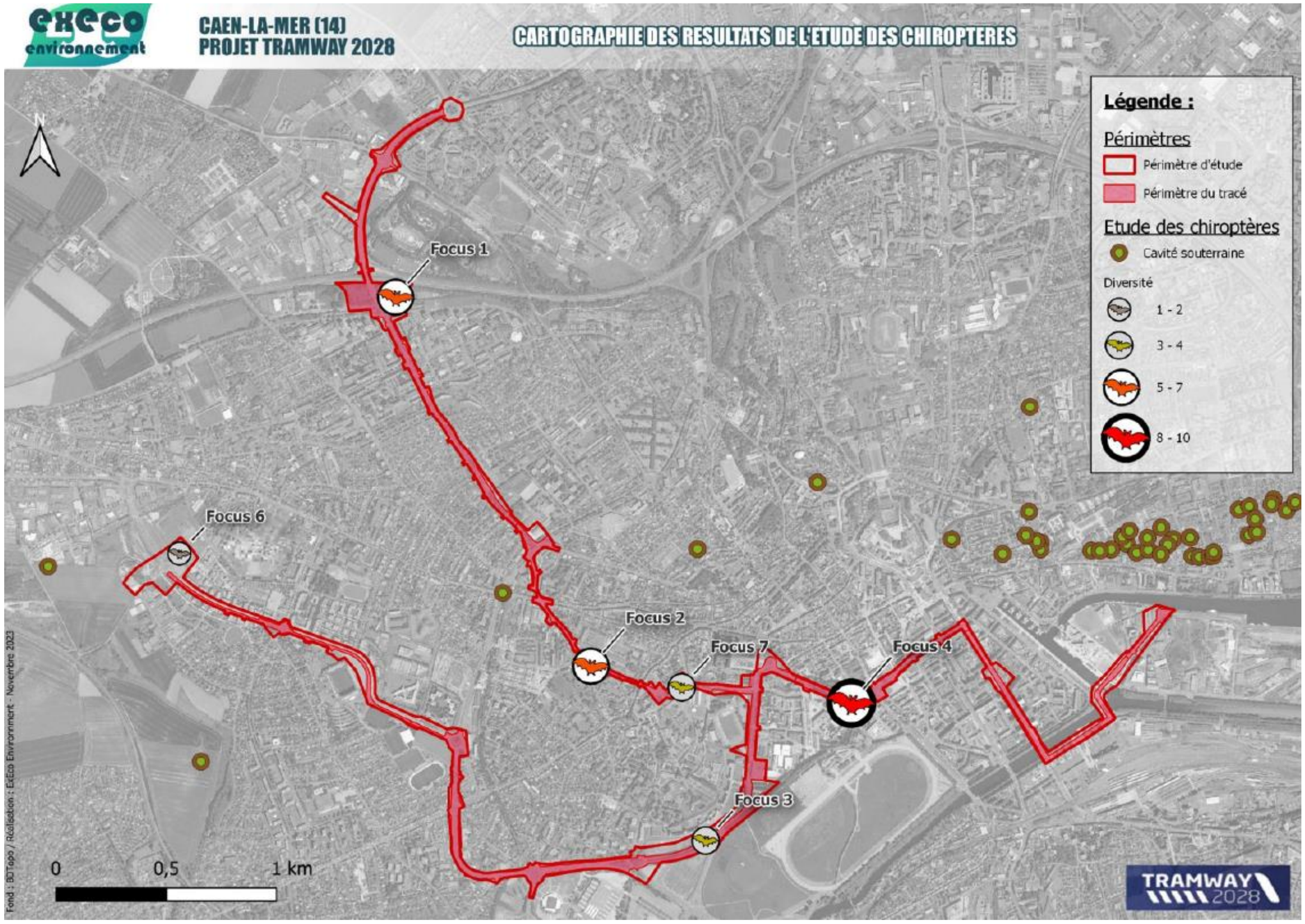
Focus des points d'écoute pour les chiroptères (source : ExEco, Janvier 2024)

Les investigations ont été menées à différentes saisons, dans les nuits du 25 au 26 mai 2023, du 4 au 5 juillet 2023 et du 22 au 24 septembre 2023, périodes favorables à l'activité chiroptérologique.

Au cumul des enregistrements réalisés par les 7 appareils utilisés durant les trois campagnes, 16 010 contacts ont permis d'identifier **10 espèces différentes**. D'autres espèces peuvent être potentiellement présentes en raison de certaines séquences audios ne permettant pas formellement d'identifier l'espèce concernée (notamment pour le groupe des murins et des pipistrelles). Cela représente une diversité bonne pour un habitat urbain et à cette échelle.

Les 10 espèces rencontrées sont :

- La **Sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une grande espèce très commune en France qui tend à se raréfier dans de nombreuses régions. Elle a une nette préférence pour les milieux mixtes quels qu'ils soient, ne tolère pas l'éclairage des accès à son gîte mais peut sortir en début de nuit pour chasser. La rénovation des bâtiments, l'expulsion voire l'extermination des colonies par l'Homme présentent une lourde menace pour la sérotine.
- Le **Murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*) est l'espèce contactée la plus patrimoniale du cortège sur le site. Inscrite aux annexes II et IV de la directive « Habitats » et notée NT (quasi-menacée) sur les listes nationale et régionale, elle est aussi une espèce déterminante de ZNIEFF. Elle a été captée au niveau du focus 4 (secteur du boulevard Bertrand et de la place Gambetta) lors de la campagne d'été. Cette activité correspond à un transit entre deux zones.
- Le **Murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*) est très souvent détecté près de l'eau et est considéré comme une espèce forestière et sédentaire. C'est une espèce cavernicole en hiver : elle peut s'installer dans les caves, grottes, carrières, mines, casemates enterrées, ruines, puits, tunnels et tout autre gîte souterrain de petite ou grande dimension. Ses gîtes d'été sont bien souvent des cavités arboricoles de feuillus (attirance particulière pour le hêtre) colonisées de mars à fin octobre. Cette espèce chasse avant tout au-dessus des eaux calmes. Espèce casanière, elle ne s'éloigne guère au-delà de quelques centaines de mètres de son gîte.
- La **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce de taille moyenne avec un petit corps pour une grande envergure. Elle apprécie les gîtes arboricoles avec une entrée dégagée donnant sur une lisière aux abords de forêts caduques qui lui servent de terrains de chasse.
- La **Noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est l'une des plus grandes espèces européennes. Elle est initialement forestière, mais s'est bien adaptée à la vie urbaine. En été comme en hiver, elle trouve ses gîtes dans les arbres où elle colonise les larges cavités ou d'anciennes loges de pics. Elle peut se satisfaire de constructions en béton avec des interstices, des corniches de pont, d'immeuble ou de château d'eau. Pour sa chasse, elle exploite une grande diversité de milieux (massifs forestiers, prairies, étangs, alignements d'arbres et halos de lumière artificielle) dans un rayon de 10 km autour de son gîte.
- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est une espèce très commune bien qu'elle soit placée en catégorie quasi-menacée en France. Assez ubiquiste, elle se rencontre aussi bien dans le bocage, se servant des haies, des plans d'eau, que dans les zones plus urbanisées, s'accommodant aisément de l'éclairage public.

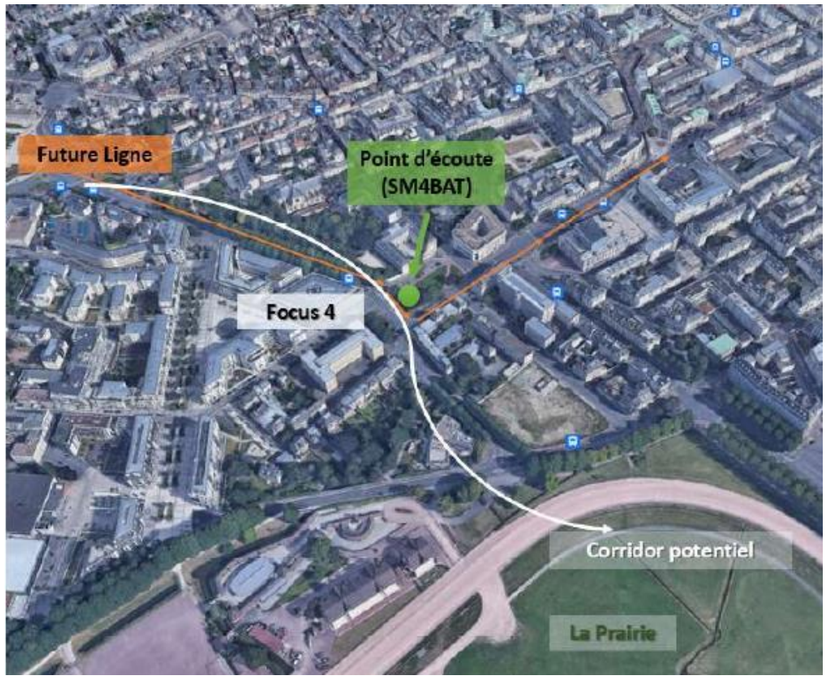


Cartographie des analyses chiroptérologiques du tracé (source : ExEco, Janvier 2024)

- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) est considérée comme l'une des espèces les plus anthropophiles d'Europe. Ses gîtes (d'été ou d'hiver) sont souvent liés au bâti (anfractuosités des murs, charpente des greniers, bardages décollés) avec une attirance pour les édifices religieux. Elle est très rarement contactée en forêt. Ses territoires de chasse sont donc préférentiellement les villages et villes où elle chasse dans les parcs, les jardins et le long des rues, attirée par les éclairages publics, mais prospecte aussi bien les espaces ouverts que boisés.
- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) est une espèce forestière de plaine qui fréquente les milieux boisés diversifiés, mais riches en plans d'eau, mares ou tourbières. Ses gîtes aussi bien hivernaux qu'estivaux sont très souvent arboricoles avec une préférence pour les chênes pour ses colonies populeuses. Cette pipistrelle est migratrice et entreprend de très grands déplacements saisonniers.
- La **Pipistrelle pygmée** (*Pipistrellus pygmaeus*) est la plus petite espèce de chauve-souris d'Europe. Très proche de la pipistrelle commune, y compris physiquement, elle est aussi assez anthropophile, utilisant surtout comme gîtes d'été des bâtiments à proximité de ses terrains de chasse. Ceux-ci sont toujours des zones boisées avec des points d'eau importants inclus ou attenants (rivières, étangs, etc.). Cette espèce est est notée "VU" sur la liste rouge de Normandie.
- L'**Oreillard gris** (*Plecotus austriacus*) est très anthropophile. Résistante au froid, l'espèce peut hiberner dans les combles de vieux bâtiments non chauffés. L'été, cette chauve-souris apprécie les milieux bien chauds comme les combles recouverts d'ardoises quand le climat n'est pas méditerranéen. En chasse, elle prospecte les milieux ouverts, son vol de prospection est lent, très adroit et ponctué de phases stationnaires.

Les résultats montrent qu'une espèce est très majoritaire dans l'aire d'étude immédiate : il s'agit de **la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)** qui **représente à elle seule 85 à 95% des contacts totaux enregistrés** selon la localisation des points d'écoute.

En résumé, le focus 4 est celui présentant le plus grand nombre d'espèces avec 8 à 9 espèces, en raison notamment du contexte et du corridor potentiel. Les focus 2 et 1 représentent une bonne diversité avec entre 5 à 8 espèces contactées. Les focus 3 et 7 disposent d'une diversité moyenne avec 3 à 5 espèces. Le focus 6 présente une diversité faible avec entre 1 à 3 espèces contactées.



Contexte et corridor potentiel du focus 4 (source : ExEco, Janvier 2024)

Bilan des mammifères (chiroptères)

La diversité spécifique dans l'aire d'étude immédiate est moyenne avec 10 espèces au total, principalement un cortège d'espèces de milieu semi-ouvert et anthropophile avec les pipistrelles, la Sérotine commune ou encore l'Oreillard gris. L'étude met aussi en avant la fréquentation d'un cortège lié aux milieux forestiers comme les murins ou la Noctule de Leisler, notamment sur des points d'écoute situés en centre-ville comme le focus 4. Au cours de la campagne d'écoute, seuls des signaux de vol ont pu être perçus. La pression de chasse exercée par les chiroptères présents sur le site semble donc très faible. Cette information renseigne sur le fait que les chiroptères utilisent les lieux des points d'écoutes surtout pour transiter vers des lieux de chasse.

Ainsi, il est probable que les points d'écoute concentrant le plus de diversité (comme le focus 2 et le focus 4) se situent sur des corridors de déplacement entre des gîtes estivaux (cavités, édifices religieux, etc.) et des zones de chasse. La Prairie, zone humide située à quelques centaines de mètres des focus les plus diversifiés, représente une zone de chasse idéale pour ce groupe. Il est donc très probable que les chauves-souris utilisent les espaces verts urbains et les alignements d'arbres pour se déplacer vers ce lieu qui représente une source de nourriture abondante pour ce groupe.

Les chiroptères représentent donc un enjeu « moyen » sur l'aire d'étude immédiate par l'activité de type « transit ».

3.2.4.4. Reptiles

Quelques individus de reptiles ont été contactés entre le printemps et le début de l'automne 2023, couvrant ainsi leurs périodes d'activité et de reproduction. Cela concerne **une seule espèce : le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*)**.

Plusieurs individus de Lézards des murailles ont été observés lors des campagnes d'été et d'automne notamment au niveau de la zone de dépôt parsemée de végétation rudérale à l'extrémité Nord-Ouest du boulevard Pompidou (focus 6). C'est une zone bien exposée, partiellement végétalisée, riche en pierres/cailloux et en anfractuosités. L'espèce est protégée au niveau national (individus et habitats), ainsi qu'au niveau européen (annexe IV de la directive « Habitats »). Elle n'est pas menacée d'après les différentes listes rouges (en catégorie non menacée (LC) au niveau européen, national et régional), mais est notée comme « Assez rare » (AR) sur la liste de rareté régionale.

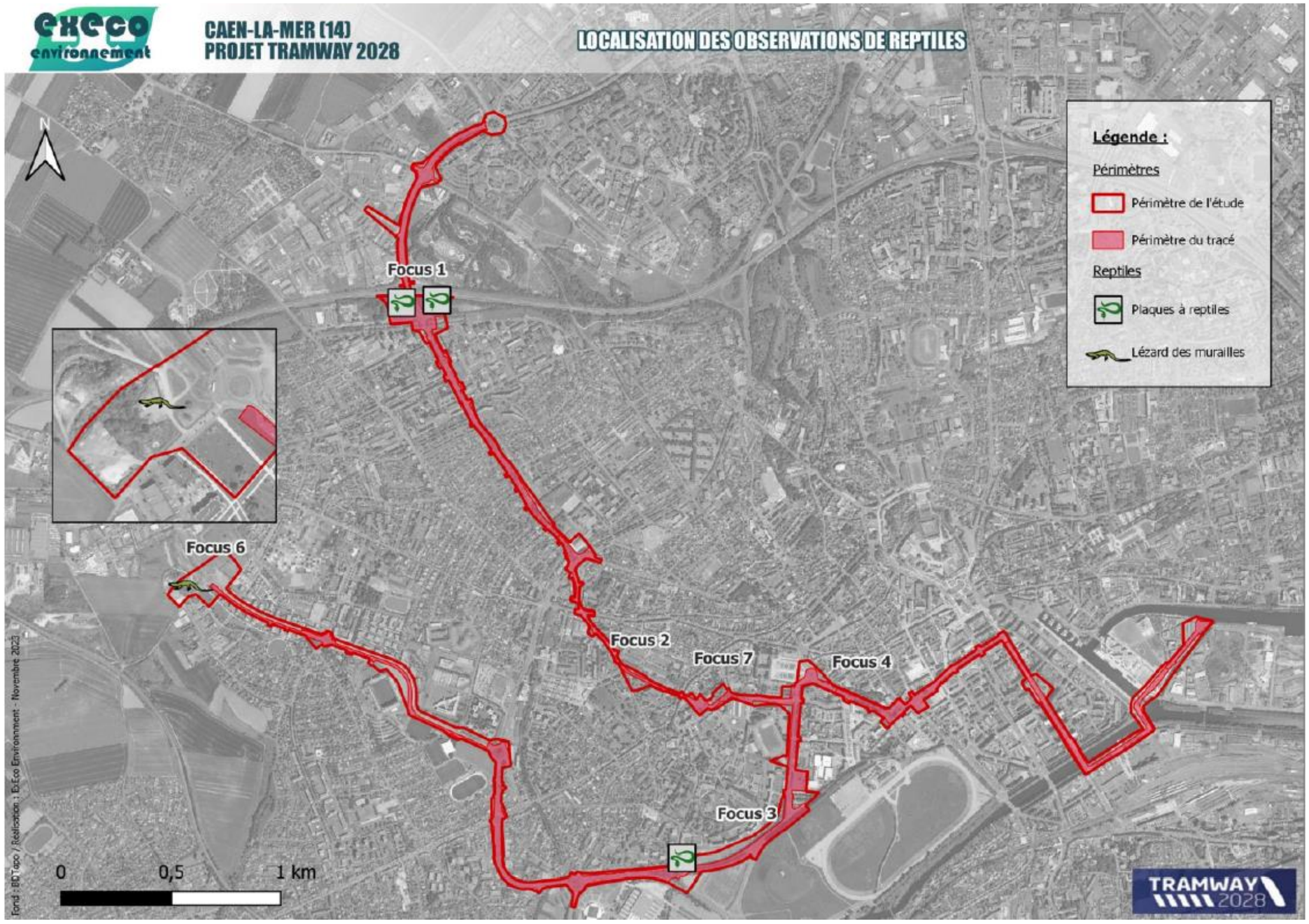
Selon la carte de répartition régionale de cette espèce du Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement (CPIE) du Cotentin de 2015, elle est bien connue de l'agglomération caennaise : elle est commune dans les secteurs bien ensoleillés, mais est absente des secteurs les plus frais.

Enfin, il est à noter que trois plaques à reptiles ont également été positionnées au niveau de l'échangeur du Chemin Vert et des parkings attenants (focus 1) et à l'Ouest de la Prairie de Caen (focus 3), afin de maximiser les chances de détection des espèces plus discrètes comme les vipères et les couleuvres. Néanmoins, aucune espèce n'a été observée grâce à cette méthode.

Bilan des reptiles

Les investigations réalisées relatives aux reptiles montrent que le **Lézard des murailles est bien présent dans les espaces de friches dont les conditions lui sont favorables, mais éloignées des activités humaines trop intenses : il tire pleinement avantage d'habitats originaux ou néo-formés**.

L'aire d'étude immédiate **ne présente pas de zones plus favorables pour les reptiles** car elle s'inscrit largement sur des voies déjà existantes, sans impacter de zones favorables aux reptiles, celles-ci étant ponctuellement cantonnées aux marges du projet. L'enjeu pour ce groupe vis-à-vis du projet est donc **« faible »**.



Localisation des observations de reptiles (source : ExEco, Janvier 2024)

3.2.4.5. Amphibiens

Les amphibiens ont fait l'objet d'investigations spécifiques variées. En effet, l'aire d'étude immédiate a été parcourue pour rechercher des sites de reproduction potentiels (mares, fossés, bassins, etc.) avec des observations directes et des écoutes. À cela se sont ajoutées des recherches de sites de repos potentiels (caches diverses, anfractuosités etc.).

Seule la zone de la Prairie accueille des milieux aquatiques potentiellement intéressants pour les amphibiens (cours d'eau et canaux). Ainsi, la présence d'une seule espèce d'amphibiens est avérée sur l'aire d'étude immédiate et elle est strictement localisée au droit du site de la Prairie. Il s'agit de la Grenouille commune (*Pelophylax kl. esculentus*), observée et entendue au printemps et à l'automne 2023 au même endroit, dans un canal bordant le parking situé près du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas.

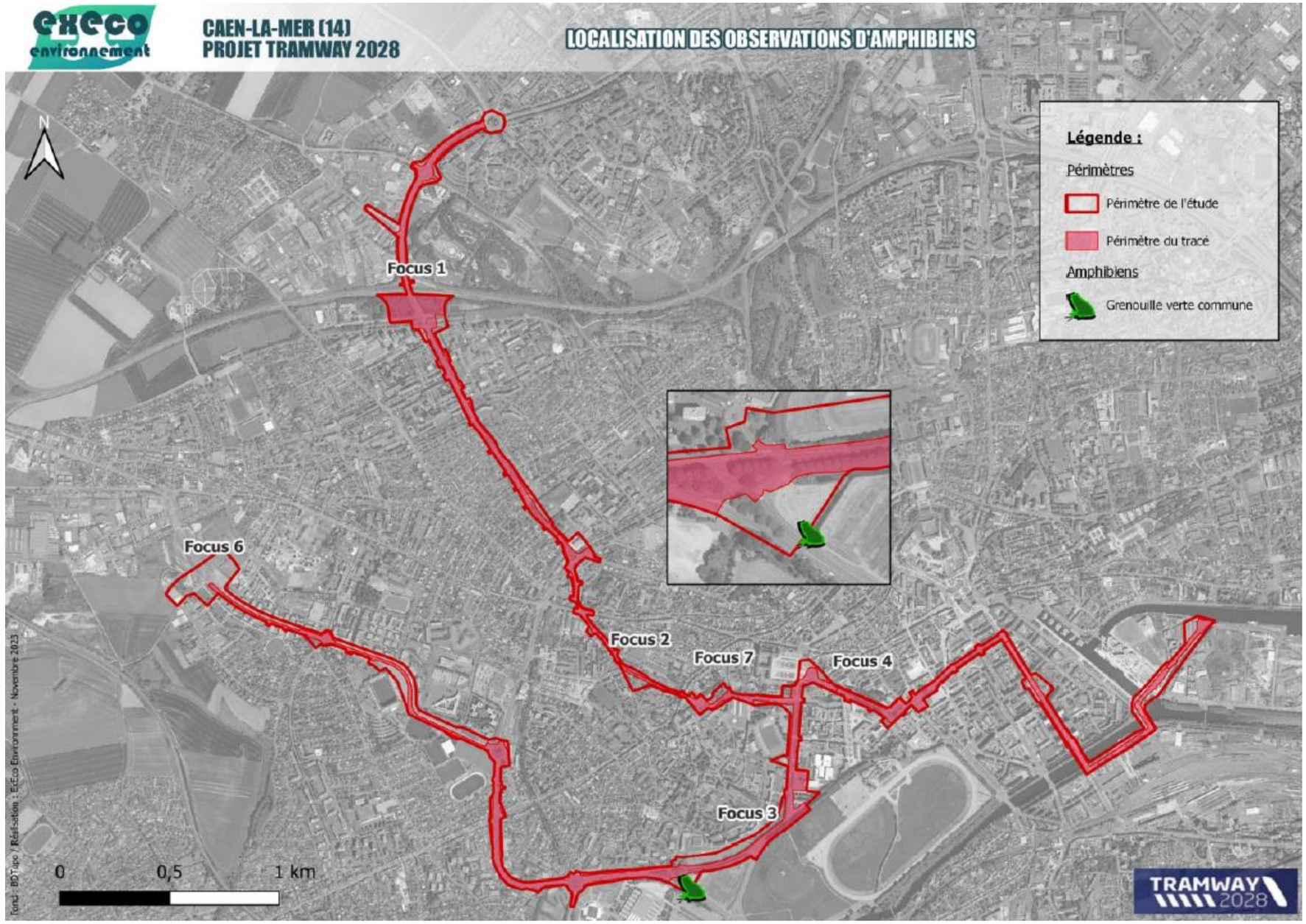


Canal où a été observée et entendue la Grenouille commune (source : ExEco)

Aucun têtard ou larve de cette espèce ou d'une autre, n'a été vu. Cette espèce ne bénéficie que d'une protection partielle au niveau national, tandis qu'au niveau européen, son prélèvement et son exportation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

Bilan des amphibiens

En considérant les statuts des espèces d'amphibiens rencontrés, l'intérêt potentiel pour ce groupe est **« faible »**. L'aire d'étude immédiate ne présente pas de milieu favorable aux amphibiens. De ce fait, les observations ont été très rares.



Carte de localisation des observations d'habitats (source : ExEco, Janvier 2024)

3.2.4.6. Entomofaune

Les prospections pour ce groupe biologique se sont essentiellement déroulées durant les périodes les plus favorables, à savoir entre le printemps, l'été et le début de l'automne.

Les recherches se sont faites par des parcours dans les différents habitats avec la capture temporaire d'individus si nécessaire (avec un filet à papillons ou à libellules) pour une identification et ensuite être relâché in situ.

Lépidoptères

Les inventaires ont porté en priorité sur les rhopalocères (lépidoptères dits diurnes). Les campagnes de terrain ont permis de recenser **14 espèces** de lépidoptères. **Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée**.

Une faible diversité est présente sur l'aire d'étude immédiate et les observations ont concerné des espèces communes à très communes telles que par exemple la Piéride de la rave (*Pieris rapae*) le Vulcain (*Vanessa atalanta*) ou encore le Myrtil (*Maniola jurtina*). Aucun enjeu spécifique de conservation n'est à mettre en avant pour ce groupe même si une recommandation générale porte sur le maintien d'une certaine diversité d'habitats.

Odonates

Pour ce groupe biologique, **4 espèces** ont été observées. **Toutes les espèces d'odonates recensées sont communes dans la région. Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée**.

Globalement les observations ont été plus nombreuses et diversifiées dans le focus 3, aux abords du parking situé près du carrefour entre le boulevard Guillou et le boulevard des Baladas, car présentant des milieux aquatiques utiles à l'écologie des libellules. Le reste de l'aire d'étude immédiate ne présente pas de zone favorable pour ce groupe.

Orthoptères et groupes proches (phasmes, mantes)

Les investigations pour ce groupe ont permis de recenser **6 espèces**, ce qui représente une diversité faible. C'est dans les prairies et zone enherbées ou rudérales que la plus grande diversité d'orthoptères a été observée, notamment dans les focus 1 et 6 (échangeur du Chemin Vert et parking Beaulieu) présentant des grandes surfaces de prairie fauchée tardivement, favorables à ce groupe.

Dans l'ensemble, l'aire d'étude immédiate ne présente pas une richesse particulière pour ce groupe ce qui est cohérent avec la prédominance de zone bétonnée ou des parcs et jardins à cortège floristique réduit.

Aucune des espèces recensées ne figure parmi les espèces à statut particulier de protection, de menace ou autre.

Coléoptères saproxylophages patrimoniaux

Lors des campagnes de terrain, une recherche visuelle a été effectuée au niveau d'arbres, dans les haies, les alignements pouvant présenter des cavités ou bien encore des souches et du bois mort qui soient potentiellement propices aux insectes coléoptères saproxylophages. Il n'en ressort pas de mise en évidence d'indices de fréquentation vis-à-vis des espèces patrimoniales.

Bilan entomologique

Ce sont ainsi **24 espèces d'insectes** qui ont été recensées sur l'aire d'étude immédiate.

Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée. Cette faible diversité s'explique par le contexte urbain et le peu d'habitats favorables qu'offre l'aire d'étude immédiate. L'enjeu pour ce groupe vis-à-vis du projet est **« faible »**.

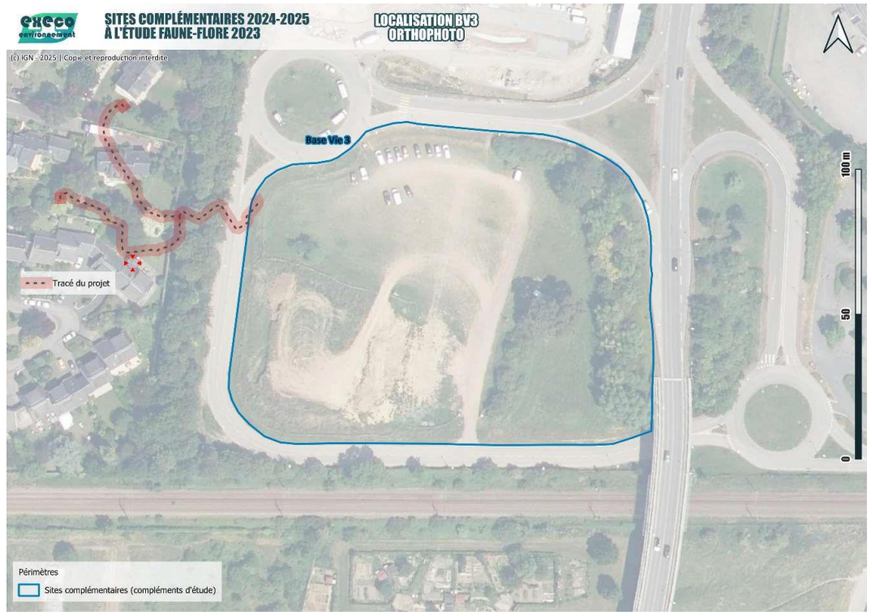
3.2.5. Synthèse des résultats de l'étude faune-flore complémentaire réalisée en 2024-2025

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

L'étude faune-flore complémentaire réalisée en 2024-2025 a permis d'évaluer les enjeux liés à la biodiversité sur les sites des bases-vie dite du « Palais des sports », de la « Presqu'île » et « Pompidou », ainsi que des sous-stations « Beaulieu » et « Guillou ».

L'étude complète est jointe en annexe de l'évaluation environnementale, en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

Base-vie « Palais de sports »



Base-vie « Palais des sports » - Localisation du périmètre de la base-vie

Le site est composé d'une prairie pionnière fauchée et piétinée à l'ouest, entourée d'une haie sur talus récemment plantée. Un chemin traverse le site du nord au sud, et est bordé d'une seconde haie plantée et jeune également. Le cortège floristique observé est très banal et constitutif des friches eutrophes urbaines avec de petites graminées comme les pâturins (*Poa sp.*), mais aussi des cirses (*Cirsium arvense*), le Lamier pourpre (*Lamium purpureum*), la Mercuriale annuelle (*Mercurialis annua*) et la Mauve des bois (*Malva sylvestris*). Une troisième haie, plus large, longe le site sur son côté est. Celle-ci comporte plusieurs strates différentes et de nombreuses espèces (Frêne, Chêne pédonculé, Sureau, Aubépine, Cornouiller notamment).

Les haies et les fourrés, notamment ceux les plus développés, soient plus susceptibles de montrer une attractivité pour certains groupes faunistiques (faune en général dont les oiseaux voire les reptiles). À ce titre, elles doivent être considérées comme habitats d'espèces protégées.

Avec cette campagne, le nombre d'espèces inventoriées est porté à 64 sur ce site. Parmi ces espèces, une seule est classée en Espèce Exotique Envahissante (EEE) : l'Érigéron très fleuri (*Erigeron floribundus ; IP*), que l'on retrouve dans la haie plantée sur le pourtour ouest.

Aucune espèce de flore patrimoniale n'a été observée.

En ce qui concerne la faune, les observations ont été assez peu nombreuses. La pelouse rase du site est exploitée par quelques pigeons bisets, corneilles noires et corbeau freux dans leur recherche de nourriture (insectes du sol par exemple). Les oiseaux utilisant vraiment le site, notamment les zones buissonnantes ou les arbres à l'est du site, sont essentiellement des représentants du groupe des passereaux (mésanges, accenteur mouchet, troglodyte mignon). Certaines espèces sont de passage sur le site et utilisent les alentours (bâtiments ou zones plutôt boisées ou buissonnantes accompagnant la ligne de chemin de fer) : Chardonneret élégant, Linotte mélodieuse, Hirondelles rustiques, …

L'IPA a donné une note de 2,5 pour le premier passage, et de 9 pour le second passage.

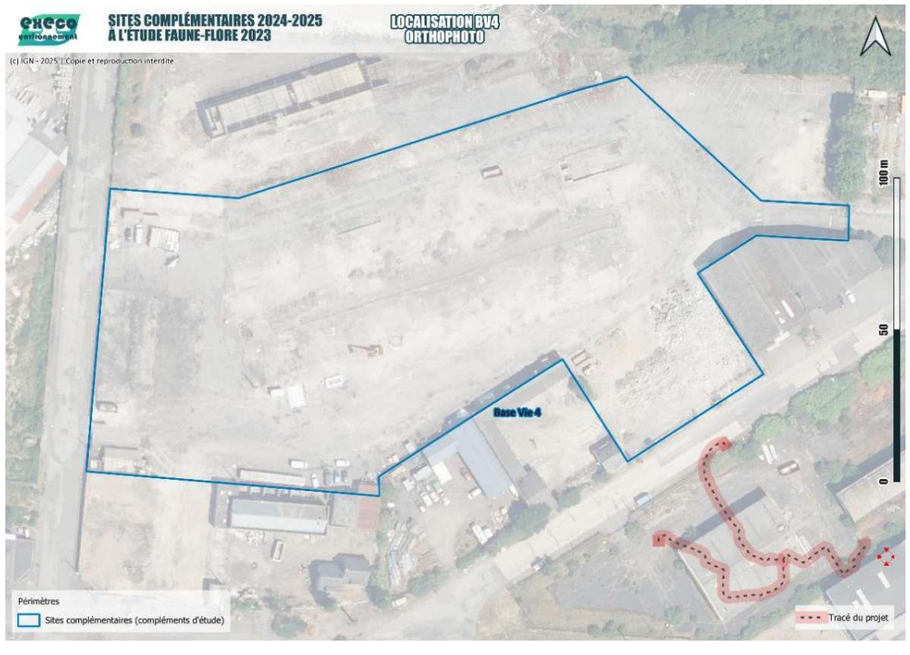
Un arbre mort étouffé par du lierre et un petit arbre (*Prunus*) sont présents au milieu de la zone enherbée et peuvent représenter une zone refuge pour certains animaux. Il est donc recommandé de conserver ces végétaux.

Le groupe des insectes n'est pas favorisé par la pelouse rase : quelques papillons et orthoptères très communs ont été observés, notamment en faveur des zones de roncier.

Les reptiles et les amphibiens ne trouvent pas d'habitats favorables à leur présence sur ce site.

En synthèse, l'enjeu principal se porte sur les zones buissonnantes et sur la haie arborée à l'est qui ne seront pas impactées par le périmètre de la base-vie « Palais des sports ».

Base-vie « Presqu'île »



Base-vie « Presqu'île » - Site ayant fait l'objet d'expertises faune-flore complémentaires (source : ExEco Environnement, juillet 2025)

La friche industrielle, située sur l'ancien site du marché de gros de la presqu'île de Caen, est caractérisée par des végétations rudérales et éparses, caractéristiques des espaces remaniés. Partiellement en chantier au cours de la dernière campagne de terrain, elle abrite plusieurs espèces envahissantes :

- l'Érigéron très fleuri (*Erigeron floribundus*) ;
- l'Arbre-à-papillons (*Buddleja davidii*) ;
- le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*).

Au total, 69 espèces ont été observées.

Aucun enjeu sur la flore n'est à mettre en avant sur ce site. Une attention particulière aux espèces exotiques envahissantes doit être portée.

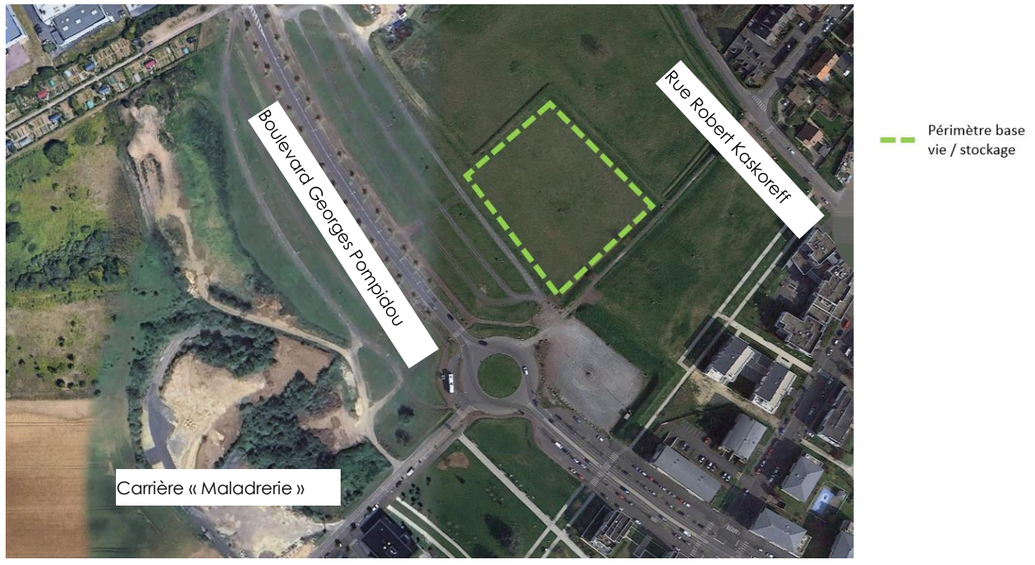
En ce qui concerne la faune, les quelques espèces d'oiseaux observées ne se posent pas dans ce site et le survolent seulement. Quelques goélands ont montré des signes d'inquiétude car semblent nicher sur les bâtiments de la zone. L'IPA a donné une note de 1 pour le premier passage, et de 4 pour le second passage. Ce résultat très faible est à l'image de la potentialité d'accueil de la zone.

Une végétation rudérale s'est installée et attire quelques insectes très communs (butineurs dont papillons, orthoptères). Ce contexte rudéral peut être favorable aux reptiles, mais malgré une attention particulière, aucun individu n'a été observé : le dérangement du chantier peut expliquer la raréfaction de certaines espèces habituellement présentes.

En synthèse, l'enjeu principal se porte sur les espèces invasives floristiques présentes sur le site : une attention particulière devra leur être portée.

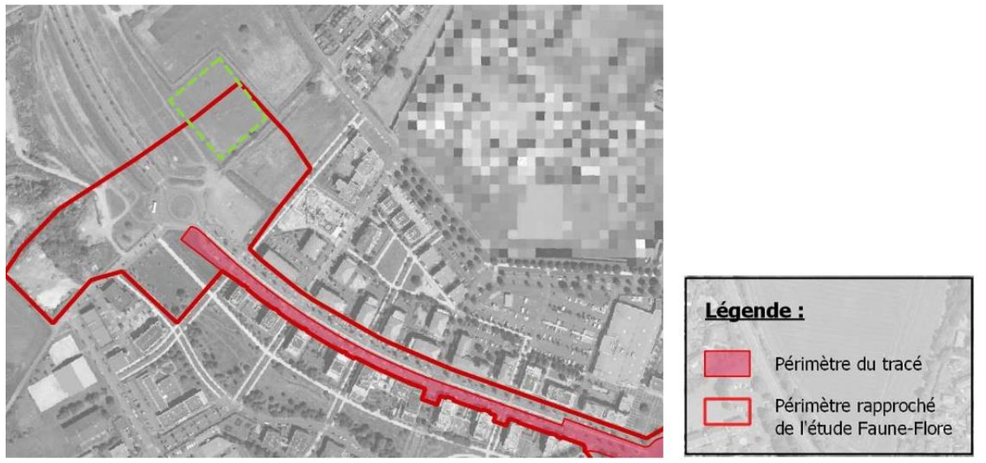
Base-vie « Pompidou »

Concernant la base-vie dite « Pompidou », la zone identifiée initialement dans l'étude d'impact se situe à l'entrée du site de la carrière « Maladrerie » présentant un enjeu pour la population de chiroptères. Au titre d'une nouvelle mesure d'évitement, cette base-vie sera relocalisée à distance de cette entrée sur la zone suivante :



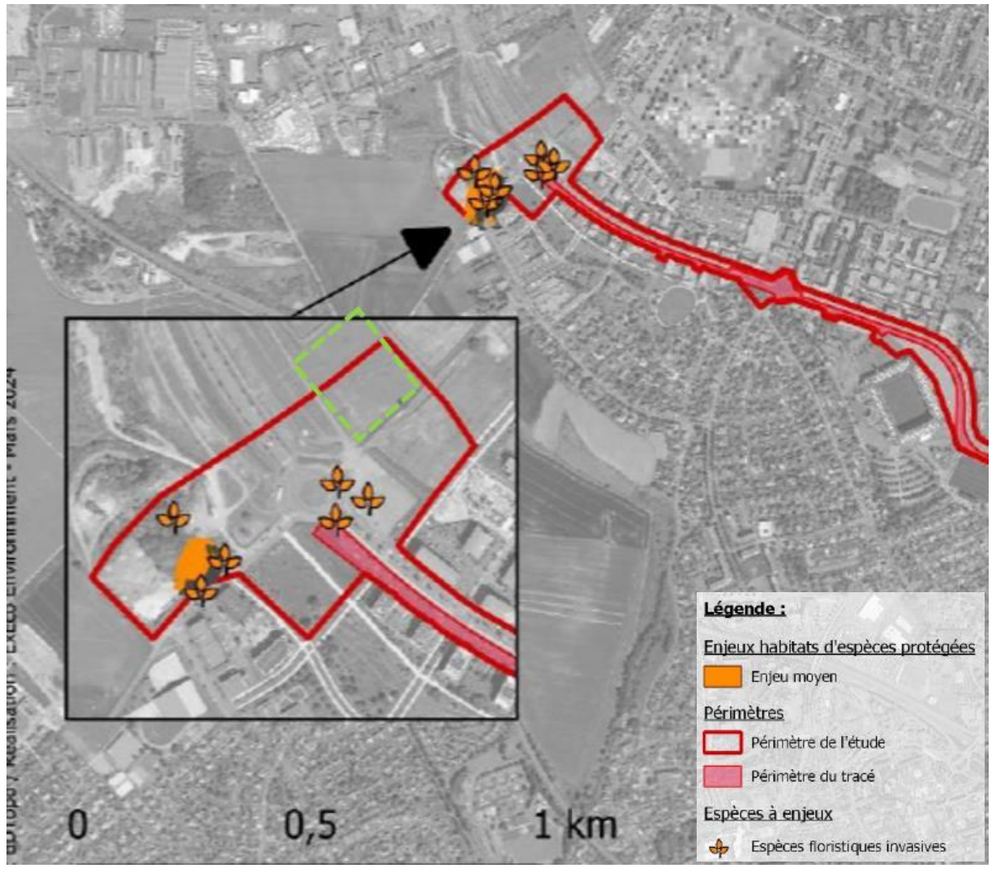
Base-vie « Pompidou » - Localisation du périmètre de la base-vie

Cette zone a déjà été partiellement couverte par l'inventaire présenté en annexe de l'étude d'impact, comme le montre la superposition ci-dessous :



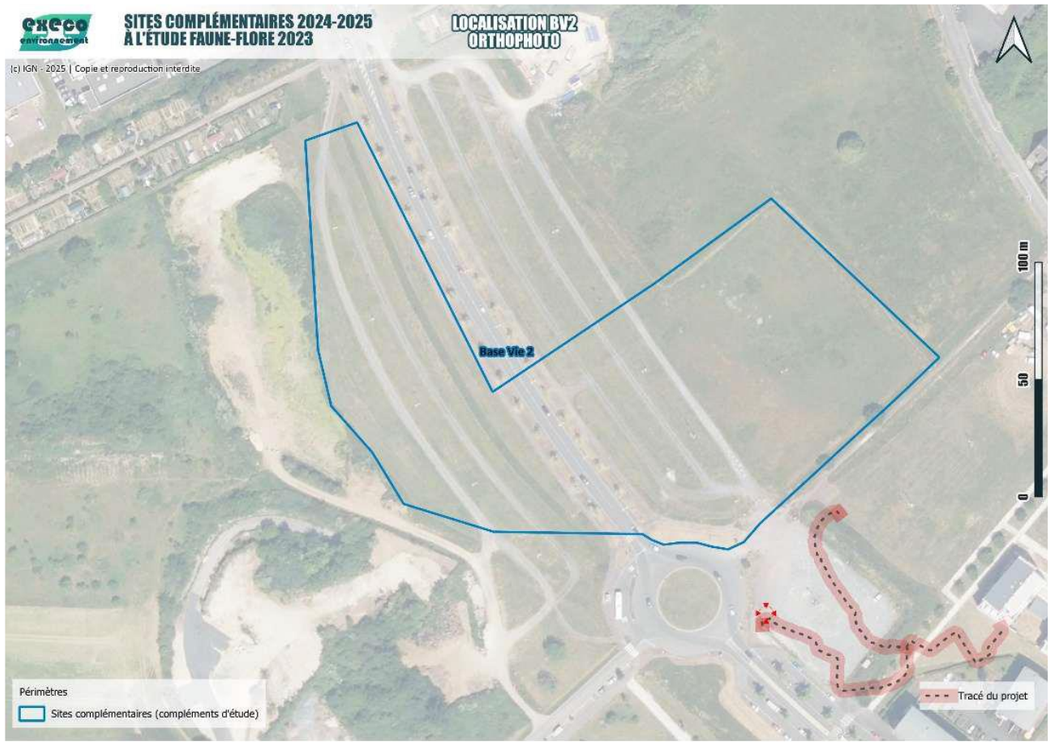
Base-vie « Pompidou » - Périmètre de l'étude faune-flore réalisée dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer (source : Execo, 2023-2024)

Comme le montre la carte des enjeux moyens et forts de l'« étude habitats, faune flore, incidences Natura 2000 – Projet de lignes Tramway 2028 » annexée à l'étude d'impact (cf. pièce C3), aucun enjeu moyen ou fort n'est identifié directement dans ce périmètre à ce stade :



Base-vie « Pompidou » - Extrait de la carte de hiérarchisation des enjeux moyens et forts (source : étude faune-flore réalisée dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer, Execo, 2023-2024)

L'étude faune-flore complémentaire réalisée en 2024-2025 a permis de préciser les enjeux liés à la biodiversité sur ce site de base-vie dite de la « Pompidou ».



Base-vie « Pompidou » - Site ayant fait l'objet d'expertises faune-flore complémentaires (source : ExEco Environnement, juillet 2025)

Le site de la base-vie « Pompidou » est constitué d'une grande zone de pelouse urbaine rase, dominée par le Pâturin annuel (*Poa annua*), les trèfles (*Trifolium repens, T. pratense*), la Pâquerette vivace (*Bellis perennis*) et l'Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*). Compte tenu de son contexte très urbain, ce site semble relativement diversifié avec la présence d'orchidées indéterminables (observation en 2024) sur les seuls restes liés à l'entretien fréquent du milieu (tonte). Il s'agit très certainement de l'Orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), l'Ophrys abeille (*Ophrys apifera*) et/ou de l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*). Il s'agit dans tous les cas d'espèces communes, mais dans le cas de l'Orchis bouc et de l'Ophrys abeille, d'espèces citées sur la liste rouge de la flore du massif armoricain de 1992, mais sans retenir d'intérêt patrimonial notable. Elles sont toutes les trois présentes diffusément dans la zone d'étude et plus généralement dans les pelouses urbaines, les délaissés routiers et certaines friches anthropisées.

Parmi les espèces inventoriées, trois sont classées Exotiques Envahissantes (EEE) :

- l'Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), présent dans la haie au sud-est du site ;
- le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*), présent au niveau de l'entrée du parking ;
- l'Arbre-à-papillons (*Buddleja davidii*), en bordure de la route.

En ce qui concerne la faune, l'étude se portant essentiellement sur les zones de pelouse dans un contexte urbain (boulevard) et très peu diversifié, les observations ont été assez peu nombreuses.

La pelouse rase du site est exploitée par les pigeons bisets, les pies bavardes ou encore les corneilles noires dans leur recherche de nourriture (insectes du sol par exemple). Les lignes électriques en hauteur sont utilisées comme perchoir par l'étourneau sansonnet ou les oiseaux de passage. Néanmoins, la grande partie de la biodiversité fréquente les zones buissonnantes à l'ouest, en marges du site d'étude.

Ces zones apportent des espèces telles que la Linotte mélodieuse, le Chardonneret élégant, l'Accenteur mouchet ou encore et le Rouge-gorge familier par exemple. Une quinzaine d'espèces ont été inventoriées, en grande partie grâce à ces zones buissonnantes. L'IPA a donné une note de 3 pour le premier passage, et de 8,5 pour le second passage.

Le Lapin de garenne est présent sur l'ensemble du site, mais les terriers se trouvent plutôt dans la zone de fourrés à l'ouest. Il fréquente volontiers la pelouse rase pour se nourrir.

Le groupe des insectes n'est pas favorisé par la pelouse rase : quelques papillons et orthoptères très communs ont été observés, notamment en faveur des zones de roncier.

Les reptiles n'ont pas fait l'objet d'observation pour cette étude. Rappelons que le Lézard des murailles a été observé dans l'étude précédente dans la zone de remblais (extérieur à la zone de la base-vie).

Les amphibiens ne trouvent pas d'habitats favorables à leur présence sur ce site.

Rappelons que ce site se situe à proximité de l'entrée de la carrière de la Maladrerie, gîte hivernal d'importance régionale pour les chiroptères. À l'automne, en période de swarming, les chiroptères peuvent utiliser la zone arbustive à l'ouest de la zone d'étude.

En synthèse, l'enjeu principal se porte sur les zones buissonnantes en marge du site, qui ne seront pas impactées par le périmètre de la base-vie. L'enjeu chiroptères reste inchangé par rapport à l'étude de l'état initial.

Sous-station « Beaulieu »

La zone est aujourd'hui un espace engazonné régulièrement entretenu et de fait laissant peu d'opportunité de développement d'une flore à enjeu, et comporte une haie de thuya en bordure Nord, ainsi qu'un arbre largement développé qu'il est prévu de conserver dans le cadre des travaux, et un arbre plus récemment planté qui sera déplacé ou compensé.



Photographie de l'emplacement prévisionnel pour l'implantation de la sous-station « Beaulieu »

L'étude faune-flore complémentaire réalisée en 2024-2025 a permis de préciser les enjeux liés à la biodiversité sur le futur site de la sous-station « Beaulieu ».



Sous-station « Beaulieu » - Site ayant fait l'objet d'expertises faune-flore complémentaires (source : ExEco Environnement, juillet 2025)

Située en contexte urbain dans une coulée verte, il s'agit d'un carré de pelouse urbaine. Le cortège floristique est très pauvre et très commun avec 17 espèces, notamment du Pâturin annuel (*Poa annua*), des Pâquerettes vivaces (*Bellis perennis*), des Pissenlits (*Taraxacum*). À souligner, la présence d'un grand Érable sycomore (espèce invasive potentielle en Normandie) et d'une haie de Thuya plié (*Thuja plicata*), qui n'est pas indigène, mais non considéré comme invasif en Normandie.

Aucun enjeu sur la flore n'est à mettre en avant sur ce site.

En ce qui concerne la faune, le site se situe en contexte urbain (immeuble, boulevard) et représente 278 m² de pelouse rase. La nature et la superficie du site n'ont pas permis d'inventorier une grande diversité d'espèces. La présence de l'érable et de 2 m de haie de thuyas sur l'un des côtés peut potentiellement attirer des oiseaux, leur servant de refuge ou potentiellement de zone de nidification. Il est donc recommandé de conserver au moins l'érable et de protéger son tronc. L'IPA a donné une note de 2 pour le premier passage, et de 3 pour le second passage. Ce résultat très faible est à l'image de la potentialité d'accueil de la zone. Les espèces inventoriées se résument à des individus vus ou chantant dans les environs de la zone (Merle noir, Rouge-gorge familier, Pigeon ramier, Pie bavarde).

Une espèce remarquable a été observée de nuit à proximité de cette zone : le lucane cerf-volant. Il était dans l'allée piétonne longeant le site. Il utilise la trame verte locale pour se déplacer. La surface de la sous-station ne représente pas un habitat favorable pour son écologie.

La potentialité d'accueil des reptiles et des amphibiens est très faible.

En synthèse, aucun enjeu n'est à mettre en avant pour ce site, si ce n'est la nécessité de conserver l'érable potentiellement intéressant pour les insectes (Lucane cerf-volant) et les oiseaux.

Sous-station « Guillou »

La sous-station dite « Guillou » est prévue sur la parcelle NW 175 comportant actuellement un bâti voué à la démolition (projetée courant 2025 indépendamment de l'opération) et un espace de voirie revêtu de graviers.



Photographie de l'emplacement prévisionnel pour l'implantation de la sous-station « Guillou »

L'étude faune-flore complémentaire réalisée en 2024-2025 a permis de préciser les enjeux liés à la biodiversité sur le futur site de la sous-station « Guillou ».



Sous-station « Guillou » - Site ayant fait l'objet d'expertises faune-flore complémentaires (source : ExEco Environnement, juillet 2025)

Le site est situé en contexte très urbain, il est caractérisé par des végétations rudérales et éparses. Le cortège floristique apparaît assez commun, avec des espèces des friches pionnières. Le site abrite par ailleurs plusieurs espèces exotiques envahissantes :

- l'Érigéron très fleuri (*Erigeron floribundus*) ;
- le Séneçon de David (*Senecio inaequidens*) ;
- le Laurier-palme (*Prunus laurocerasus*), présent dans la haie qui borde les habitations ;
- l'Arbre-à-papillons (*Buddleja davidii*) à proximité de la clôture du site.

Ces deux dernières espèces ne sont pas directement dans le périmètre d'étude, mais à proximité immédiate de celui-ci.

Aucun enjeu sur la flore n'est pour l'instant à mettre en avant sur ce site. Une attention particulière doit être portée aux espèces exotiques envahissantes.

En ce qui concerne la faune, le site se situe en contexte très urbain (lotissement, boulevard). La nature et la superficie du site (624 m²) n'ont pas permis d'inventorier beaucoup d'espèces. Le site était constitué d'un pavillon (non habité et condamné) au nord et sa cour arrière avec quelques végétaux. La maison ne présentait pas d'ouverture permettant l'installation de chiroptères. Les maisons ont été démolies durant l'hiver 2024-2025. Une grande surface remaniée avec très peu de végétation est maintenant en place sur le site. Celui-ci est très peu favorable à la fréquentation de la faune.

Les pieds de mur ont été minutieusement inventoriés à la recherche de reptiles (sans résultat). Quelques papillons très communs fréquentent les fleurs des plantes rudérales.

Les oiseaux sont très peu nombreux car le site n'offre pas de raison de s'y attarder. L'IPA a donné une note de 1 pour le premier passage (pigeons ramiers en vol), et de 4 pour le second passage (Pigeons, Accenteur mouchet, Martinet noir, Merle noir). Ce résultat très faible est à l'image de la potentialité d'accueil de la zone.

En synthèse, aucun enjeu n'est à mettre en avant pour ce site, si ce n'est la surveillance des espèces invasives.

3.2.6. Synthèse des enjeux écologiques

Les investigations réalisées ont mis en évidence les éléments suivants :

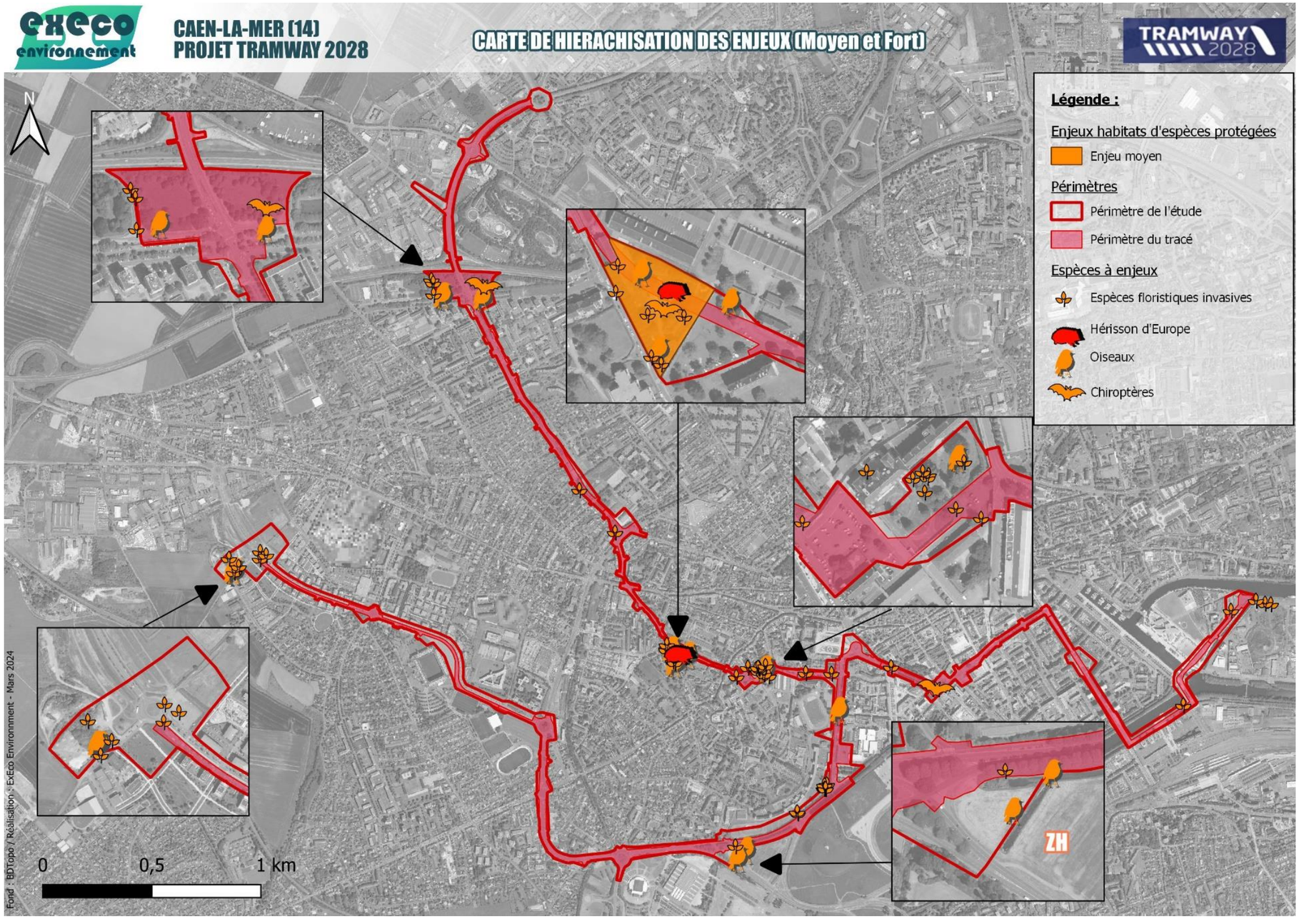
- Un intérêt pour les **zones arborées préservées des activités humaines**, favorables à des espèces plus discrètes qui ont besoin d'une certaine tranquillité, notamment les espèces nocturnes (mammifères, chiroptères en déplacement) ;
- Un intérêt pour les zones buissonnantes plus ouvertes pour quelques espèces de passereaux patrimoniaux, tels que la linotte mélodieuse sur les espaces ouverts de la Maladrerie ;
- Un intérêt de la trame verte urbaine comme corridor de déplacement, favorable aux oiseaux, aux chauves-souris, mais aussi aux insectes et mammifères rampants.

En pages suivantes, les deux cartes résument les enjeux écologiques, d'une part, en situant les éléments à enjeux, et, d'autre part, en quantifiant géographiquement ces enjeux.

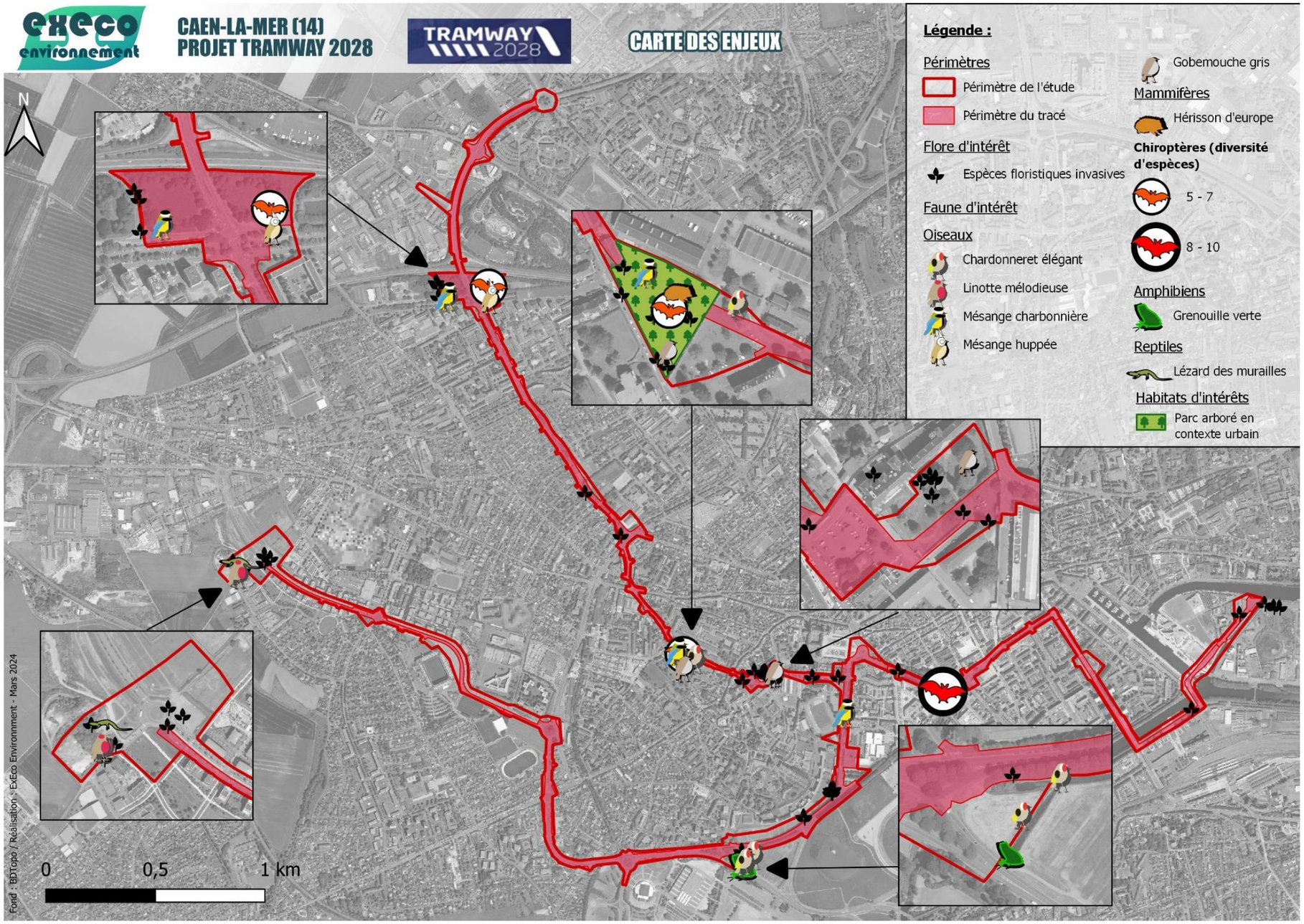
Pour les enjeux faunistiques, les points cartographiques concernent des observations d'individus ou d'indices de présence, d'espèces pouvant se déplacer. Dans ce cadre, les figurés ponctuels caractérisent bien des observations et non des lieux de reproduction, sauf si cela est mentionné.

Types ou groupes biologiques	Enjeux écologiques du projet	Enjeu
Habitats	Pas d'habitat d'intérêt patrimonial en tant que tel. Certains habitats présentent des potentialités d'accueil pour une faune patrimoniale (cf. suite du tableau).	Faible
Flore	Aucune espèce ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité. 6 espèces exotiques envahissantes avérées ont été observées avec une densité plus nette autour des jardins ou des zones rudérales.	**Moyen**
Arbres, haies	Aucun des arbres ou des haies présents sur le périmètre de l'étude n'a montré d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces communes. L'intérêt écologique se porte principalement sur les essences autochtones et les formations en bosquet. Un enjeu moyen ponctuellement peut être soulevé au niveau de la maison du général, un parc arboré en contexte urbain car plusieurs espèces protégées le fréquentent.	Faible à **Moyen ponctuellement**
Corridors écologiques	Aucun corridor écologique n'a été recensé dans l'aire d'étude, bien que les haies puissent constituer des axes de déplacement ponctuels. Au contraire, la trame viaire constitutive de l'aire d'étude s'inscrit dans un environnement plus riche.	Faible
Zones humides	Absence de zone humide (rapport en annexe) sur la zone du projet mais proximité immédiate	Peu d'enjeu à **Moyen ponctuellement**
Oiseaux	Plusieurs espèces patrimoniales inventoriées avec 5 espèces présentant un enjeu moyen, liées aux milieux ouverts buissonnants (le chardonneret élégant et la linotte mélodieuse) ou aux milieux plus arborés (le gobemouche gris, la mésange charbonnière et la mésange huppée).	**Moyen**
Mammifères non chiroptères	Observation d'une espèce protégée : le hérisson d'Europe dans le focus 2.	**Fort (localisé) en focus 2**
Chiroptères	Pas de site de gîte recensé. Ecoutes mettant en évidence la présence de 10 espèces et une activité majoritaire de transit. Une diversité plus importante sur certains focus (4 et 2) mettant en évidence l'importance d'une conservation de la trame verte urbaine.	**Moyen**
Amphibiens	Observation localisée d'une espèce protégée partiellement : la grenouille verte commune, sans preuve de reproduction et en marge du projet.	Faible
Reptiles	Observation localisée d'une espèce protégée : le lézard des murailles à la faveur de milieux néoformés (talus, merlons).	Faible
Insectes	Pas d'espèce à intérêt patrimonial à souligner.	Faible

Enjeux écologiques (source : ExEco ; Janvier 2024)



Carte de hiérarchisation des enjeux moyens et forts (source : ExEco, Janvier 2024)



Carte de synthèse des enjeux écologiques (source : ExEco, Janvier 2024)

3.3. CONTINUITES ECOLOGIQUES (ECHELLES REGIONALES ET LOCALES)

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

3.3.1. Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de Normandie

Le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Normandie a été adopté par le Conseil régional en 2019 et a été approuvé par arrêté du préfet de région le 2 juillet 2020.

Le SRADDET fixe notamment des objectifs de protection et de restauration de la biodiversité.

Les éléments présentés pour préserver la trame verte et bleue sont strictement identiques à ceux présentés dans le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie présenté au chapitre suivant.

3.3.2. Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie

Le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie a été adopté par arrêté du préfet de région le 29 juillet 2014, après son approbation par le Conseil régional par délibération en séance des 26 et 27 juin 2014. Il a été intégré au SRADDET Normandie.

Le SRCE présente les grandes orientations stratégiques du territoire régional en matière de continuités écologiques, également appelées trame verte et bleue.

C'est dans le souci permanent d'accompagner les collectivités locales, que le schéma régional de cohérence écologique bas-normand a été construit. Il s'agit d'un document innovant, qui doit servir d'orientation pour la définition des trames vertes et bleues locales. Ce schéma est un guide, il laisse aux territoires leur libre-arbitre en matière de décisions locales.

Le SRCE spatialise et hiérarchise les enjeux de continuité écologiques à l'échelle régionale et il propose un cadre d'intervention.

Les travaux d'identification de la trame verte et bleue en Basse-Normandie ont débouché sur la distinction de trois grands types de constituants de cette dernière : les réservoirs de biodiversité, les corridors écologiques et les éléments fragmentant.

3.3.2.1. Les réservoirs de biodiversité

Les réservoirs de biodiversité correspondent à une zone vitale, riche en biodiversité, où les individus peuvent réaliser tout ou partie de leur cycle de vie. En raison des lacunes de connaissances qui induiraient de fortes disparités de localisation de réservoirs de biodiversité, le SRCE bas-normand ne se base pas sur les données concernant les espèces animales pour définir les réservoirs de biodiversité régionaux.

Ainsi, ce sont les zonages d'inventaire, de gestion ou de protection de la biodiversité existants (ZNIEFF I, réserves naturelles, arrêté de biotope, cours d'eau classés en liste 1, etc.) qui ont été retenus comme base pour la définition des réservoirs de biodiversité.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée, la Prairie de Caen est identifiée en tant que réservoir de biodiversité de la trame verte. Ce grand ensemble de prés humides de 90 hectares situés au cœur de la ville, est aussi l'un des deux sites inscrits de la ville de Caen (voir chapitre 6.5). La Prairie de Caen est un élément structurant en tant que patrimoine naturel et fait l'objet d'une gestion particulière : la fauche tardive (entre la mi-juillet et la fin de l'été) laisse à la plupart des plantes et aux animaux présents sur le site le temps d'accomplir leur cycle biologique.



Prairie de Caen (source : EGIS, 30/11/2023)

Des réservoirs de biodiversité sont aussi identifiés à proximité immédiate de l'aire d'étude rapprochée au Nord ; ils se superposent avec les zones de la ZNIEFF de type I « Pelouses calcaires du Nord de Caen » (cf. chapitre 0).

Des poches de secteurs à biodiversité de plaine sont aussi recensées au sein de l'aire d'étude rapprochée, en particulier à l'Ouest au niveau du secteur de Beaulieu.

3.3.2.2. Les corridors écologiques

Un corridor écologique correspond à un ensemble paysager plus ou moins continu de milieux favorables à la vie et au déplacement des espèces végétales et animales.

L'aire d'étude rapprochée est concernée par un corridor écologique de la trame bleue au niveau de l'hippodrome de la Prairie. Ce corridor correspond à la Noë, une petite rivière de 3,6 km qui se jette dans l'Orne à Caen.



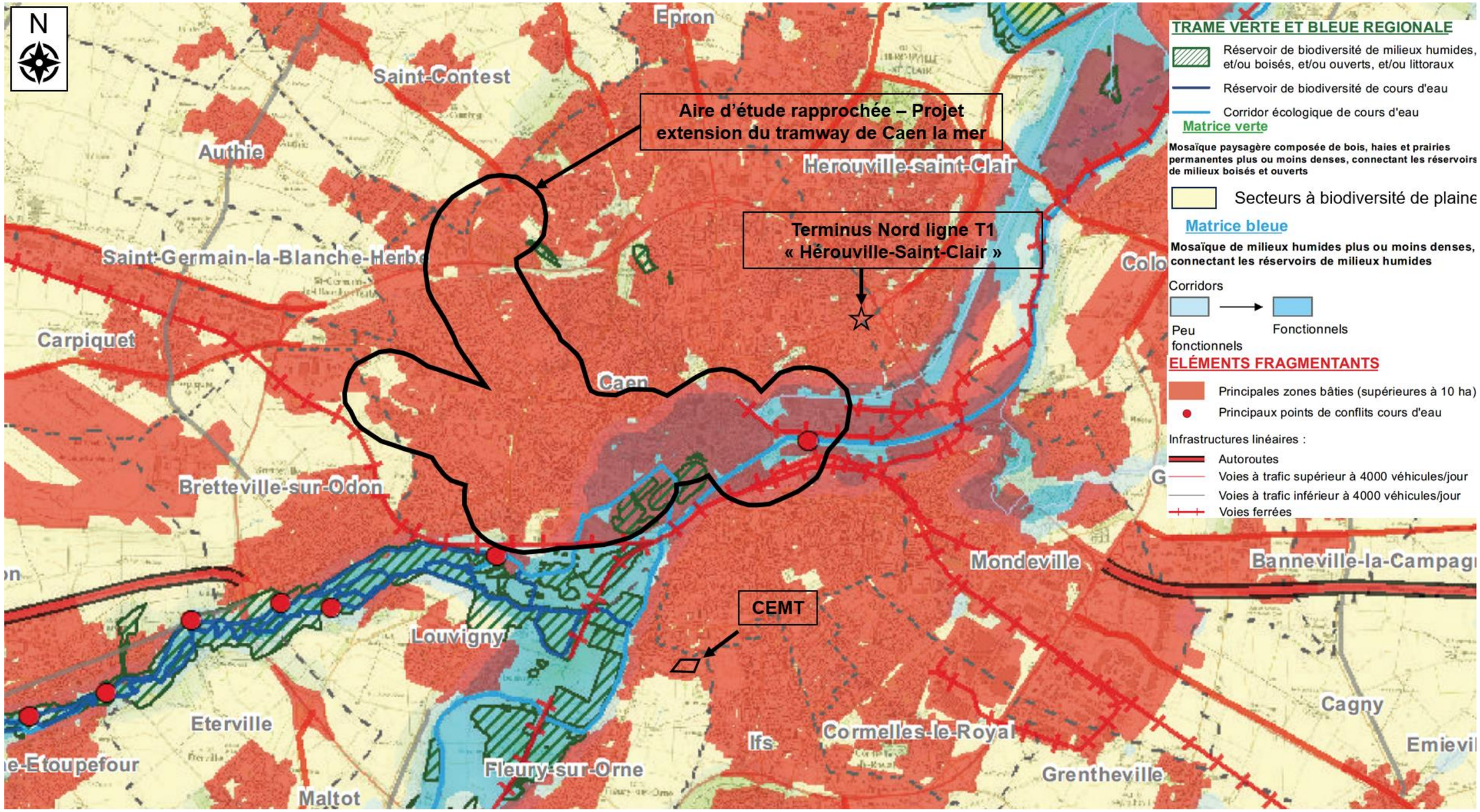
**Corridor écologique de la trame bleue au niveau de la Prairie à Caen (la Noë)
(source : EGIS, 30/11/2023)**

3.3.2.3. Les éléments fragmentant

Les éléments fragmentant identifiés par le SRCE de Basse-Normandie correspondent aux différents obstacles qui limitent les continuités écologiques. Majoritairement d'origine humaine, ils sont représentés par les barrages, routes à trafic dense, voies ferrées engrillagées, surfaces urbanisées, etc.

De très nombreux milieux fragmentant sont identifiés au sein de l'aire d'étude : nombreuses zones bâties et urbanisées, présence de plusieurs infrastructures linéaires fragmentent les milieux telles que les voies ferrées, la RN814, ou encore les grandes artères urbaines (avenues, boulevards, etc.).

La carte ci-après permet de contextualiser les aires d'étude rapprochées par rapport aux différents éléments de la trame verte et bleue du SRCE de Basse-Normandie.



Trame verte et bleue du SRCE de Basse-Normandie de l'aire d'étude (source : SRCE Basse-Normandie, 2014)

3.3.3. Trame verte et bleue du PLU de Caen

D'après le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen, différents ensembles paysagers composent la trame verte urbaine de Caen, notamment les :

- Jardins et parcs de diverses tailles (au sein de l'aire d'étude sont par exemple identifiés le Parc de la Colline aux Oiseaux, la vallée du Mémorial, ou encore le Parc Saint-Paul) ;
- Espaces cultivés (par exemple les jardins familiaux du Chemin Vert dans l'aire d'étude) ;
- Cœurs d'îlot et jardins privatifs des quartiers pavillonnaires ;
- Couvertures végétales liées aux équipements sportifs (comme dans l'aire d'étude le stade d'Ornano ou le parc des expositions de Caen) ;
- Mails et promenades (plantations en bordures de voies, cheminement piétons, cours Général Koenig, promenade Napoléon 1er) ;
- Sujets isolés (arbres, haies) ;
- Squares urbains et espaces verts de pied d'immeubles ;
- Friches et talus (abords du périphérique).

Le PLU de Caen n'identifie en revanche aucun élément de la trame bleue.

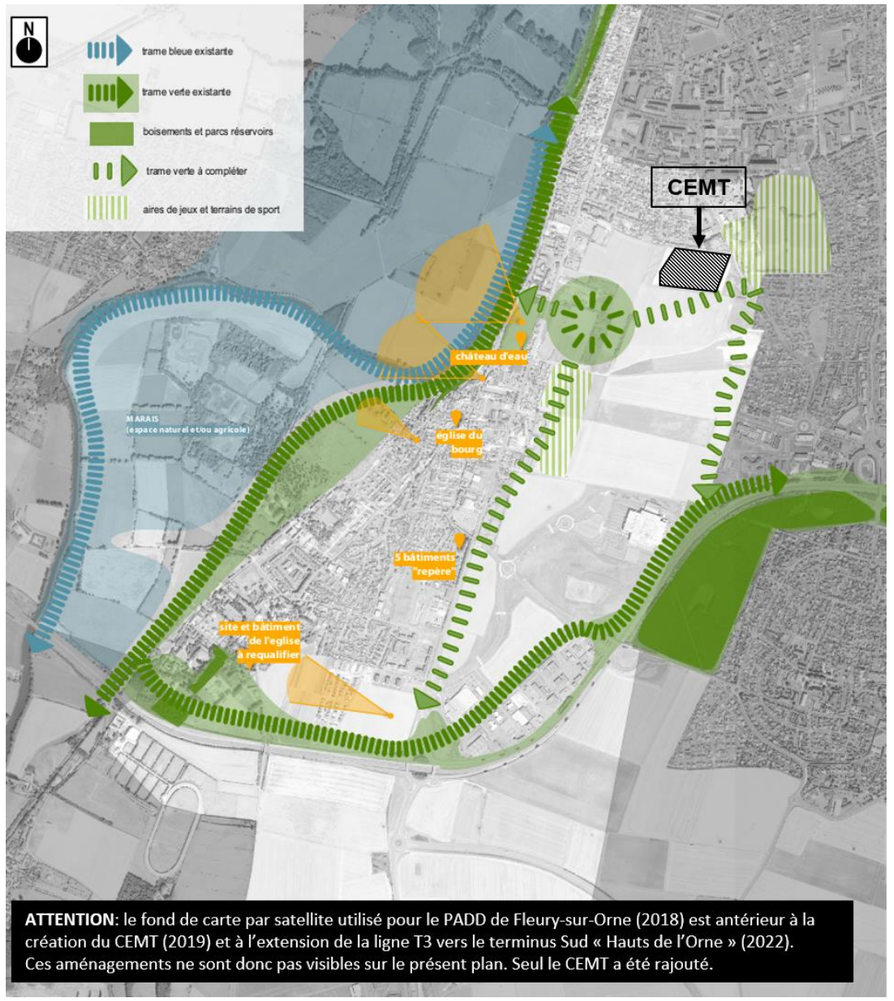
D'après le Guide pratique de Caen la mer, 25% de la superficie totale de la Ville de Caen est dédié aux espaces verts[5].

3.3.4. Trame Verte et Bleue du PLU de Fleury-sur-Orne

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) du PLU de Fleury-sur-Orne prévoit dans son axe n°4 le déploiement d'un réseau d'espaces et d'équipements récréatifs au sein d'une vaste trame verte et bleue d'intérêt écologique et paysager.

Le projet d'ajout de voies de remisage s'inscrivant déjà au sein d'un ensemble construit et dédié au tramway, à savoir le CEMT de Fleury-sur-Orne, il n'est pas concerné par la trame verte et bleue du PLU de Fleury-sur-Orne.

La figure ci-après est un extrait de la carte des orientations pour le déploiement d'une trame verte et bleue et la mise e valeur du paysage, de la vallée au plateau. Il est à bien prendre en considération que le PADD est antérieur à la création du CEMT, mais aussi à l'extension de la ligne T3 jusqu'au terminus « Hauts de l'Orne » (ouvert au public en 2022) et à l'ensemble de la ZAC des hauts de l'Orne. Tous ces éléments ne figurent donc pas sur le fond satellite.



Orientations pour le déploiement de la trame verte et bleue et la mise en valeur du paysage, de la vallée au plateau (source : PADD de Fleury-sur-Orne, modification n°3 du PLU, 13/12/2018)

3.3.5. Trame Verte et Bleue du PLU de Hérouville Saint-Clair

Le PLU d'Hérouville Saint-Clair ne fait pas mention d'une politique particulière concernant la trame verte et bleue.

[5] Source : https://www.caenlamer-tourisme.fr/wp-content/uploads/2023/03/CLM2023-GuidePratique-FR-WEB-PaP.pdf

3.3.6. Trame Verte et Bleue du PLU de Saint-Contest

Le PLU de Saint-Contest identifie les éléments suivants pour sa trame verte et bleue.



Le PADD du PLU de Saint-Contest indique que tout comme son armature urbaine, la trame verte et bleue de Saint-Contest est relativement fragmentée et spécifique à chacun des hameaux. La reconstitution d'une matrice végétale constitue un levier pour maintenir la qualité du cadre de vie et des paysages sur la commune et participer à une identité commune et partagée.

Parmi les objectifs fixés par le PADD sur la trame verte et bleue sont visées notamment la préservation et la reconstitution des continuités écologiques :

En s'appuyant sur les prairies existantes en lisière de hameaux, les mares et zones humides ainsi que sur les entités boisées ;

En adossant le développement des mobilités douces à une réflexion sur les espaces verts et alignements d'arbres et d'arbustes, notamment entre les hameaux ;

En favorisant la diversification des essences végétales constituant les franges urbaines et haies internes aux hameaux.

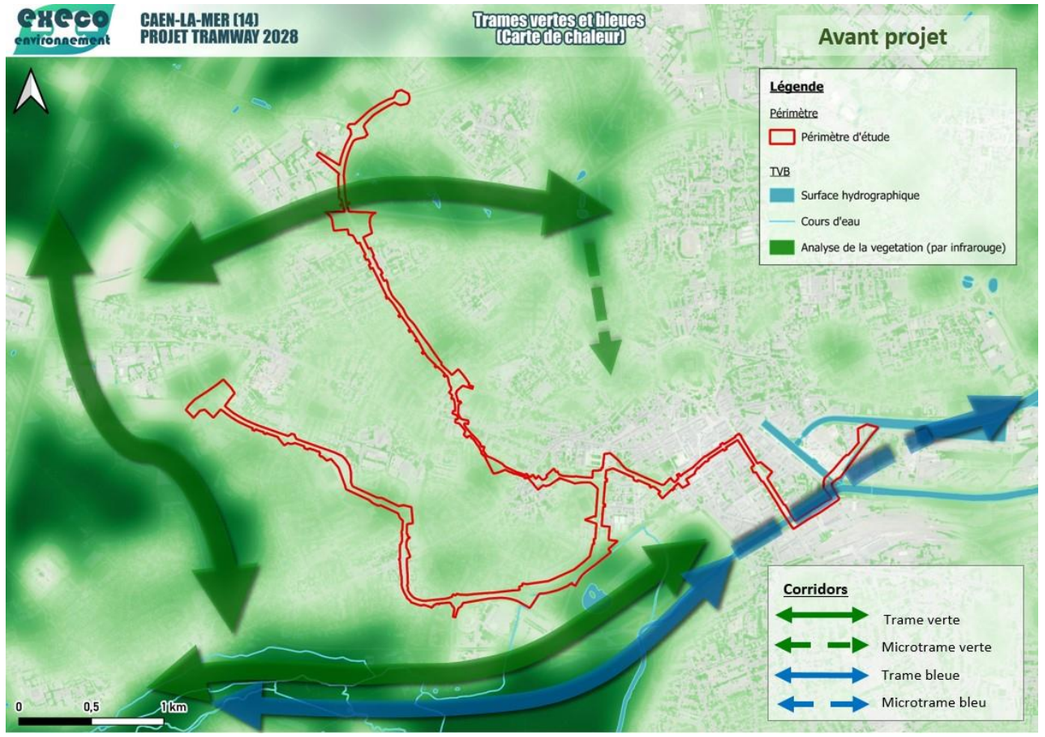
Enfin, le PADD indique aussi l'appui aux projets de développement au sein du Bourg pour y étoffer la trame verte, aujourd'hui moins constituée qu'au sein des autres hameaux résidentiels.

Le boulevard du Maréchal Juin, dont les voiries seront concernées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer, n'est pas concerné par la trame verte et bleue de Saint-Contest.

3.3.7. Les corridors écologiques identifiés à l'échelle de l'aire d'étude élargie

Au sein de l'aire d'étude élargie, on relève un maillage marqué par les voiries routières assez denses.
Toutefois, des micro-trames vertes sont très présentes à l'échelle urbaine, constituées des parcs urbains, des haies, des alignements d'arbres ou encore des jardins privatifs.

Au Nord de l'aire d'étude, une trame verte est identifiée au niveau de la Colline aux Oiseaux, tandis qu'au Sud de l'aire d'étude, il s'agit d'une trame bleue en lien avec l'Orne. Ces deux trames sont parallèles et orientées Est-Ouest.



Carte des corridors écologiques de la ville de Caen (source : ExEco Environnement)

3.4. SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX LIES A LA BIODIVERSITE

L'état initial de la biodiversité a permis de mettre en évidence les principaux enjeux à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer et des opérations annexes.

Les niveaux d'enjeux minimum et maximum définis dans ce chapitre reprennent ceux définis dans le rapport de ExEco Environnement par espèce et pour chaque groupe.

Le niveau d'enjeu pour la faune est donné à titre d'expert par ExEco Environnement.

Le niveau d'enjeu pour la flore et les habitats est défini en croisant la valeur patrimoniale de l'espèce ou de l'habitat à une note pondérée de vulnérabilité de l'espèce ou de cet habitat au sein de l'aire d'étude (voir ci-après).

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Zonages d'inventaires et de protection réglementaire	L'aire d'étude rapprochée intercepte à la marge une ZNIEFF de type I et une ZNIEFF de type II. La ZNIEFF de type I « Carrière Charlemagne » (id. : 250030037) est identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'ajout de voies de remisage au niveau du CEMT de Fleury-sur-Orne.	Modéré
	Aucun site Natura 2000, le plus proche étant à 8 km au Nord-Ouest de l'aire d'étude : il s'agit de la Zone Spéciale de Conservation « Anciennes carrières de la vallée de la Mue ».	Faible
Autres protections environnementales et contractuelles	Aucun arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), aucune mesure compensatoire, aucune réserve naturelle nationale (RNN) ou réserve naturelle régionale (RNR), aucun site du Conservatoire d'Espaces naturels (CEN), ni aucun Parc naturel régional (PNR) ou national (PNN) ne sont recensés au sein de la Communauté urbaine Caen la mer	Nul
Habitats naturels	Les formations végétales caractérisant les principaux habitats ne montrent pas un intérêt écologique particulier. Il s'agit de zones urbaines essentiellement, avec quelques habitats plus « naturels » de type parcs arborés, espaces verts ou prairies. Aucun habitat ne correspond à un habitat d'intérêt communautaire. Aucun habitat caractéristique de zone humide n'a été observé sur l'aire d'étude immédiate.	Faible
Flore	La diversité floristique apparaît dans l'ensemble assez bonne, malgré une faible diversité d'habitats représentés. Au regard des différents statuts, aucune espèce ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité même si le Torilis noueux est rare à l'échelle bas-normande. Il est bien plus fréquent à Caen et ses environs.	Faible
Flore invasive	Les espèces invasives avérées identifiés dans l'aire d'étude et qui présentent les risques les plus importants (dissémination en phase chantier) sont l'Arbre à papillons, la Renouée du Japon et le Séneçon du Cap.	Modéré
Diagnostic des arbres	Aucun des arbres présents sur l'aire d'étude n'a montré d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces. L'intérêt écologique se porte principalement sur les essences autochtones et les formations en bosquet.	Modéré
Avifaune	C'est un cortège d'espèces plutôt communes à très communes qui a été observé sur le site. L'activité avifaunistique se concentre principalement dans les milieux arborés et arbustifs, dans les zones buissonnantes et de fourrés attirant les passereaux. Il faut noter l'intérêt des parcs et jardins privés ou interdits au public : ils représentent des zones plus tranquilles, en partie préservée de l'activité humaine. Ces espaces abritent une diversité notable et sont profitables à plusieurs espèces patrimoniales. L'aire d'étude immédiate ne présente qu'un intérêt très localisé pour l'avifaune. En effet, certaines zones sont plus favorables à la fréquentation d'oiseaux. Les espèces à enjeu présentes sont notamment le Gobemouche gris, la Mésange charbonnière, la Mésange huppée, ou encore le Chardonneret élégant. Ces oiseaux restent communs à très communs dans la région et utilisent des milieux largement représentés au sein de l'agglomération caennaise.	Modéré
Mammifères non volants	Une espèce d'intérêt patrimonial est présente dans l'aire d'étude : le Hérisson d'Europe. L'espèce est sensible à la présence de haies surtout avec strate arborée, mais aussi à la présence de pelouse sur laquelle il peut chasser. Le Lapin de garenne, dont l'intérêt patrimonial est moindre, fréquente les merlons buissonnants de la zone de délaissé autour de la carrière de la Maladrerie et les espaces prairiaux des abords.	Fort
Chiroptères	Dix espèces ont été identifiées dans l'aire d'étude, principalement un cortège d'espèces de milieu semi-ouvert et anthropophile avec les pipistrelles, la Sérotine commune ou encore l'Oreillard gris. La fréquentation d'un cortège lié aux milieux forestiers comme les Murins ou la Noctule de Leisler est également identifiée. La Prairie de Caen représente une zone de chasse idéale pour les chiroptères. Il est donc très probable que les chauves-souris utilisent les espaces verts urbains et les alignements d'arbres pour se déplacer vers ce lieu qui représente une source de nourriture abondante pour ce groupe.	Modéré

Reptiles	Le Lézard des murailles est présent dans les espaces de friches. L'aire d'étude immédiate ne présente pas de zones plus favorables pour les reptiles car elle correspond largement aux voies déjà existantes.	Faible
Amphibiens	Seule la Grenouille verte commune a été observée et entendue dans un canal bordant le parking des Tritons près de la Prairie de Caen. L'aire d'étude immédiate ne présente pas de milieu favorable aux amphibiens.	Faible
Insectes	24 espèces d'insectes ont été recensées sur l'aire d'étude. Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée. Cette faible diversité s'explique par le contexte urbain et le peu d'habitats favorables qu'offre l'aire d'étude.	Faible
Continuités écologiques	Présence de réservoirs de biodiversité de la trame verte du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie correspondant à la ZNIEFF de type I « Pelouses calcaires du Nord de Caen ». Présence d'un corridor écologique de la trame bleue (bras de l'Orne) du Schéma Régional de Cohérence Écologique de Basse-Normandie au niveau de l'hippodrome de la Prairie.	Fort

4. TERRES, SOLS, EAU, CLIMAT

4.1. GEOLOGIE

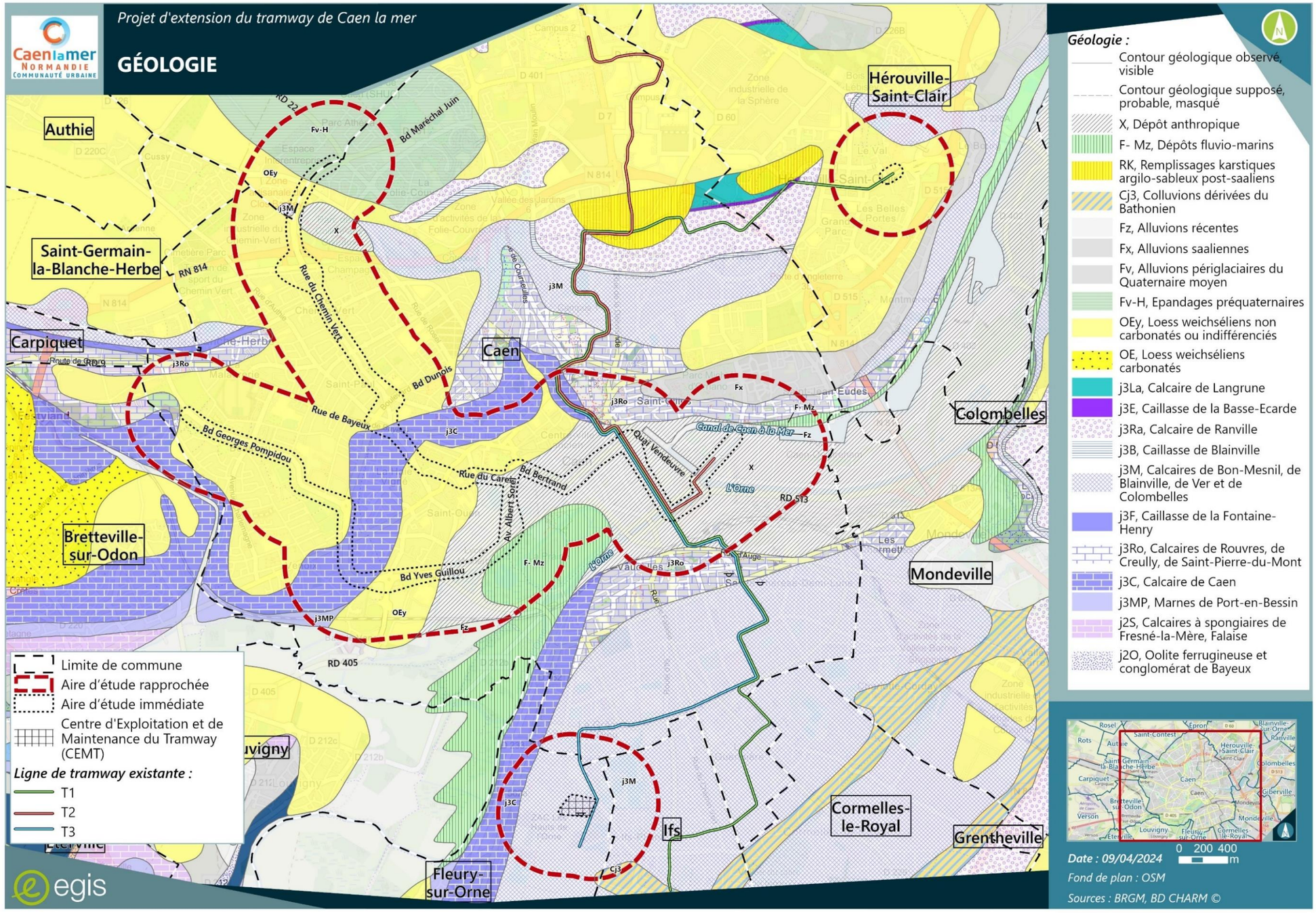
Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

La ville de Caen se démarque géologiquement par la présence de la « pierre de Caen » (ou calcaire de Caen). Ce calcaire s'est formé dans une mer peu profonde, à proximité d'un rivage, et se caractérise par la présence d'un sable coquillier, cimenté par de la boue carbonatée. La structure de la pierre de Caen est crayeuse et fine, ce qui permet un travail de sculpture facile, mais la rend en revanche vulnérable à l'érosion.

Certaines anciennes carrières à ciel ouvert sont encore visibles aujourd'hui à Caen, comme autour du château et de l'université. Au sein de l'aire d'étude rapprochée, à l'Ouest de la ville et à 15 m de profondeur, les anciennes carrières de la Maladrerie se trouvent aujourd'hui sous de nouveaux quartiers d'immeubles. Afin de consolider les terrains sous le boulevard Pompidou, 200 piliers de consolidation en béton ont dû être coulés.

La présence de ces carrières en tant que cavités souterraines entraîne un risque naturel d'effondrement/affaissement (mouvement de terrain), développé au chapitre 7.1.2.

Les aires d'étude sont plus spécifiquement concernées par des sols limoneux et calcaires (cf. carte en page suivante).


Projet d'extension du tramway de Caen la mer
GÉOLOGIE
Authie
Saint-Germain-la-Blanche-Herbe
Carpiquet
Bretteville-sur-Odon
Caen
Hérouville-Saint-Clair
Colombelles
Mondeville
Cormelles-le-Royal
Grentheville
Ifs
Fleury-sur-Orne
Rue du Chemin Vert
Rue de Bayeux
Bd Dunois
Bd Georges Pompidou
Bd Yves Guillou
Bd Maréchal Juin
Rue du Carel
Quai Vendeuvre
Canal de Caen à la Mer
L'Orne
RN 814
RD 405
RD 513
Limite de commune
Aire d'étude rapprochée
Aire d'étude immédiate
Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)
Ligne de tramway existante :
T1
T2
T3
Géologie :
Contour géologique observé, visible
Contour géologique supposé, probable, masqué
X, Dépôt anthropique
F- Mz, Dépôts fluvio-marins
RK, Remplissages karstiques argilo-sableux post-saaliens
Cj3, Colluvions dérivées du Bathonien
Fz, Alluvions récentes
Fx, Alluvions saaliennes
Fv, Alluvions périglaciaires du Quaternaire moyen
Fv-H, Epandages préquaternaires
OEy, Loess weichséliens non carbonatés ou indifférenciés
OE, Loess weichséliens carbonatés
j3La, Calcaire de Langrune
j3E, Caillasse de la Basse-Ecarde
j3Ra, Calcaire de Ranville
j3B, Caillasse de Blainville
j3M, Calcaires de Bon-Mesnil, de Blainville, de Ver et de Colombelles
j3F, Caillasse de la Fontaine-Henry
j3Ro, Calcaires de Rouvres, de Creully, de Saint-Pierre-du-Mont
j3C, Calcaire de Caen
j3MP, Marnes de Port-en-Bessin
j2S, Calcaires à spongiaires de Fresné-la-Mère, Falaise
j2O, Oolite ferrugineuse et conglomérat de Bayeux
0 200 400 m
Date : 09/04/2024
Fond de plan : OSM
Sources : BRGM, BD CHARM ©
egis

Géologie

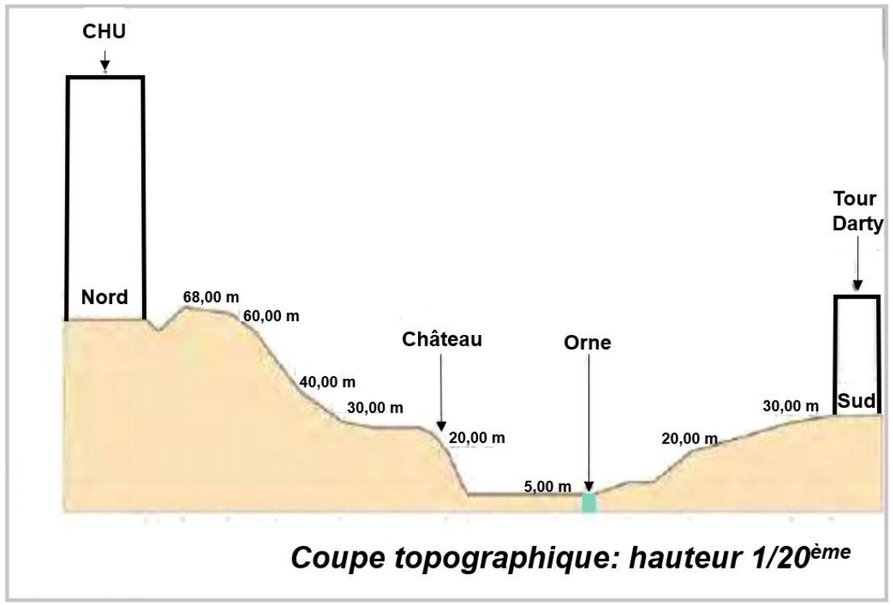
4.2. TOPOGRAPHIE

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

Caen se situe au centre Nord de la Basse-Normandie, au milieu de la plaine normande propice à la culture céréalière. La ville a été fondée dans une vallée alluviale marécageuse, à la confluence de l'Odon et de l'Orne.

À l'Ouest de la ville s'étend le bocage normand, à l'Est le pays d'Auge. Au Sud de la ville, la plaine se prolonge jusqu'aux frontières de la Basse-Normandie.

La coupe topographique en profil de Caen témoigne de la différence d'altitude entre le Nord où les hauteurs qui culminent à 68 mètres sont accentuées par la tour du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Caen, et le Sud où les hauteurs sont largement plus basses (entre 20 et 30 m).



Coupe topographique en profil Nord/Sud de Caen (source : Atlas urbain, 2007)

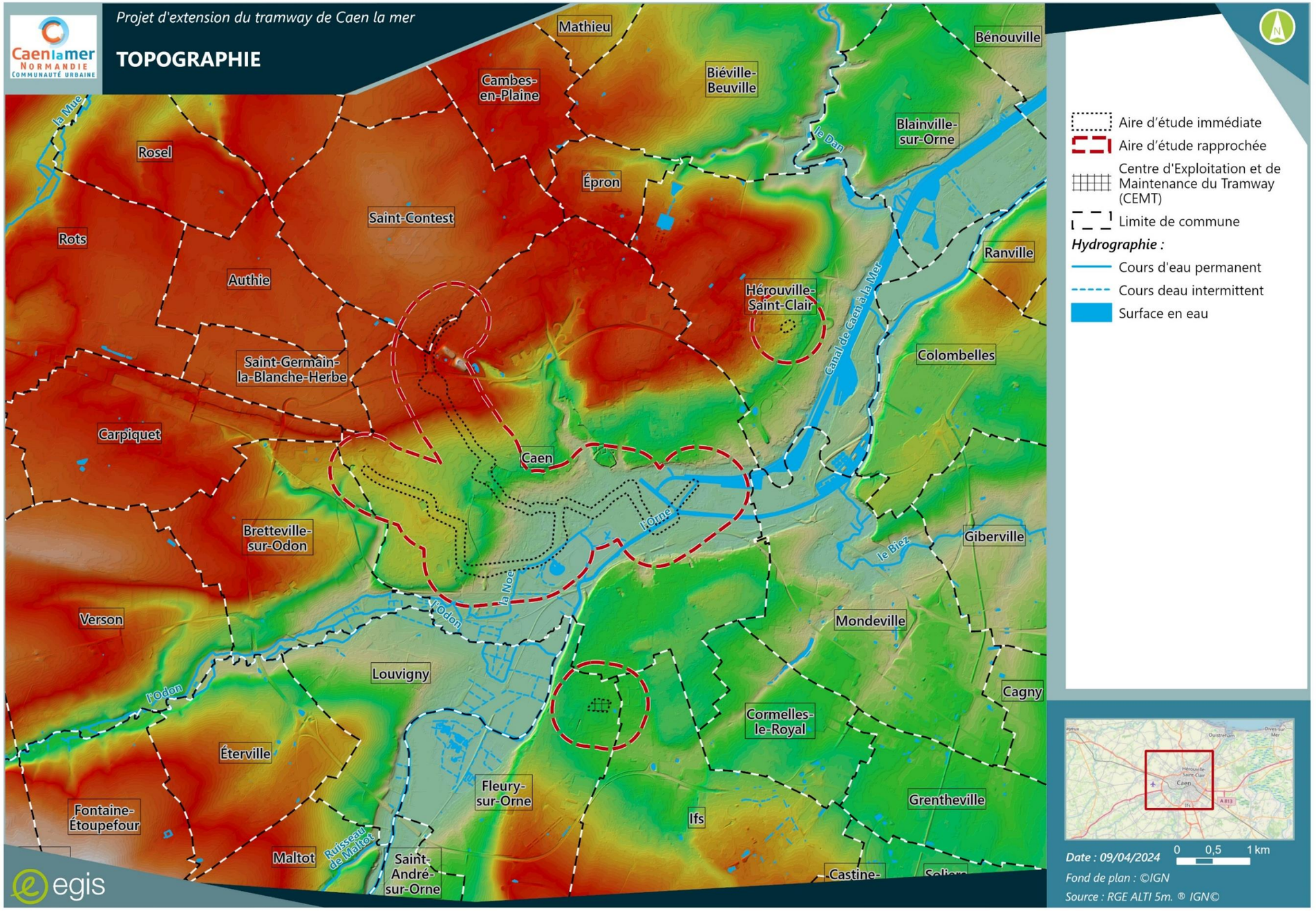
Au niveau de l'aire d'étude, cela se traduit par un relief beaucoup plus marqué au Nord, au niveau du quartier du Chemin Vert qui est nettement plus en hauteur que le reste de la ville de Caen (environ une soixantaine de mètres au-dessus de la mer).



Vue lointaine vers le Sud depuis le quartier du Chemin Vert (source : EGIS, février 2024)

Le relief a tendance à se rapprocher du niveau de la mer au fur et à mesure de sa proximité avec l'Orne notamment.

La topographie de Caen prend la forme d'une cuvette, avec une zone basse au centre de la ville au niveau de l'Orne et une élévation plus prononcée ensuite vers le Nord et un peu moindre au Sud. L'aire d'étude rapprochée a un relief marqué au Nord, mais un relief plat au niveau de l'Orne. Au niveau du CEMT de Fleury-sur-Orne, la topographie est relativement plane.



Topographie

4.3. EAUX SOUTERRAINES

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

4.3.1. Masse d'eau souterraine

Une seule masse d'eau souterraine est rencontrée au droit de l'aire d'étude. Il s'agit de la masse d'eau FRHG308 « Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin ». Elle est présentée sur la carte en page suivante.

D'après le Programme de mesures 2022-2027 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, cette masse d'eau est en mauvais état qualitatif (nitrates, pesticides) et en tension quantitative. Cet aquifère est classé en Zone de Répartition des Eaux (ZRE).

D'ici 2027, cette masse d'eau vise un Objectif Moins Strict[6] (OMS) pour son état chimique, et un bon état quantitatif.

4.3.2. Captages d'alimentation en eau potable

L'aire d'étude rapprochée interfère au niveau des secteurs du boulevard Yves Guillou, de la Prairie et des équipements tels que le Palais des Sports, le Parc des Expositions et le Zénith, avec le périmètre de protection éloigné (PPE), le périmètre de protection rapproché (PPR) et le périmètre de protection immédiat (PPI) des captages de Prairie 1 en vue de la consommation humaine. Il est à préciser que trois forages constituent Prairie 1 : « Forage A », « Forage B » et « Puits D ».

L'aire d'étude immédiate n'interfère qu'avec le PPE des captages de Prairie 1 au niveau du boulevard Yves Guillou.

Enfin, ni l'aire d'étude rapprochée de la modification du terminus de la ligne existante T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair », ni le CEMT de Fleury-sur-Orne ne sont concernés par des périmètres de protection de captage d'eau potable.

Le PPI, le PPR, le PPE et les forages de Prairie 1 sont identifiés sur la carte en page suivante.

Les périmètres de protection ont été institués en vertu des articles L.1321-2, L.1322-3 à L.1322-13 et R.1321-13 du Code de la Santé publique autour de points de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines, en vue d'assurer la protection de la qualité de cette eau, qu'il s'agisse de captage d'eaux de source, d'eaux souterraines ou d'eaux superficielles (cours d'eau, lacs, retenues, etc.) :

- Périmètre de protection immédiat dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété par le bénéficiaire de la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) et à l'intérieur duquel toute activité est interdite en dehors de celles expressément autorisées par l'acte déclaratif d'utilité publique ; périmètre obligatoirement clos sauf impossibilité matérielle ou obstacle topographique naturel assurant une protection équivalente ;
- Périmètre de protection rapproché à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes sortes d'installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux ;
- Le cas échéant, périmètre de protection éloignée à l'intérieur duquel peuvent être réglementés les installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols et dépôts ci-dessus mentionnés.

L'arrêté préfectoral du 8 octobre 2018 portant déclaration d'utilité publique des travaux de dérivation des eaux, de l'instauration des périmètres de protection et de l'institution des servitudes afférentes vient compléter l'arrêté préfectoral d'autorisation de prélèvement du 7 avril 1939, portant autorisation d'utiliser l'eau en vue de la consommation humaine des captages de Prairie 1 appartenant au Syndicat mixte de production et de distribution d'eau potable de la région de Caen.

Les captages de Prairie 1 sont autorisés pour un débit total de 630 m³/heure, n'excédant pas un volume journalier de 15 000 m³. Le volume total annuel de prélèvement est de 5 475 000 m³.

Des périmètres de protection immédiat et rapproché sont établis autour des installations de captages de Prairie 1, à savoir :

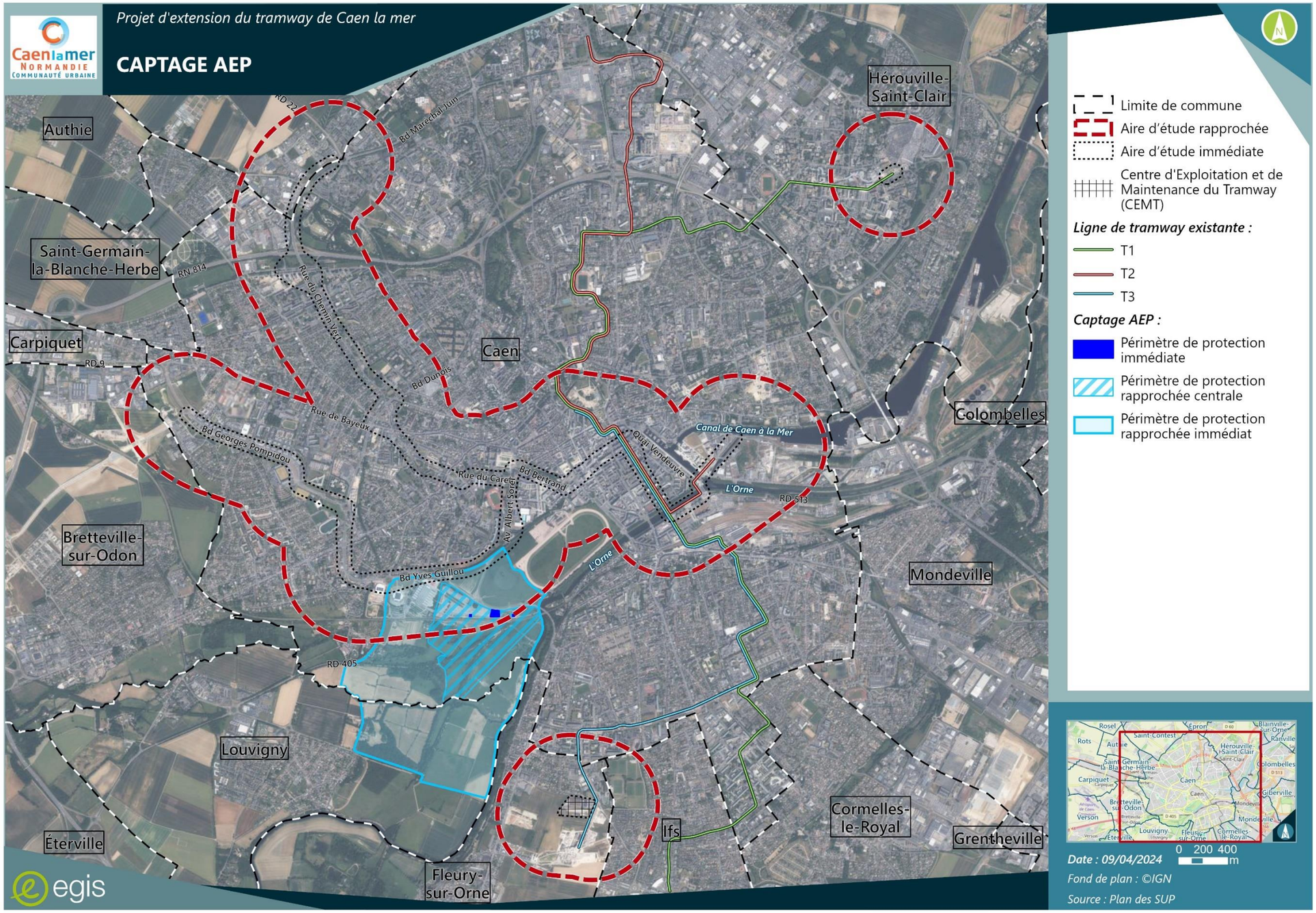
Article 17-1 : Périmètres de protection immédiate

Les périmètres de protection immédiate sont constitués des parcelles cadastrées suivantes :

POINT D'EAU	COMMUNE	PARCELLE CADASTREE	SUPERFICIE
Puits D	CAEN	Section NV n°4	4 227 m²
Forage A		Section NV n°3 pour partie et portion de la rue Joseph Philippon cadastrée en section NV n°5p.	environ 400 m²
Forage B		Section NM n°20 pour partie et portion de la voie prolongeant la rue Joseph Philippon et le boulevard des Baladas cadastrée en section NV n°5p.	environ 400 m²

Tableau des périmètres de protection immédiate des installations de captages de Prairie 1 (source : arrêté préfectoral du 08/10/2018)

[6] La dérogation désignée sous le terme « d'objectif moins strict » prévoit de fixer pour 2027 un objectif intermédiaire à l'atteinte du bon état pour les éléments ou paramètres de qualité concernés.



Captage d'alimentation en eau potable (AEP) « Prairie 1 » et périmètres de protection associés

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Une étude hydrogéologique a été conduite et est annexée à la présente étude.

Description de la ressource exploitée

Les forages d'eau potable exploitent une ressource contenue dans les alluvions grossières et dans les calcaires sous-jacents (calcaire du Bajocien et/ou Malière du bajocien inf. et de l'Aalénien et calcaires du Toarcien (Lias)). Ces formations reposent sur les argiles à Poisson du Toarcien (Lias), imperméables et sont recouvertes par quelques mètres d'alluvions modernes réputées imperméables également.

Deux nappes d'eau souterraine se distinguent, la nappe des alluvions grossières anciennes et la nappe circulant dans les calcaires sous-jacents. Il existe des échanges entre ces deux nappes, a priori la nappe des calcaires alimente la nappe sus-jacente des alluvions.

Une campagne géophysique a été réalisée, en novembre 2024, afin d'identifier le contact et la profondeur de la couche argileuse qui surplombe les calcaires du Bajocien-Bathonien au niveau des forages AEP. Les alluvions modernes qui recouvrent les alluvions grossières, sont composées d'argiles qui s'épaississent vers le nord-est, et qui peuvent atteindre une épaisseur de 8 m.

4.4. EAUX SUPERFICIELLES

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude rapprochée et immédiate.

4.4.1. Réseau hydrographique

L'agglomération caennaise s'est développée en tirant profit de la présence de l'Orne et d'une ressource en eau souterraine abondante, constituée par les sables du Trias et les calcaires du Bathonien Bajocien. Cette ressource, très vulnérable et localement surexploitée, affiche des taux de nitrates élevés. Au fil des siècles, les aménagements successifs (recalibrage, poldérisation…) ont progressivement façonné de nombreux cours d'eau, leur retirant une grande part de leur naturalité.

C'est ainsi que le réseau hydrographique caennais s'inscrit au sein de deux bassins versants (BV) : d'une part, à l'Ouest le BV de l'Odon du confluent du ruisseau de Sabley (exclu) au confluent de l'Orne (exclu), d'autre part à l'Est le BV de l'Orne du confluent de l'Odon (exclu) au confluent de l'Aiguillon (inclus).

L'Orne est un fleuve côtier d'environ 170 km. Deuxième plus important cours d'eau normand après la Seine, il s'étend sur un bassin versant d'environ 2 932 km². Il prend sa source aux environs d'Aunou-sur-Orne dans le département de l'Orne, avant de se jeter dans la Manche à Ouistreham via l'estuaire de l'Orne. Entre Caen et l'estuaire, le cours de l'Orne est doublé, sur une quinzaine de kilomètres, par le canal de Caen à la mer que peuvent emprunter certains navires.



L'Orne à Caen depuis le Pont Winston Churchill (source : EGIS, Novembre 2023)

L'Odon est une rivière, affluent du fleuve l'Orne, qui s'étend sur un bassin versant de 216 km² et déroule son cours sur environ 47 km depuis sa source à Ondefontaine dans le Calvados jusqu'à Caen où elle rejoint l'Orne.

À ces deux cours d'eau s'ajoute la Noë, qui se détache de l'Orne en amont de Vaucelles, puis se divise en deux bras : l'un traverse la Prairie et l'hippodrome de Caen, et rejoint l'Odon par un réseau souterrain, l'autre longe la Prairie en délimitant un espace entre celle-ci, le boulevard et le centre-ville.



La Noë entre le boulevard Yves Guillou et la Prairie de Caen (source : EGIS, Février 2024)

Par ailleurs, la ville de Caen compte un plan d'eau situé au niveau de la Prairie de Caen. Creusé en 1982, il constitue une réserve ornithologique.



Plan d'eau au cœur de la Prairie de Caen depuis le boulevard du Petit Vallerant (source : Google Street View, août 2022)

Aucun cours d'eau n'est identifié au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne et au sein de l'aire d'étude rapprochée de la modification du terminus de la ligne existante T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

En revanche, au sein de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer, les cours d'eau et plans d'eau suivants ont été recensés :

- La Noë, notamment l'un de ses bras traversant la Prairie de Caen et l'hippodrome, et qui longe une partie Sud du boulevard Yves Guillou ;
- L'Orne (devient canal de l'Orne) qui traverse la partie Sud-Est de l'aire d'étude et qui s'écoule dans le sens Sud-Ouest / Nord-Est ;
- Le bassin Saint-Pierre, qui correspond à un bassin à flot accueillant le port de plaisance de Caen, dans le secteur de la Presqu'île ;
- Le canal de Caen à la mer depuis le bassin Saint-Pierre au niveau de la Presqu'île.

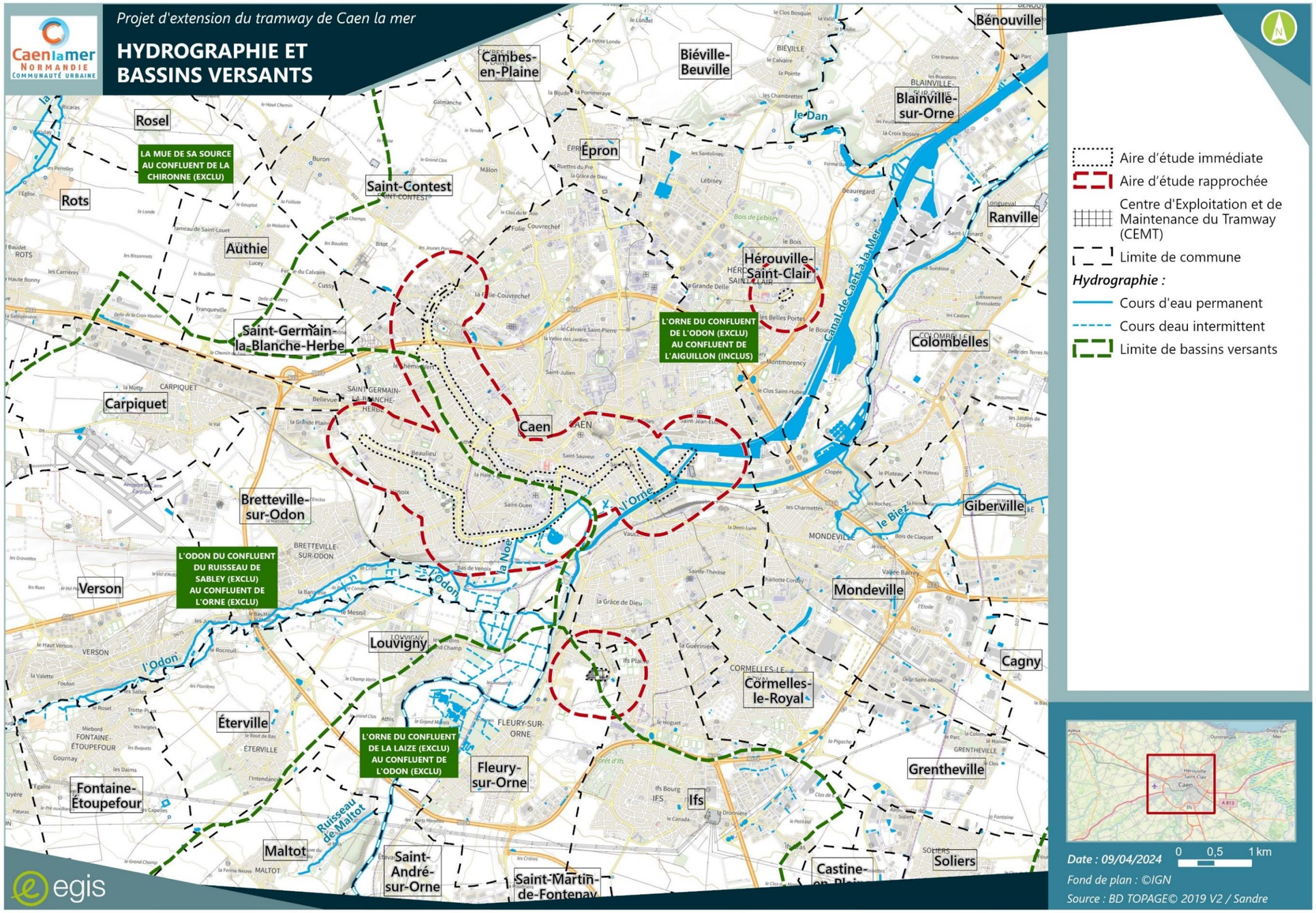


Bassin Saint-Pierre à Caen (source : EGIS, Février 2024)



Canal de Caen à la mer le long de l'avenue Victor Hugo à Caen (source : EGIS, Février 2024)

La cartographie du réseau hydrographique et des bassins versants est présentée en page suivante.



Hydrographie et bassins versants

4.4.2. Débits

Une seule station est disponible dans la banque hydro pour indiquer les données quantitatives des cours d'eau de l'aire d'étude : la station de l'Orne à Caen au niveau du Pont de Vaucelles. Toutefois, aucune donnée disponible n'est renseignée par la Banque Hydro.

4.4.3. Qualité des eaux superficielles

4.4.3.1. Exigences du bon état des eaux

Les exigences de « bon état des eaux » sont définies par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) transposée en droit français et prises en compte par les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et en corollaire par les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

L'objectif de bon état chimique consiste à respecter des seuils de concentration – les normes de qualités environnementales – pour les 41 substances visées par la DCE (notamment certains métaux, pesticides, hydrocarbures, solvants etc.) Ces seuils sont les mêmes pour tous les types de cours d'eau :

- Le bon état écologique correspond au respect de valeurs de référence pour des paramètres biologiques et des paramètres physico-chimiques qui ont un impact sur la biologie. L'état écologique s'apprécie en fonction du type de masse d'eau considéré (les valeurs du bon état ne sont pas les mêmes pour un fleuve de plaine ou pour un torrent de montagne) ;
- Concernant la biologie, on s'intéresse aux organismes aquatiques présents dans la masse d'eau considérée : algues, invertébrés (insectes, mollusques, crustacés …) et poissons ;
- Pour la physico-chimie, les paramètres pris en compte sont notamment l'acidité de l'eau, la quantité d'oxygène dissous, la salinité et la concentration en nutriments (azote et phosphore). Les objectifs sont décomposés en échéance avec substance ubiquiste[7] et sans substance ubiquiste.

4.4.3.2. Objectifs de bon état du SDAGE

Le tableau suivant présente les états et objectifs de bon état des masses d'eau de cours d'eau de l'aire d'étude. En 2013, l'état écologique des cours d'eau est qualifié de moyen à médiocre.

Nom masse d'eau (et code)	Statut de la masse d'eau	État écologique	Objectif de bon état/potentiel écologique	État chimique		
				Avec ubiquistes8 (objectif)	Sans ubiquistes (objectif)	Motifs de recours au dérogations
Canal de l'Orne (FRHR360)	MEA (masse d'eau artificielle)	Objectif moins strict	2027 (Faisabilité technique, coûts disproportionnés)	Bon état (2033)	Bon état (2021)	Faisabilité technique, conditions naturelles
Canal de Caen (FRHR361)	MEFM (masse d'eau fortement modifiée)	Bon potentiel	2027 (Faisabilité technique)	Bon état (2033)	Bon état (2021)	Faisabilité technique, conditions naturelles

Qualité des eaux du canal de l'Orne et du canal de Caen

Le canal de Caen étant classé au SDAGE 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands comme Masse d'Eau Fortement Modifiée (MEFM), il doit atteindre le bon potentiel écologique, et non le bon état écologique. Il s'agit d'un objectif moins strict du point de vue du caractère écologique de la masse d'eau.

4.4.3.3. Qualité des eaux superficielles

Aucun cours d'eau de l'aire d'étude rapprochée ne fait partie du réseau de contrôle et de surveillance de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et aucune donnée récente sur l'état des lieux ne peut être donnée.

En revanche, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen, approuvé le 4 avril 2017, indique que la qualité des eaux de l'Orne et de l'Odon est conditionnée par l'état de leurs bassins versants en amont de Caen. La qualité IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) de l'eau est correcte. Elle est toutefois moins bonne sur l'Orne que sur l'Odon.

[7] Une substance ubiquiste est un composé chimique émis par les activités humaines, à caractère persistant, bioaccumulable, toxique et donc dangereux pour la santé humaine (ministère en charge de l'environnement et Agences de l'eau)

4.5. ZONES HUMIDES

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude rapprochée et immédiate.

Aussi, la carte de pré-localisation des zones humides présentée dans ce chapitre est à relativiser au regard du contexte déjà urbanisé de Caen (terrain remblayé).

4.5.1. Inventaire des zones humides de Normandie

La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Normandie a réalisé un inventaire des zones humides et des milieux prédisposés à la présence de zones humides en Normandie en août 2022. Cet inventaire regroupe des zones humides photo-interprétées, des données produites lors d'inventaires terrains réalisés en régie ou par de nombreux partenaires. La cartographie est réalisée sur le terrain, selon des approches naturalistes (botanique et pédologie), ou par photo-interprétation. Afin d'aider au diagnostic terrain, la DREAL a également mis en ligne un modèle de prédiction des Milieux Prédisposés à la Présence de Zones Humides (MPPZH).

Les MPPZH sont des zones humides détruites, détériorées ou dont la caractérisation par les méthodes habituelles s'avère plus difficile (sols forestiers ou urbains, zones fortement drainées, etc.), voire impossible (milieux calcaires, sableux).

Les MPPZH sont représentés par deux sous-ensembles :

- Les milieux fortement prédisposés à la présence de zones humides, qui correspondent à des espaces où le modèle prédit la présence d'une nappe à faible profondeur en hiver (moins de 50 cm) et où, a priori, les sols sont hydromorphes. Ce sont dans ces espaces que la probabilité de trouver des sols répondant aux critères définis par les arrêtés de 2008 et 2009 est la plus forte ;
- Les milieux faiblement prédisposés à la présence de zones humides, qui sont des espaces où la nappe est plus profonde mais où, en fonction des incertitudes liées à la modélisation, la présence de zones humides ne peut être écartée.

C'est ainsi qu'au sein de l'aire d'étude rapprochée, la Prairie de Caen est identifiée en tant que zone humide dégradée, et qu'une grande partie du centre ancien autour du quartier du port est identifiée en tant que milieu fortement prédisposé à la présence de zones humides par l'inventaire des zones humides de Normandie.

- **Focus sur la roselière de la Prairie de Caen**

La roselière de la Prairie de Caen est un habitat typique des zones humides qui se développe sur des sols gorgés d'eaux, où les roseaux qui la constituent peuvent atteindre 2 à 3 m de hauteur. Elle assure un rôle filtrant naturel. La roselière est un milieu rare qui abrite une faune remarquable et menacée.

Au niveau de la roselière de Caen sont identifiés :

- une population d'orthoptères remarquables, dont le Conocéphale des roseaux (*Conicephalus dorsalis*) et le Criquet argenté (*Stethophyma grossum*), mais aussi la Grenouille verte (*Pelophylax ki. Esculentus*) ;
- des végétaux tels que le Phragmite commun (*Phragmites australis*), l'Alpiste roseau (*Phalaris arundinaceae*), la Grande glycérie (*Glyceria maxima*), la Grande Massette (*Typha latifolia*) ou la Renoncule à feuilles de céleri (*Ranunculus seleratus*).

Enfin, la roselière de la Prairie de Caen constitue un milieu favorable à la nidification et à l'hivernage des oiseaux, car elle est un lieu d'alimentation, de reproduction, et de protection des prédateurs. Ainsi, sur ce site, se trouvent notamment la Rousserolle effarvatte (*Acrocephalus scirpaceus*), la Rousserolle verderolle (*Acrocephalus palustris*), ou encore le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*).



La roselière de la Prairie de Caen, avec son panneau d'information (source : EGIS, Février 2024)

En revanche, aucune zone humide n'est identifiée à proximité du projet d'ajout de voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne, ou au niveau des terminus « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » et « Caen-Presqu'île ».

4.5.2. Inventaire des zones humides

Dans le cadre des études environnementales pour ce projet, le bureau d'études ExEco Environnement a été retenu pour la réalisation du volet faune flore comprenant, entre autres, l'étude habitats-faune-flore (voir chapitre 3.2 de la présente partie 3), mais aussi l'étude des zones humides, intégrant les critères de végétation et de sol (sondages pédologiques) concernant quelques zones ponctuelles (parking le long du boulevard des Baladas notamment près de la Prairie).

La méthodologie de l'étude zone humide est décrite au chapitre 4.4.6. de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

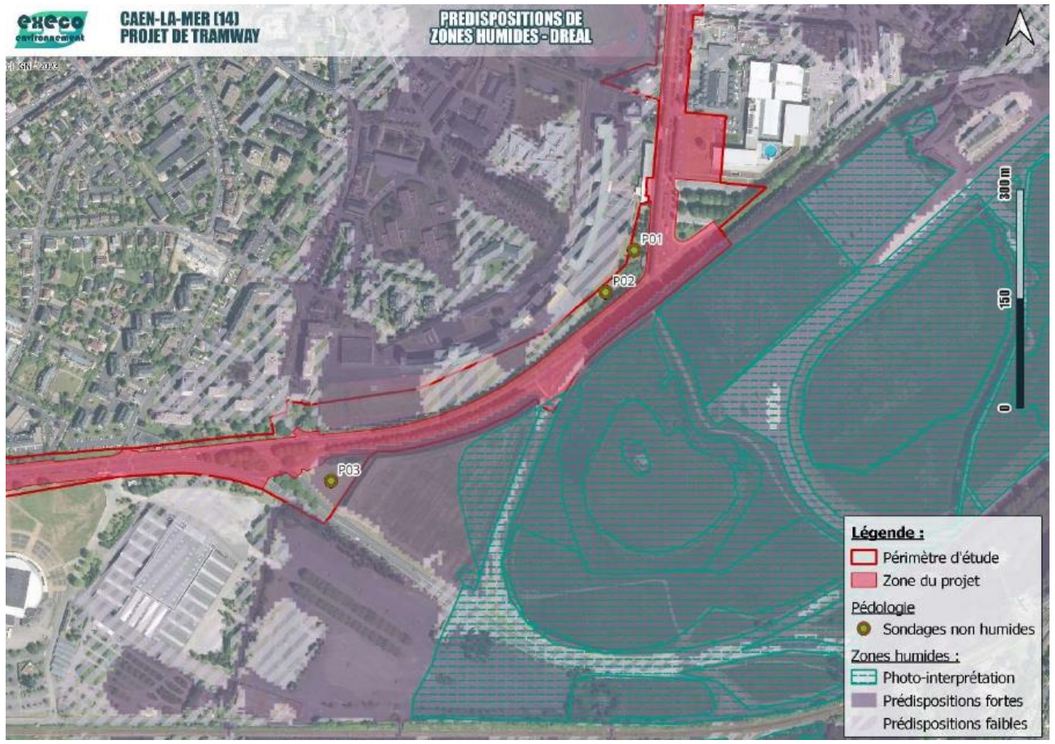
4.5.2.1. Résultats

Pour le **critère de la végétation**, la caractérisation des habitats effectuée lors des différentes campagnes de terrain ainsi que le recensement des espèces végétales les constituant a été utilisée.

Ainsi, **le tracé n'accueille pas d'habitat caractéristique de zones humides** en eux-mêmes ou de zone accueillant de forte proportion d'espèces végétales indicatrices de zones humides.

Pour le **critère de sols**, différents sondages pédologiques ont été réalisés en 2023 lorsque cela était possible (sol souvent remanié), en dehors de zone de remblais et en comparaison avec l'inventaire zones humides de la DREAL Normandie. Ces derniers ont été effectués et descendus jusqu'à une profondeur pouvant aller jusqu'à 50 cm (lorsque cela était possible), pour reconnaissance des traces potentielles d'hydromorphie.

L'ensemble des sondages ont révélé une présence de cailloux et un sol sec ne permettant pas de creuser au-delà de 40/50 cm. La carte ci-après identifie les 3 sondages pédologiques réalisés dans le cadre de l'inventaire des zones humides.



Prédispositions de zones humides d'après la DREAL et identification des 3 sondages pédologiques (Source : ExEco, 2023)

La synthèse de l'interprétation des sondages pédologiques est reprise dans le tableau ci-après.

N° du sondage pédologique	Classe d'hydromorphie (GEPPA, 1981 en annexe IV de la circulaire de 2010)	Critère : sol de zones humides (Oui/Non)
P01	Hors classe	Non
P02	Hors classe	Non
P03	Hors classe	Non

Sur les 3 sondages réalisés, aucun n'est caractéristique de zones humides et ne correspond à aucune classe du GEPPA (Non ZH) puisqu'aucune trace d'oxydo-réduction n'est observée en quantité suffisante.



Sondage pédologique P02 (Source : ExEco, 2023)

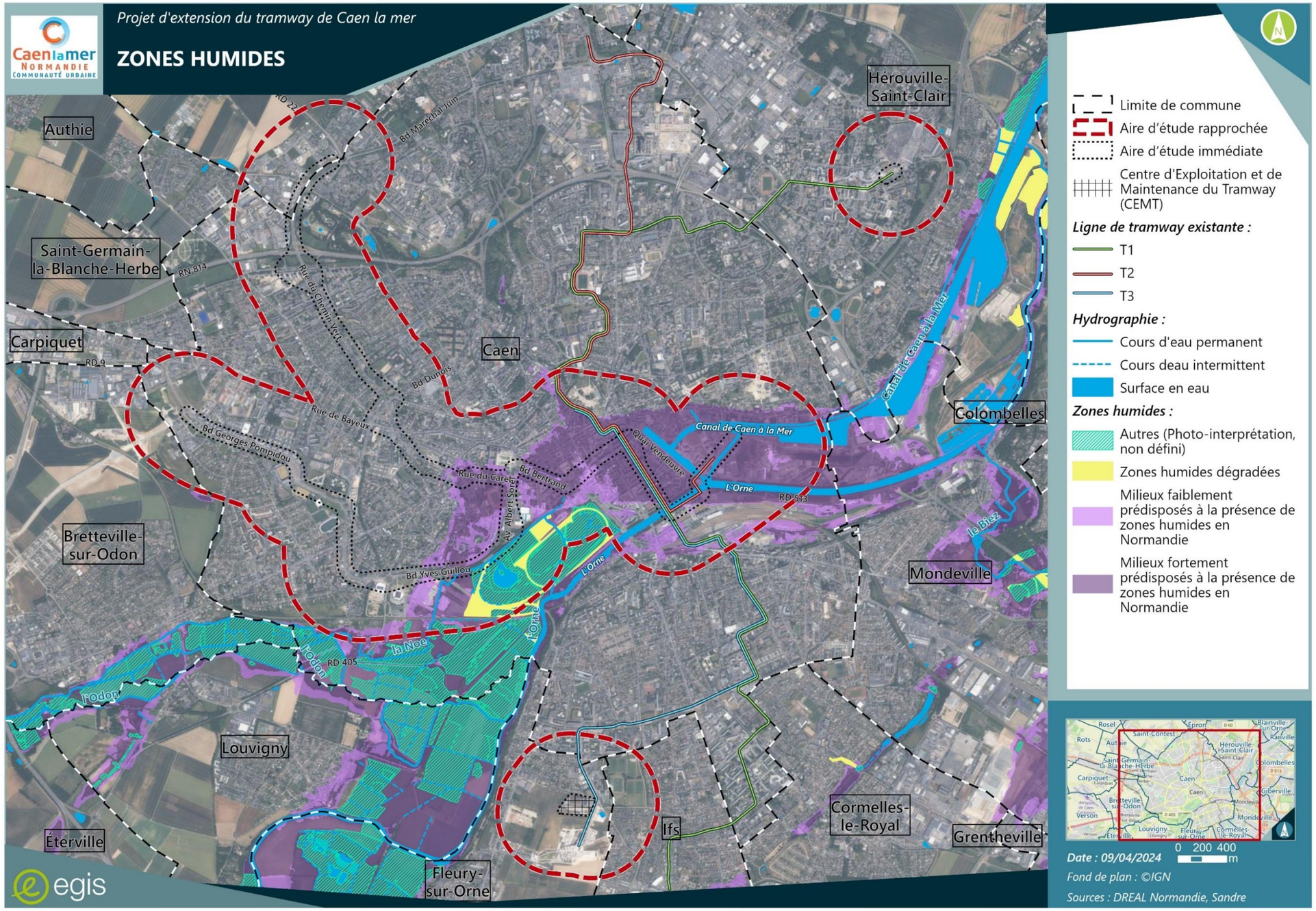
4.5.2.2. Conclusion

Des prédispositions de zones humides définies par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) sont présentes dans le centre-ville de Caen. Elles suivent le lit de l'Orne et de ses affluents. Le tracé du projet se trouve en partie sur ces zones humides, notamment la partie commune avec les autres lignes déjà existantes, ainsi que le long de la prairie de Caen.

Les cartes des zones humides et des territoires humides réalisés par les deux organismes ne montrent pas de présence de zones humides sur le tracé du projet, mais des zones à prédispositions fortes et faibles. Il est peu probable que ces zones humides soient effectives.

En effet, le centre-ville ayant été totalement remanié, il n'existe, a priori, plus de sol naturel caractéristique de zone humide sur le périmètre du projet. Au plus proches, elles sont encore présentes sur le site de la Prairie.

Les investigations de terrain menées sur les deux critères que sont la végétation et le sol à l'échelle du périmètre d'étude n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de zones humides.



Zones humides

4.6. CLIMAT

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude élargie.

La région de Caen se situe dans la zone de climat océanique avec des hivers relativement doux et des étés tempérés.

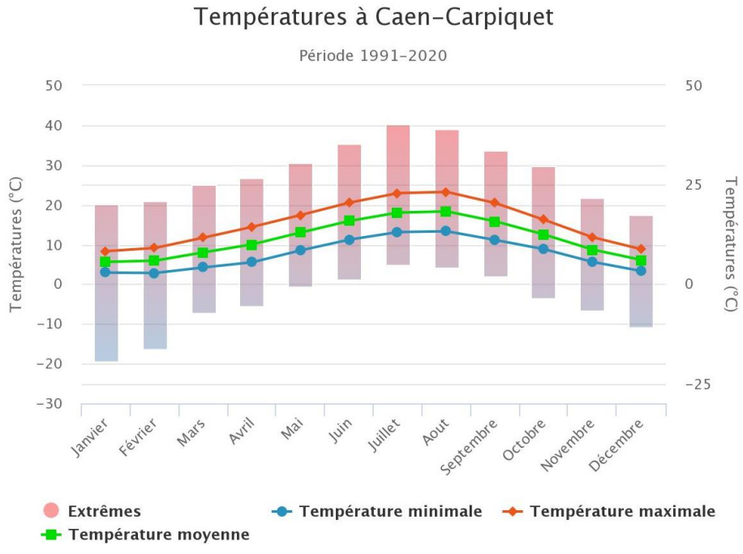
L'ensemble des données météorologiques présentées est issu de la station Météo-France de Caen-Carpiquet pour la période 1991-2020.

4.6.1. Températures et précipitations

La température annuelle moyenne est de 11,5°C, avec un minima annuel d'une moyenne de 7,5°C, et un maxima annuel d'une moyenne de 15,4°C.

Températures moyennes en °C													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Maximale	8,3	9,1	11,7	14,4	17,4	20,5	22,9	23,2	20,4	16,2	11,8	8,8	15,4
Moyenne	**5,6**	**5,9**	**8**	**10**	**13**	**15,9**	**18**	**18,3**	**15,8**	**12,5**	**8,7**	**6,1**	**11,5**
Minimale	2,9	2,8	4,2	5,5	8,5	11,2	13,1	13,3	11,1	8,8	5,6	3,3	7,5

Températures moyennes annuelles à la station météorologique Caen-Carpiquet (source : station Météo France, statistiques 1991-2020)



Températures à la station Caen-Carpiquet sur 30 ans (source : Infoclimat basé sur Météo France, statistiques 1991-2020)

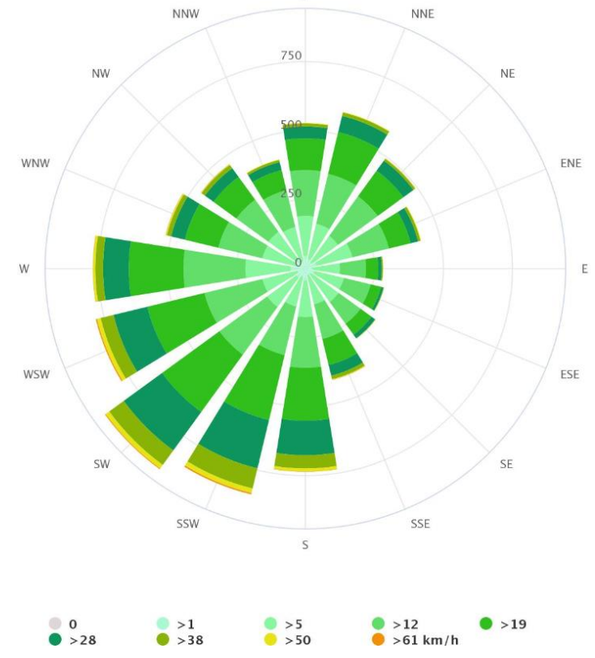
De plus, il est à noter que des études menées par des chercheurs de l'Université de Caen Normandie (antenne du Centre National de Recherches Scientifiques -CNRS) en 2022 ont démontré que le centre-ville de Caen était soumis au phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU). Des écarts de plus de 7°C en quelques centaines de mètres ont été relevés, notamment entre la Prairie et la place Bouchard.

4.6.2. Précipitations

Les précipitations sont réparties de façon relativement constante durant l'année et sont rarement intenses. La pluviométrie moyenne est de 740 mm d'eau par an. Durant l'année, la hauteur des précipitations varie entre 79 mm en octobre-novembre, et 51 mm en août. Par rapport à l'ensemble de la région, la ville de Caen connaît une pluviométrie modérée.

4.6.3. Vents

Par sa proximité avec la mer et son relief peu accentué, la région de Caen est fortement soumise au vent et sujette à des tempêtes régulières. Les vents dominants proviennent du Sud-Ouest. Les vents violents (vitesse supérieure à 8,5 m/s) ont une fréquence maximale de janvier à mars. Le vent est ainsi un facteur climatique important dans cette région, il constitue d'ailleurs le seul « risque climat » pour la ville.



Rose des vents à Caen-Carpiquet (source : MeteoBlue)

4.6.4. Ensoleillement

Malgré l'image d'une région à forte pluviométrie, Caen, comme l'ensemble de la Basse-Normandie, bénéficie d'un bon ensoleillement (moyenne de 1 746,2 heures d'ensoleillement par an).

Durée d'insolation (moyenne en heures)												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
70,5	90,2	130	179	203,4	212,6	218,5	204,8	170 ,9	117	81,9	67,2	1 746,2

Durée d'insolation à Caen-Carpiquet (source : Météo France, statistiques 1991-2020)

4.7. SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX LIES AUX TERRES, AUX SOLS, A L'EAU ET AU CLIMAT

L'état initial relatif aux thématiques terres, sols, eau et climat a permis de mettre en évidence les principaux enjeux à l'échelle des aires d'étude vis-à-vis de la réalisation du projet.

La synthèse et la hiérarchisation des enjeux liées à ces thématiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Climat	Climat océanique aux hivers doux et étés tempérés. L'aire d'étude est soumise au phénomène d'îlot de chaleur (zones fortement urbanisées).	Modéré
Topographie	Topographie en forme de cuvette, avec un relief plus marqué au Nord (quartier du Chemin Vert) et moindre au Sud. L'Orne est au niveau de la mer.	Modéré
Géologie	Sol majoritairement limoneux et calcaire.	Faible
Eaux souterraines	Masse d'eau souterraine « Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin » (FRHG308) en mauvais état qualitatif (nitrates, pesticides) et en tension quantitative.	Fort
	Présence de périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable au niveau de la Prairie de Caen dans l'aire d'étude.	Fort
Eaux superficielles	4 cours d'eau au sein de l'aire d'étude : l'Orne, le canal de l'Orne, la Noë et le canal de Caen à la mer, et un bassin portuaire : bassin Saint-Pierre.	Fort
Zones humides	Prairie de Caen identifiée en tant que zone humide dégradée. Une grande partie du centre ancien autour du quartier du port est identifiée en tant que milieux fortement prédisposés à la présence de zones humides par l'inventaire des zones humides de Normandie.	Modéré

Synthèse des enjeux liés aux terres, aux sols, à l'eau et au climat

5. BIENS MATERIELS ET ACTIVITES

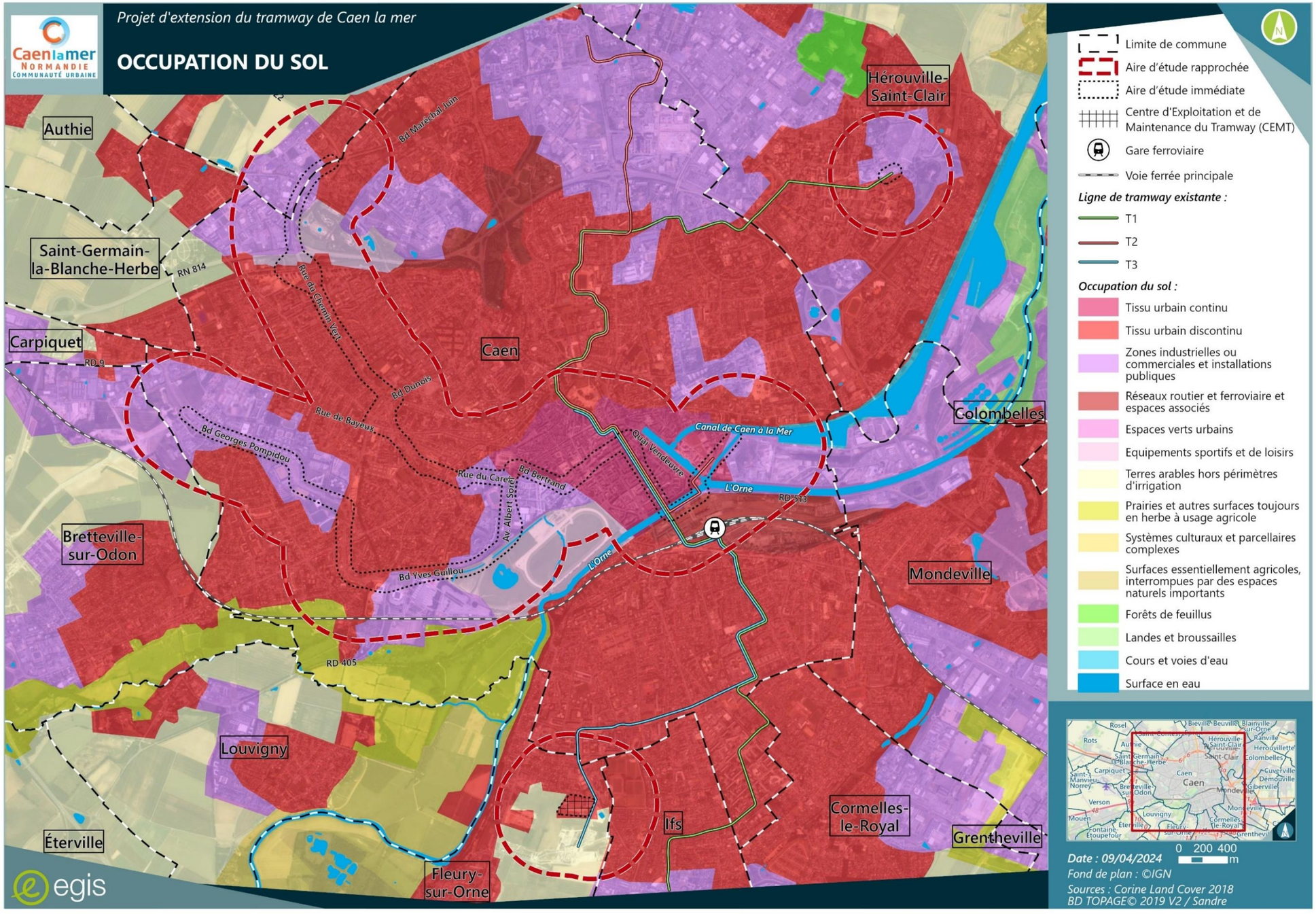
5.1. OCCUPATION DU SOL

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude rapprochée et immédiate.

L'aire d'étude rapprochée est localisée en milieu urbanisé. Quelques secteurs d'activités industrielle ou commerciale sont présents au Nord (parc d'activités Athéna à Saint-Contest, commerces de la Halle Molière au droit du quartier du Chemin Vert) et à l'Ouest (zone commerciale des Hauts-de-Beaulieu). Le cœur de ville caennais est bien entendu concerné par une multitude de services et commerces.

D'autres poches de zones industrielles ou commerciales et installations publiques sont aussi identifiées : stade d'Ornano, parc des expositions, secteur de part et d'autre de l'avenue Albert Sorel (lycée Malherbe, France 3 Normandie Caen, centre des congrès), bassin Saint-Pierre, patinoire de Caen la mer etc.).

La cartographie de l'occupation des sols est présentée en page suivante.



Occupation du sol

5.2. HABITAT ET LOGEMENTS

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

En 2020, d'après l'INSEE, le parc de logements de Caen la mer compte 149 572 logements qui représentent 35% des logements du département du Calvados. Au niveau de la ville de Caen, sont recensés, en 2020, 68 977 logements, soit 46% du parc total de Caen la mer.

Les logements de Caen la mer se répartissent de la manière suivante :

- 133 199 résidences principales, soit 31% des résidences principales du Calvados ;
- 10 002 logements vacants, soit 2,3% des logements vacants du Calvados ;
- 6 370 résidences secondaires, soit 1,5% des résidences secondaires du Calvados.

Sur la commune de Caen, 82,3% des logements sont des appartements, et 15,6% des maisons.

Les extraits de cartes suivants montrent bien la part prépondérante du logement collectif à Caen, notamment dans l'hypercentre.



Part des ménages en logement collectif (source : Géoportail)

La part des ménages en maison individuelle est importante dans le quartier Venoix à l'Ouest de Caen.



Part des ménages en maison (source : Géoportail)

Le quartier du Chemin Vert à Caen et les secteurs de Bellevue et Hauts-de-Beaulieu à cheval entre Caen et Saint-Germain-la-Blanche-Herbe comptent une part importante de logements sociaux.



Part des ménages en logement social (source : Géoportail)

5.3. INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

5.3.1. L'Enquête Mobilité de Caen la mer

De février à mai 2022, sur la base du volontariat, à domicile ou par téléphone, les Calvadosiens ont été interrogés sur leurs pratiques de déplacements au cours d'une vaste enquête déployée sur l'ensemble du département.

Réalisée par Caen la mer (Autorité Organisatrice de la Mobilité-AOM), en partenariat avec l'État, la Région Normandie, le Département du Calvados, le CEREMA et l'agence d'urbanisme de Caen Normandie Métropole (AUCAME), cette enquête fait suite à celle organisée en 2011. La comparaison entre leurs résultats, à dix ans d'intervalle, permet d'apprécier les évolutions des déplacements réalisés dans le Calvados, et plus particulièrement sur le territoire de Caen la mer.

Le périmètre de l'Enquête Mobilité 2022 (EMC2) est identique à celui de la première enquête réalisée en 2011 (qui s'appelait alors Enquête Déplacements Grand Territoire - EDGT), dont la méthodologie et les standards le sont également. Cette reconduction, à périmètre égal, permet de procéder à des comparaisons fiables. Il regroupe la totalité des 538 communes du département du Calvados, représentant 694 000 habitants. Au total, environ 12 160 personnes ont été interrogées.

5.3.1.1. Enjeux et objectifs de l'enquête

Les trois enjeux de l'EMC2 sont :

- Actualiser des données issues de la dernière enquête de ce type réalisée sur le territoire en 2010-2011 ;
- Améliorer les déplacements dans le département (développement du réseau de mobilité normand NOMAD, Plan vélo départemental, schémas cyclables territoriaux, etc.) ;
- Répondre aux besoins de la planification territoriale et aux nouveaux enjeux environnementaux.

A ces enjeux s'ajoutent la poursuite des objectifs suivants :

- Identifier les pratiques de déplacements de la population et mesurer leur évolution ;
- Évaluer les effets des politiques de transport à travers l'évolution de l'utilisation des différents moyens de déplacement ;
- Identifier les attentes de la population en matière de transport ;
- Adapter les politiques de transport en conséquence.

Les exploitations de l'enquête vont ainsi permettre aux collectivités, aux acteurs des transports et aux acteurs économiques de :

- **Optimiser la planification locale par une connaissance fine des pratiques de déplacement sur un territoire spécifique** par le croisement des différentes données : les personnes sans voiture, le stationnement résidentiel, les déplacements des collégiens, des lycéens et des étudiants, les flux de déplacements motorisés, la répartition horaire des déplacements, la mobilité des retraités, etc. ;
- **Accompagner l'élaboration des politiques de déplacement** : Les modes et pratiques de déplacement évoluent rapidement. Identifier de façon précise les modes qui ont progressé ou régressé et dans quelle proportion, savoir pour quels motifs telle ou telle catégorie de la population utilise tel ou tel moyen de déplacement… sont autant de données fournies par une Enquête Mobilité ;
- **Positionner l'agglomération à l'échelle nationale** : Répertoriés et organisés au sein d'une banque de données nationale, les résultats issus des différentes Enquêtes Mobilité réalisées régulièrement sur le territoire français permettent de disposer d'un véritable outil de suivi des grandes tendances d'évolution de la mobilité dans le temps et dans l'espace. Les comparaisons entre agglomérations sont donc possibles et sont souvent l'occasion de mesurer l'impact des politiques locales de transport. Il en sera ainsi pour cette Enquête Mobilité de Caen la mer[9] ;
- **Suivre les évolutions de la société** : De façon plus générale, l'identification des changements intervenus dans les pratiques et les habitudes de déplacements quotidiens, et la connaissance de l'opinion des habitants sur leur système de transport permettent d'identifier les grandes tendances sociétales et comportementales. Au moment où la réduction de l'usage de la voiture en ville représente un enjeu important, le développement de la pratique des modes doux ou de l'intermodalité, par exemple, font l'objet d'une attention particulière au sein des Enquêtes Mobilité.

5.3.1.2. Résultats de l'enquête

Il est d'abord observé une **légère baisse de la motorisation**. En effet, à l'échelle départementale, 84% des ménages disposent d'une voiture, ce qui correspond à 1,3 voiture par ménage, soit légèrement moins qu'en 2014 (1,4). Sur la Communauté urbaine

[9] Les résultats détaillés sont consultables sur le site https://caenlamer.fr/enquete-mobilite

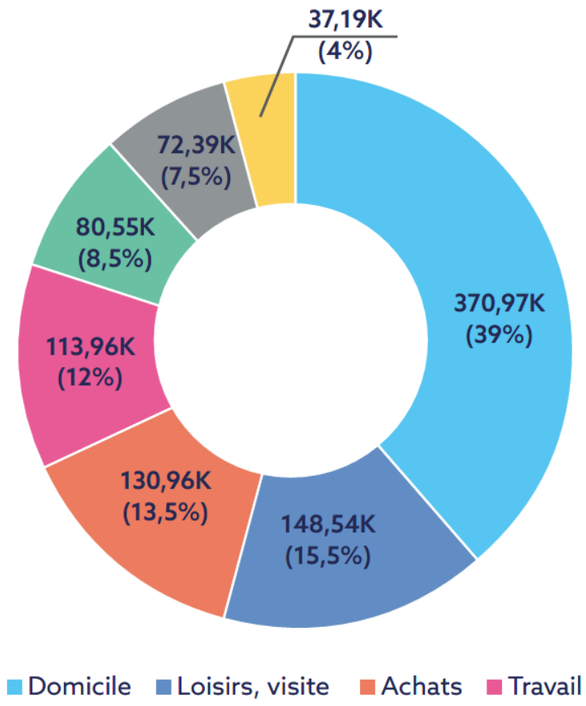
Caen la mer, 78% des ménages possèdent une voiture (68% à Caen) et jusqu'à 93% d'entre eux sont motorisés en périphérie.

L'essor du vélo est aussi relevé, puisque 56% des ménages calvadosiens possèdent au moins un vélo avec 1,4 vélo par ménage, contre 1 par ménage en 2011. Cela s'explique par l'essor du vélo, qui a notamment été permis par le développement des aménagements cyclables et par les différentes aides proposées par les collectivités, pour l'achat d'un vélo électrique. Du côté de la ville de Caen uniquement, 44% des ménages ont un vélo.

De plus, la différence moindre de temps de trajet, à vélo ou en voiture, notamment dans les secteurs urbains, et particulièrement en période de travaux, peut également expliquer l'utilisation massive du vélo, sur le département, et particulièrement sur le territoire de Caen la mer.

En revanche, il est observé une **diminution du nombre de déplacements quotidiens**. Chaque jour, les habitants de Caen la mer réalisent en moyenne, 954 000 déplacements, tous modes confondus. Cela représente 45 000 déplacements de moins qu'en 2011. En semaine, 3,8 déplacements sont réalisés par jour et par personne (soit -0,3 par rapport à 2011). Ce phénomène s'inscrit dans une tendance nationale qui peut notamment s'expliquer par plusieurs facteurs sociétaux : le vieillissement de la population, l'augmentation du prix du carburant, le développement du télétravail et les achats et démarches réalisés de plus en plus par internet.

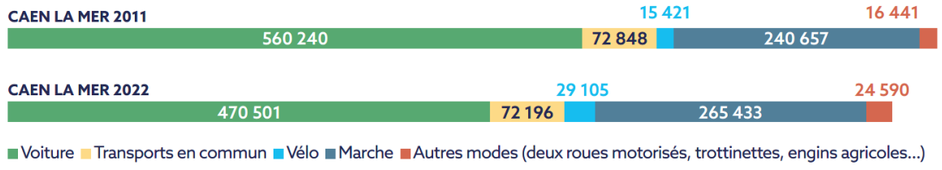
De plus, depuis 10 ans, la **hiérarchie des motifs de déplacements a peu évolué**, quel que soit le secteur du territoire. Les déplacements effectués dans le cadre de loisirs ou des études ont légèrement augmenté, tandis que les trajets pour accompagner une personne ou dans le cadre professionnel, sont en légère baisse. Rejoindre son domicile est le motif qui arrive en tête du classement, avec 38% des déplacements effectués en semaine. Les loisirs et visites représentent 16% des déplacements, suivis par les achats, à hauteur de 14%, et enfin le travail, pour près de 12% d'entre eux.



Répartition des motifs de déplacements en semaine sur le territoire de Caen la mer
(source : Enquête Mobilité, 2023)

Aussi, il est noté en 10 ans une baisse de 90 000 déplacements quotidiens en voiture sur le territoire de Caen la mer. La marche augmente significativement (+25 000 déplacements quotidiens). L'augmentation de l'usage du vélo est également remarquable (+13 000 déplacements quotidiens, soit deux fois plus qu'en 2011). Quant à la fréquentation des transports en commun, elle reste stable. Elle a pu être freinée durant la crise sanitaire, dont les conséquences se faisaient encore sentir au moment de l'Enquête Mobilité.

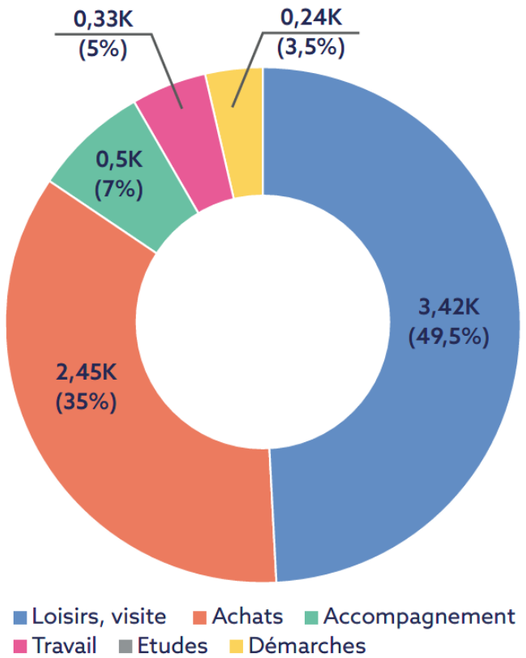
Autre différence notable, désormais 27% des actifs télétravaillent un ou plusieurs jours par semaine, ce qui explique, en partie, la baisse des déplacements au quotidien.



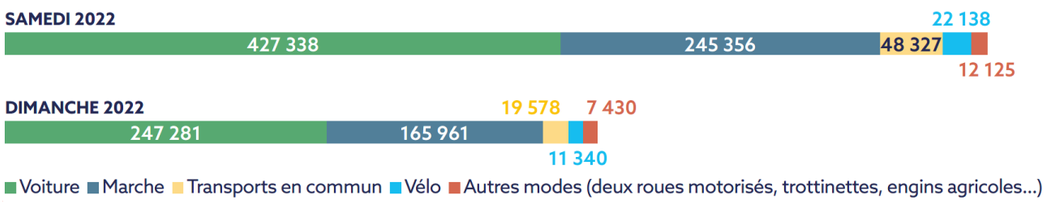
Évolution de la répartition des déplacements entre 2011 et 2022
(source : Enquête Mobilité, 2023)

L'enquête Week-end a aussi permis de conclure que les loisirs et les visites représentent près de la moitié des déplacements en fin de semaine. Le motif « achat » constitue un peu plus d'un tiers d'entre eux. Les autres motifs sont beaucoup moins représentés. Le recours à la voiture pour se déplacer le week-end reste prépondérant, même si la diminution de son usage sur les dix dernières années est notable. Ce moyen est privilégié car les déplacements réalisés sur ce laps de temps, sont en général plus longs (11,9 km) qu'en semaine (7,5 km).

L'utilisation des transports en commun et du vélo a fortement augmenté le samedi, tandis que la marche est davantage utilisée le dimanche.



Répartition des motifs de déplacements le week-end sur le territoire de Caen la mer (source : Enquête Mobilité, 2023)



Nombre de déplacements par mode de transport (source : Enquête Mobilité, 2023)

5.3.2. Réseau routier et autoroutier

5.3.2.1. Contexte général

L'agglomération caennaise est bien desservie par le réseau autoroutier à l'Est (A13) et à l'Ouest (A84) sur lequel s'appuie un réseau structurant d'agglomération fort avec le périphérique (RN814) et plusieurs grands axes tels que la RN158 au Sud, la RN13 au Nord-Ouest ou encore la RD515 au Nord-Est. Il y a une certaine homogénéité de la trame viaire autour de Caen, légèrement moins structurante au Nord-Ouest toutefois.



RN814 (périphérique de Caen) depuis le boulevard du Maréchal Juin à Caen (source : EGIS, 30/11/2023)

Les voiries empruntées par les lignes T1, T2 et T3 du réseau de tramway actuel sont essentiellement des voiries de distribution et quelques voiries principales urbaines.

Les voies de type avenues, boulevards et rues principales jouent un rôle crucial dans la mobilité quotidienne.

Les voies locales et axes de proximité servent à accéder aux habitations, aux équipements publics et aux petits commerces. Elles ont une faible capacité de trafic et sont souvent limitées à une seule voie.

Les voiries qui sont concernées par le passage de la future ligne du tramway de Caen la mer sont les suivantes (d'Est en Ouest) :

- Section commune aux deux branches :
  - Avenue Victor Hugo ;
  - Quai Hamelin ;
  - Avenue du Six Juin ;
  - Rue de Bernières ;
  - Boulevard du Maréchal Leclerc ;
  - Boulevard Bertrand ;
  - Avenue Albert Sorel ;
- Branche Nord-Ouest vers le quartier du Chemin Vert :
  - Rue du Carel ;
  - EPSM Bon Sauveur ;
  - Rue du Capitaine Boualam ;
  - Rue Damozanne ;
  - Rue d'Authie ;
  - Rue du Chemin Vert ;
  - Boulevard Maréchal Juin ;
- Branche Ouest vers le quartier de Beaulieu :
  - Boulevard Yves Guillou ;
  - Boulevard Detolle ;
  - Boulevard Georges Pompidou.

Toutes ces voiries sont visibles sur les photographies en pages suivantes. Ces photographies permettent de plus d'illustrer le contexte urbain dans lequel s'insère l'aire d'étude immédiate.

Concernant l'aménagement du terminus Nord existant de la ligne T1 à la station « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair, l'avenue de la Grande Cavée est la principale voirie concernée.

Pour le secteur de dépose de la Ligne Aérienne de Contact (LAC), entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare », les voiries concernées sont l'avenue du Six Juin, le boulevard des Alliés, la place Saint-Pierre et la rue de Geôle.













Voiries concernées par le passage des futures lignes de tramway de Caen la mer – 1/3 (source : EGIS, Février 2024)


Avenue Albert Sorel


Rue du Carel


EPSM Bon Sauveur


Rue du Capitaine Boualam (1)


Rue du Capitaine Boualam (2)


Rue Damozanne

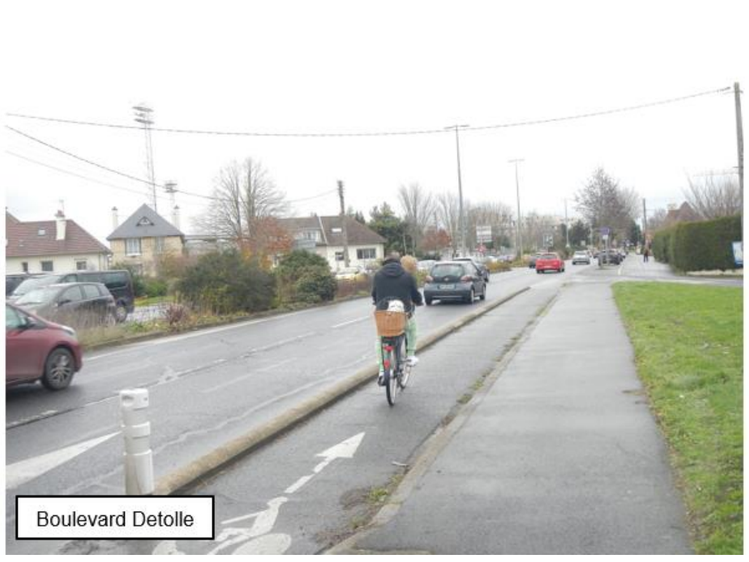
Voiries concernées par le passage des futures lignes de tramway de Caen la mer – 2/3 (source : EGIS, Février 2024)


Rue du Chemin vert (1)


Rue du Chemin vert (2)


Boulevard Maréchal Juin


Boulevard Yves Guillou


Boulevard Detolle


Boulevard Georges Pompidou

Voiries concernées par le passage des futures lignes de tramway de Caen la mer – 3/3 (source : EGIS, Février 2024)

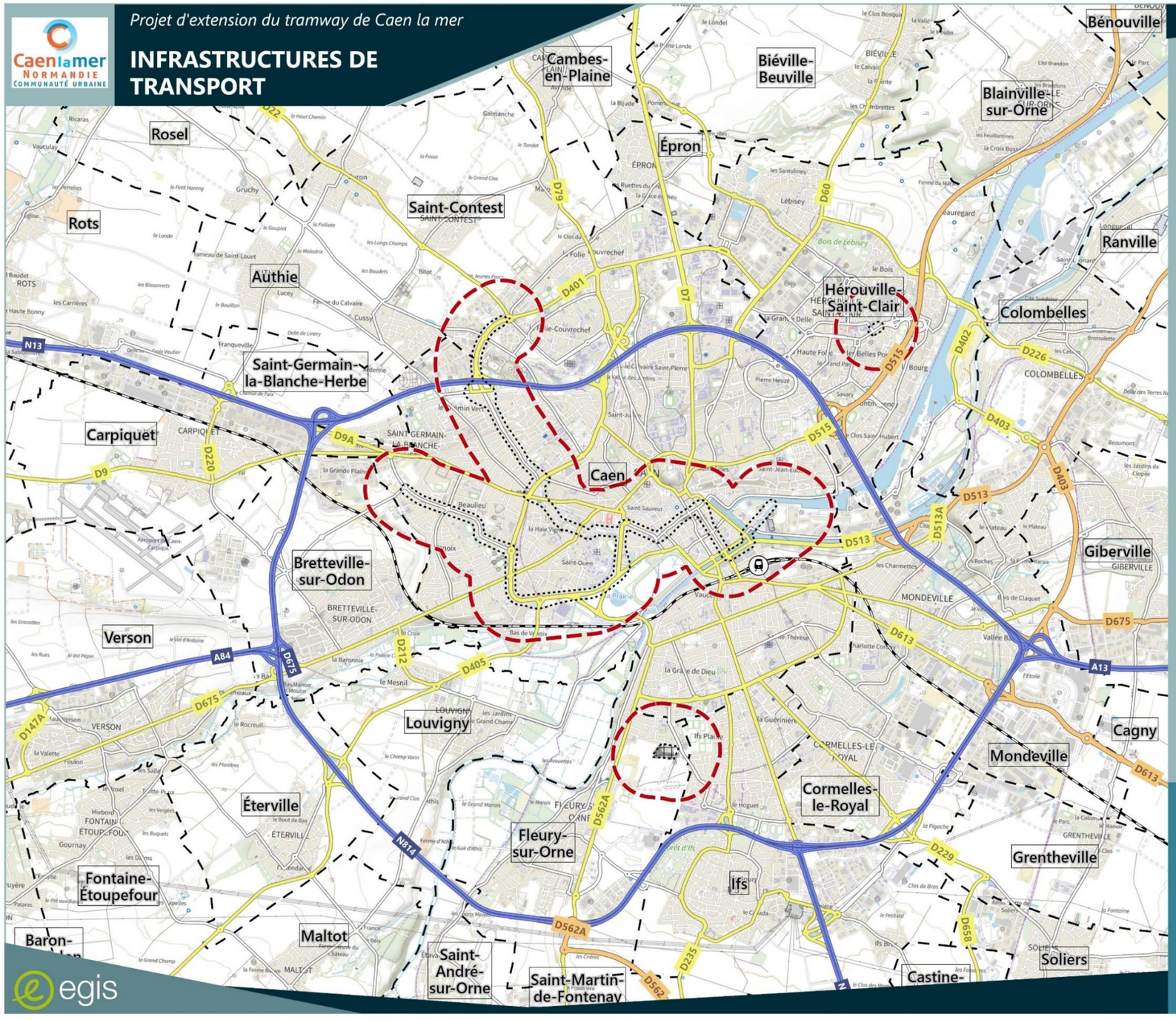




Avenue de la Grande Cavée au niveau du terminus Nord existant « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » de la ligne T1 (à gauche) et rue de Geôle en bordure du secteur de dépose de la ligne aérienne de contact entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare » (à droite) (source : EGIS, Février 2024)

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT



5.3.2.2. Déplacements

Secteur Bayeux-Conquérant

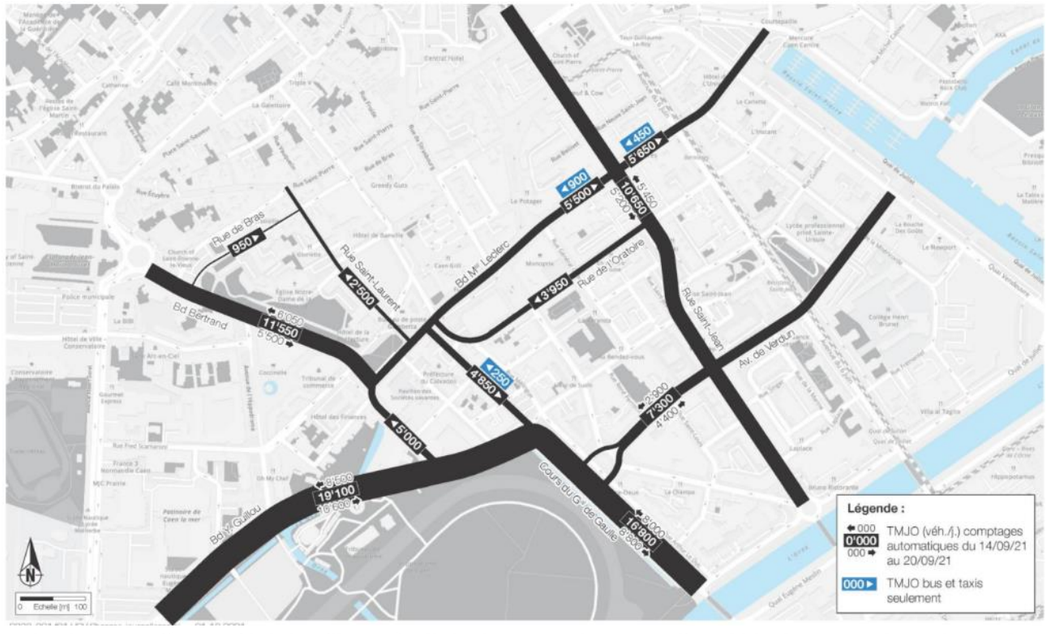
Le secteur Bayeux-Conquérant est une liaison Est-Ouest majeure du centre de la ville de Caen.

Il est connecté à plusieurs grands axes de la ville : Dunois/Detolle, Sorel/Fossés St Julien, quai Vendeuvre. Il s'agit d'un réseau structurant à double sens majoritairement, avec quelques transversales en sens unique au Sud et en centre-ville.

La présence de différents équipements scolaires et commerces peuvent générer des flux importants sur le secteur.

Secteur Bernières-Hôtel de ville

Le secteur comporte plusieurs grands axes à double sens, avec un trafic journalier moyen très important, comme la rue Saint Jean, le boulevard Yves Guillou, le boulevard Bertrand, le cours du Général de Gaulle et le boulevard Maréchal Leclerc, permettant de relier l'hypercentre de Caen au reste de la ville. La rue de Bernières, l'un des axes principaux du secteur Ouest-Est, est un contre-sens bus. De plus, le boulevard Aristide Briand et l'avenue Sadi Carnot sont des axes à sens unique qui permettent de relier les axes les plus importants entre eux et de desservir au mieux le secteur.

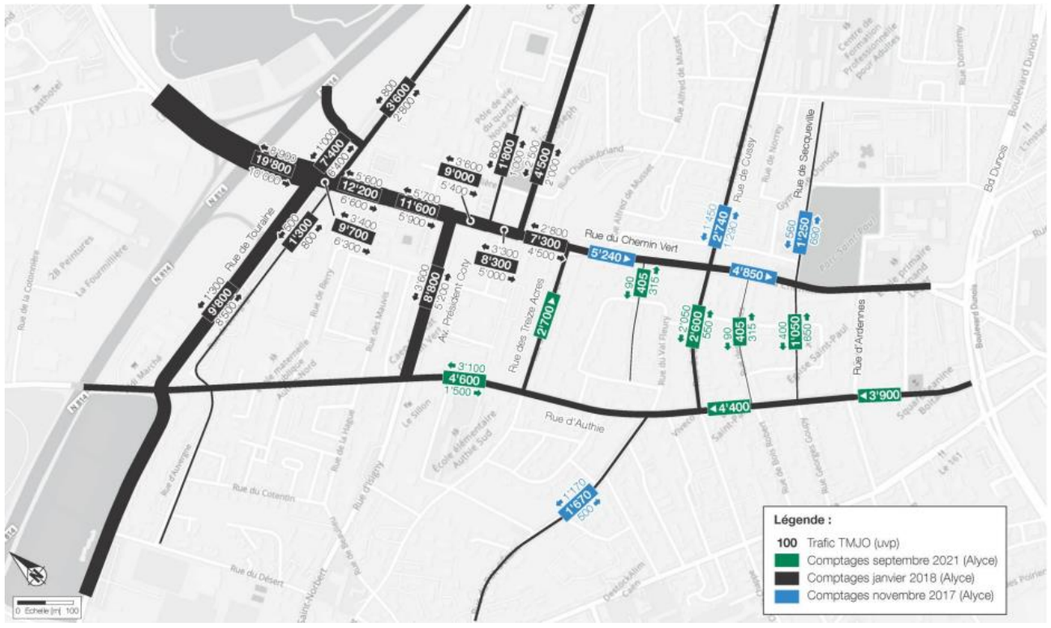


Secteur Bernières-Hôtel de ville - Résultats des comptages routiers 2021 (source : Caen la mer)

Secteur Chemin Vert

La rue du Chemin Vert est un axe permettant une liaison Nord-Sud avec les boulevards ceinturant le centre de Caen. Elle est à sens unique Nord-Sud sur sa partie Sud. La rue d'Authie est la parallèle de la rue du Chemin Vert et est également à sens unique sur sa partie Sud, mais en Sud-Nord. Ces deux rues sont très fréquentées en raison de la zone d'habitats dense du secteur, des nombreux commerces au Nord et plusieurs établissements scolaires au Sud.

Le long de la rue du Chemin Vert, du stationnement longitudinal est matérialisé.

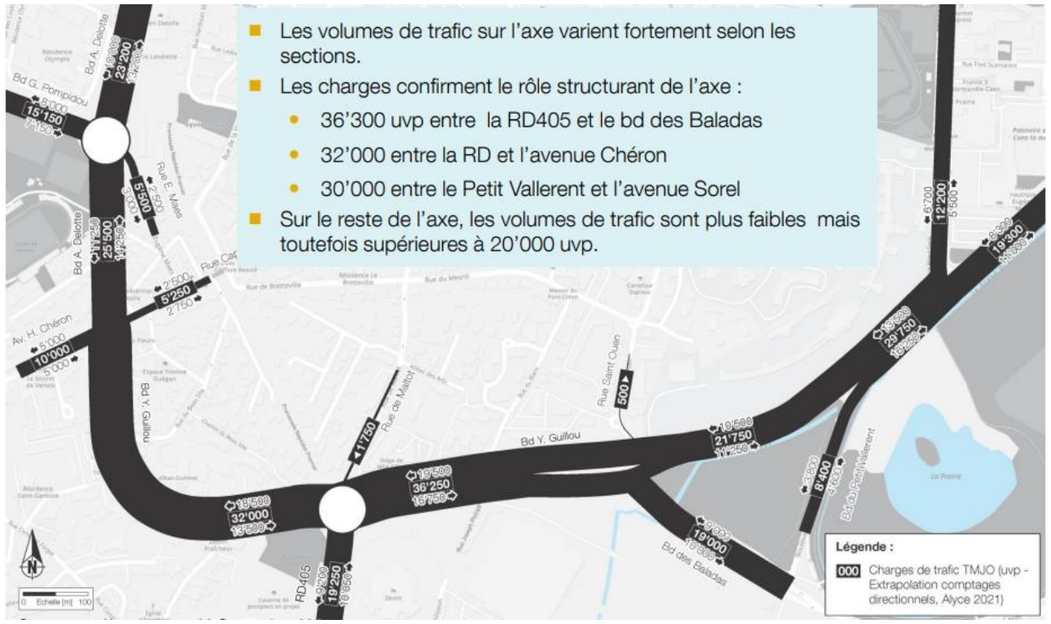


Secteur Chemin Vert - Résultats des comptages routiers 2021 (source : Caen la mer)

Secteur Guillou

Le boulevard Yves Guillou est un axe du réseau routier principal, qui permet de desservir de nombreux équipements de la ville de Caen la mer (équipements scolaires, commerces, Zénith, …). Les volumes de trafic moyen sur la journée sont compris entre 20 000 uvp/h et 37 000 uvp/h.

Peu de stationnement est noté sur cet axe majeur.



Secteur Guillou - Résultats des comptages routiers 2021 (source : Caen la mer)

5.3.3. Réseau de transports en commun de l'agglomération caennaise (tramway et bus)

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

La Communauté urbaine Caen la mer est l'autorité organisatrice de la mobilité. Elle délègue l'exploitation de son réseau de transport urbain Twisto à Keolis, opérateur du transport public urbain de voyageurs, dont Keolis Caen Mobilités est une filiale. Cette dernière s'est vue attribuer une Délégation de Service Public pour une période de 6 ans, du 1er janvier 2018 au 31 décembre 2024.

Le périmètre de cette délégation recouvre l'exploitation et la maintenance du réseau de bus et des trois lignes de tramway à compter de l'été 2019, mais aussi de Twisto Access (service dédié aux Personnes à Mobilité Réduite -PMR) et de Twisto Vélo (service dédié aux offres de location courte et longue durée de vélos et de stationnement).

5.3.3.1. Le réseau de tramway

Le tramway circule depuis le 27 juillet 2019, remplaçant le transport léger guidé mis en service en 2002 et dont l'exploitation a cessé en 2017.

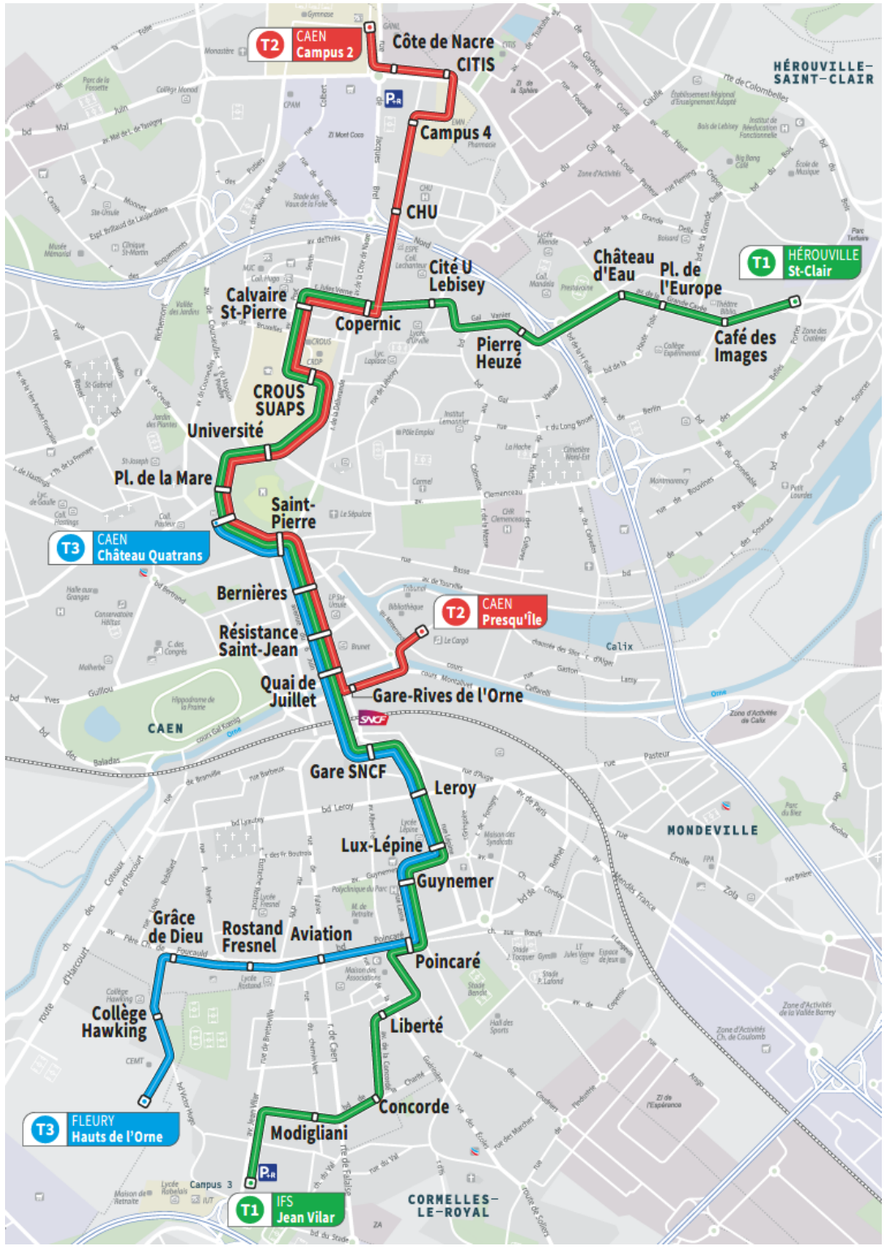
Le tramway est constitué de 3 lignes : T1, T2, T3 (dont 0,9 km de tronc commun entre les trois lignes) reliant 37 stations :

- La ligne T1, d'une longueur commerciale de 10,7 km et comptant 25 stations, relie Hérouville Saint-Clair au Nord-Est à Ifs au Sud ;
- La ligne T2, d'une longueur commerciale de 6,6 km et comptant 17 stations, relie le Campus 2 de Caen au Nord à la Presqu'île de Caen ;
- La ligne T3, d'une longueur commerciale de 5,9 km et comptant 15 stations, relie le Château Quatrans (centre de Caen) à Fleury-sur-Orne au Sud.

Au total, le réseau de tramway actuel compte 37 stations et 16,3 km d'infrastructures.

Le tramway dessert les communes de Caen, Hérouville Saint-Clair, Fleury-sur-Orne et Ifs.

Le plan du réseau actuel est présenté en page suivante.



Plan du réseau de tramway de Caen la mer en 2023 (source : Twisto)

Le parc de tramway est composé de 26 rames, toutes accessibles aux personnes à mobilité réduite, d'une capacité de 210 voyageurs par rame.

Le tramway de Caen la mer circule tous les jours de 5h45 à 00h30 du lundi au samedi et de 8h45 à 00h30 le dimanche. Entre les stations « Château Quatrans » (T1, T2 et T3) et « Quai de Juillet » (T1, T2 et T3), les plus centrales de Caen, la fréquence est d'environ 3 minutes. Puis, la fréquence est de 5 minutes entre les stations « Château Quatrans » et « Copernic » (T1 et T2) et entre les stations « Quai de Juillet » et « Poincaré » (T1 et T3), et toutes les 10 minutes sur le reste des lignes.

Le réseau de tramway, inauguré en 2019, permet à 74 000 habitants, 47 000 emplois et 27 000 scolaires et étudiants d'avoir accès à une station à moins de 500 m. Le secteur de la Presqu'île permet de desservir de nouveaux équipements publics majeurs du territoire (bibliothèque Alexis de Tocqueville, Cargö, Ésam, Tribunal de Grande Instance et Dôme). Depuis 2022, l'extension vers Fleury-sur-Orne permet quant à elle une nouvelle ouverture vers le Sud de la Communauté urbaine, ainsi que la desserte du nouveau quartier en cours de construction des Hauts-de-l'Orne.

Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne

Le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne permet de stocker les rames de tramway, d'assurer leur maintenance, et de superviser l'état du réseau de tramway lors de pannes du matériel, d'accident, de retard, etc.

Il héberge aussi le Poste de Commande Centralisé (PCC) et l'ensemble des services administratifs.



CEMT de Fleury-sur-Orne (source : Egis, Février 2024

Lignes aériennes de contact

Les tramways du réseau actuel sont alimentés grâce à des Lignes Aériennes de Contact (LAC), un système de câbles qui apporte l'énergie nécessaire au tramway pour fonctionner via le pantographe du tramway.



Tramway de la ligne T1 à la station « Bernières » (source : EGIS, Février 2024)



La ligne aérienne de contact entre les stations « Château Quatrans » et « Place de la Mare » (source : EGIS, Février 2024)

5.3.3.2. Le réseau de bus Twisto

Le réseau de bus de la Communauté urbaine Caen la mer est hiérarchisé autour de 72 lignes.



Bus de la ligne 6A à l'arrêt « Molière » rue du Chemin Vert (source : EGIS, Février 2024)

Dans l'aire d'étude rapprochée, de nombreux arrêts de bus constituent des pôles de correspondance de bus importants.



Pôle de correspondance à l'arrêt de bus « Caen – Hôtel de Ville quai 3 » (source : EGIS, Février 2024)

5.3.4. Réseau ferroviaire et aérien

5.3.4.1. Réseau ferroviaire

La gare de Caen est localisée au Sud de l'aire d'étude rapprochée. Elle est desservie directement par les lignes T1 et T3 du réseau de tramway caennais (station « Gare SNCF »), mais aussi par la ligne T2 à la station « Gare – Rives de l'Orne », puis par 6 lignes de bus.

La gare de Caen permet de desservir par trains express régionaux plusieurs villes comme Paris (liaison Paris Saint-Lazare/Caen en 2 heures sur la ligne Paris-Cherbourg), Le Mans, Tours, Cherbourg, Saint-Lô, Coutances, Lisieux, Alençon, Rennes ou encore Rouen. Elle a accueilli en 2022 environ 3,7 millions de voyageurs.

Une seule autre gare ferroviaire est recensée au sein de la Communauté urbaine Caen la mer, il s'agit de la gare de Bretteville-Norrey à environ 16 km à l'Ouest de la gare de Caen.

5.3.4.2. Aéroport

L'aéroport de Caen-Carpiquet est localisé sur la commune de Carpiquet à environ 2,5 km à l'Ouest de l'aire d'étude.

Principal aéroport de Normandie, le nombre de passagers pour 2022 est de 301 395, un chiffre très proche de l'année record 2019 (304 769), après deux années ternes en raison de l'impact de l'épidémie de Covid19 sur le trafic aérien. En 2022, le site caennais a néanmoins vu la fréquentation rebondir de 33% par rapport à 2021.

Actuellement, l'aéroport de Caen-Carpiquet propose deux destinations régulières vers Lyon et Marseille, et jusqu'à neuf en saison hiver et/ou été (Montpellier, Nice, Toulouse et les aéroports corses d'Ajaccio, de Bastia, de Calvi et de Figari).

L'aéroport est desservi par la ligne de bus n°3 du réseau Twisto.

5.3.5. Parking de covoiturage

Dans le cadre de la mise en œuvre du PDU (Plan de Déplacements Urbains) de Caen la mer, un diagnostic des pratiques de covoiturage a été réalisé. Il est apparu important d'aménager en priorité des aires à proximité du boulevard périphérique et du réseau principal d'agglomération.

Au printemps 2019, la Communauté urbaine Caen la mer a adopté un schéma de développement des aires de covoiturage visant à densifier leur maillage à proximité des grands axes de circulation ainsi qu'à améliorer les aires de covoiturage « sauvages » présentes sur le territoire. Pour ce faire, la Communauté urbaine Caen la mer a fait le choix d'investir 200 000 euros par an.

Au début de l'année 2024, 12 aires de covoiturage maillent le territoire. Elles sont toutes localisées en-dehors du périphérique caennais. Aucune n'est identifiée dans les aires d'étude immédiates ou rapprochées.

5.3.6. Schéma cyclable communautaire de Caen la mer

Face au dérèglement climatique et à la nécessité de déployer des mobilités plus durables, la Communauté urbaine Caen la mer s'est dotée en 2019, d'un schéma cyclable communautaire afin d'identifier les aménagements permettant de relier les communes du territoire entre elles. L'objectif principal est de développer le maillage cyclable lorsque cela est possible, pour le rendre plus attractif et faciliter la pratique du vélo au quotidien au sein du territoire de l'agglomération caennaise.

En 2022 la ville de Caen comptait 160 km d'aménagements cyclables :

- 55,4 km de pistes,
- 34,7 km de bandes cyclables,
- 33,1 km de voies vertes,
- 26,9 km de double sens cyclables,
- 5,8 km de voies de bus partagées
- 3,6 km de zones de rencontre.



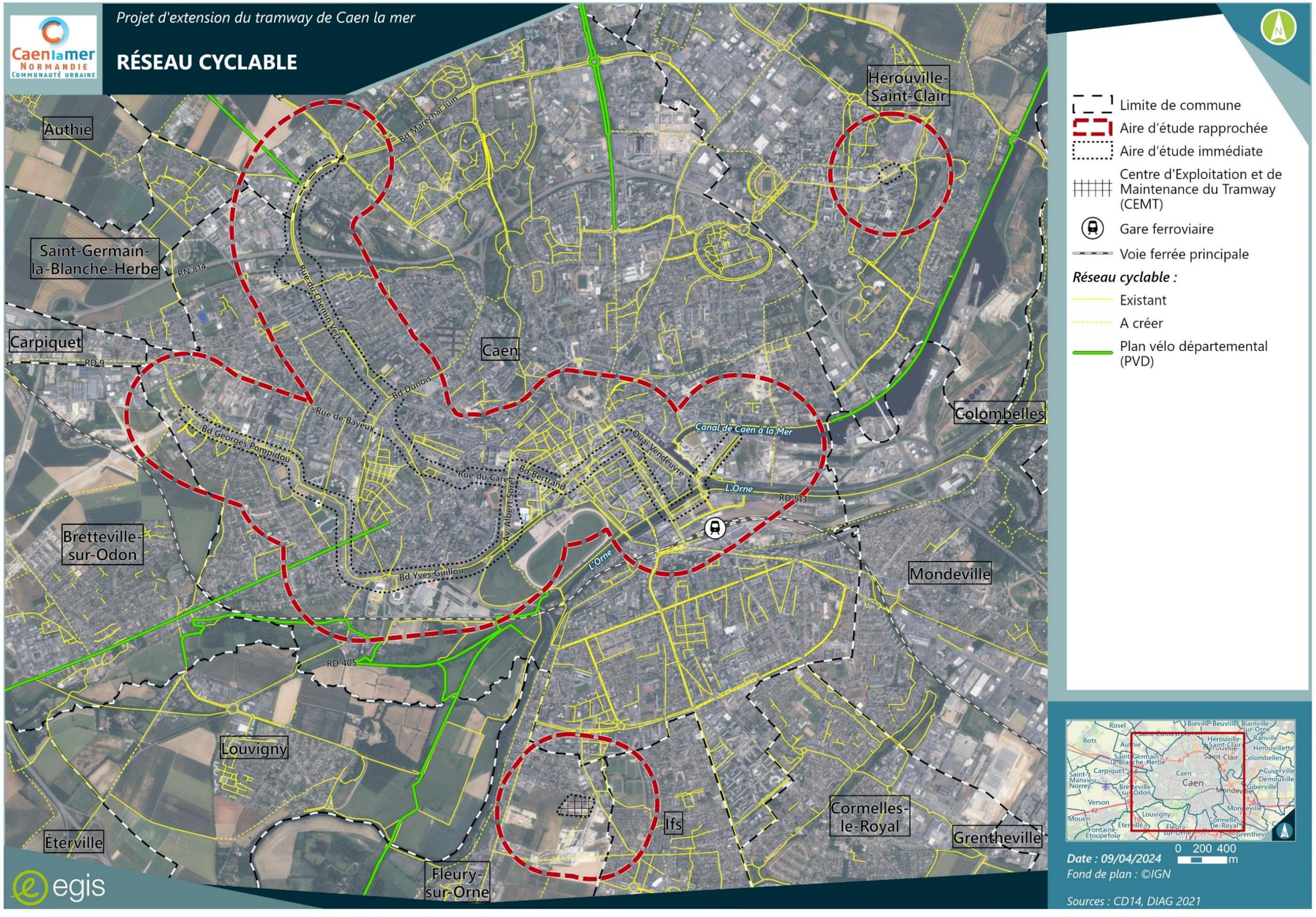
Piste cyclable au niveau de la station de vélo en libre-service « Stade nautique – Lycée Malherbe » du réseau Twisto (source : EGIS, 30/11/2023)

Ce linéaire va augmenter avec l'achèvement du projet « Périph'Vélo », long de 15 km et faisant le tour de la ville.



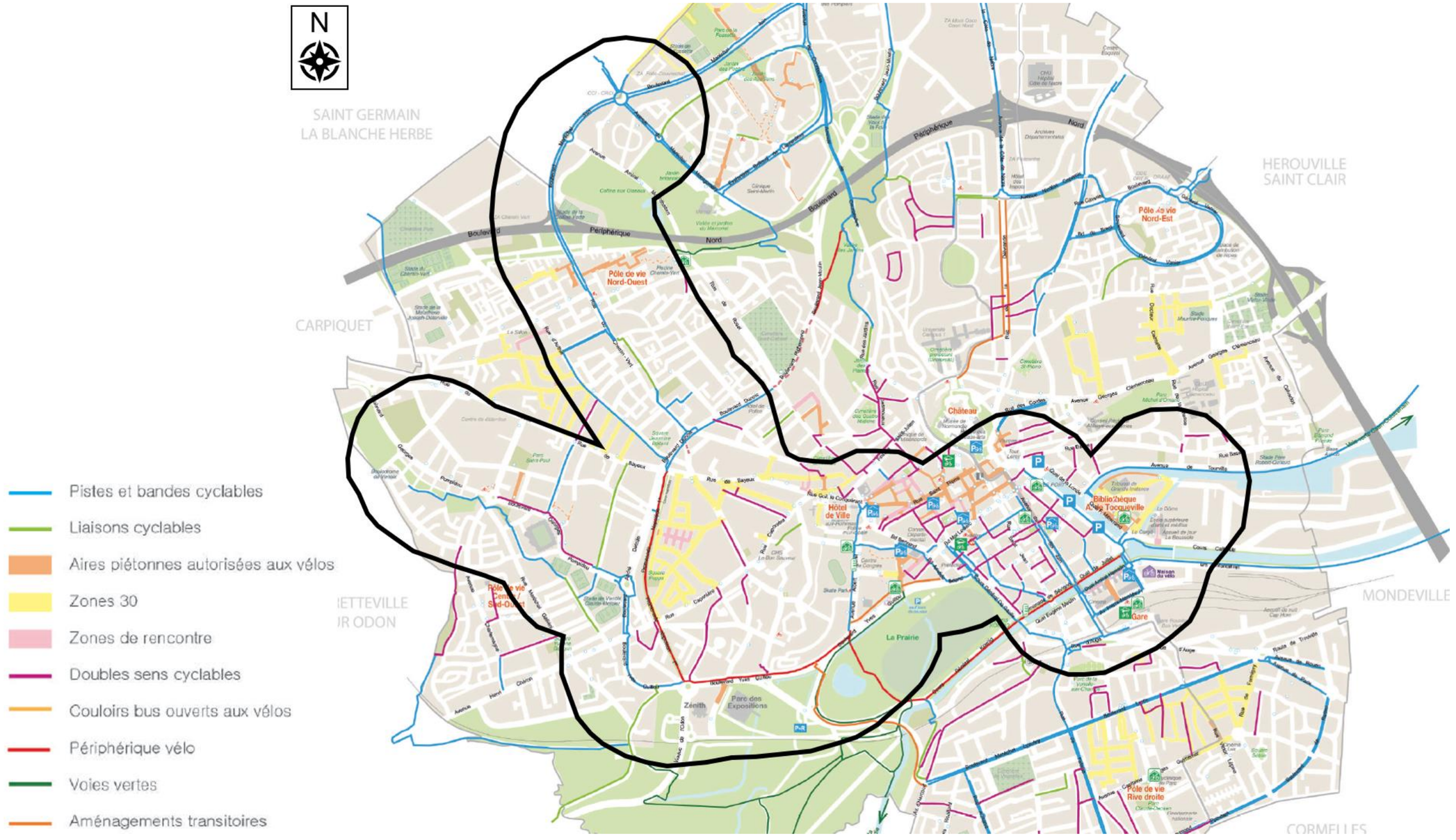
Intersection entre le boulevard Yves Guillou et le boulevard des Baladas dans l'aire d'étude (source : ©Martin Roche, Ouest-France, Août 2022)

L'aire d'étude rapprochée est concernée par de nombreux aménagements cyclables (cf. carte en page suivante).



Réseau cyclable

Plus spécifiquement, la figure ci-dessous identifie les éléments du Plan d'aménagement cyclable de la ville de Caen situés au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer.



Extrait du plan des aménagements cyclables de la ville de Caen par rapport à l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer (source : Caen la mer, 2023)

5.4. RESEAUX

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

5.4.1. Réseau d'alimentation en eau potable

Compétente en matière de production et de distribution d'eau potable, Caen la mer a souhaité confier cette mission au syndicat Eau du bassin caennais. Près de la moitié de l'eau potable alimentant le territoire de Caen la mer provient de l'usine de l'Orne, située à Louvigny mise en service en décembre 2016. Entièrement automatisée, elle alimente en eau potable plus de 130 000 habitants.

5.4.2. Réseau d'assainissement

La Communauté urbaine Caen la mer assure la gestion de l'assainissement collectif en régie prestation de service ou par délégation de service public. À l'exception de la commune de Cairon, VEOLIA assure la gestion du service de l'assainissement sur l'ensemble du territoire de la Communauté urbaine.

5.4.2.1. Eaux usées

Caen la mer, dans le cadre de la compétence « Eaux usées », est chargée sur les 48 communes de son territoire de collecter, transporter et traiter les eaux usées avant de les restituer au milieu naturel grâce à une série d'équipements dont elle a en charge l'exploitation, l'entretien et le renouvellement. Ces équipements sont entre autres constitués par :

- Près de 1 300 km de canalisations souterraines ;
- La station d'épuration du Nouveau Monde située à Mondeville ;
- 5 stations d'épuration réparties sur le territoire.

Aucune station d'épuration n'est identifiée au sein de l'aire d'étude. La plus proche est la station d'épuration du Nouveau Monde (Mondeville), la plus importante de la Communauté urbaine (capacité de 332 000 EH[10]) et localisée à environ 1,5 km à l'Est de l'aire d'étude.

5.4.2.2. Eaux pluviales – Zonage des eaux pluviales de la Communauté urbaine Caen la mer

L'eau pluviale est le nom donné à l'eau de pluie après qu'elle ait touché le sol, une surface construite ou naturelle susceptible de l'intercepter ou de la récupérer (route, toiture, végétation, etc.).

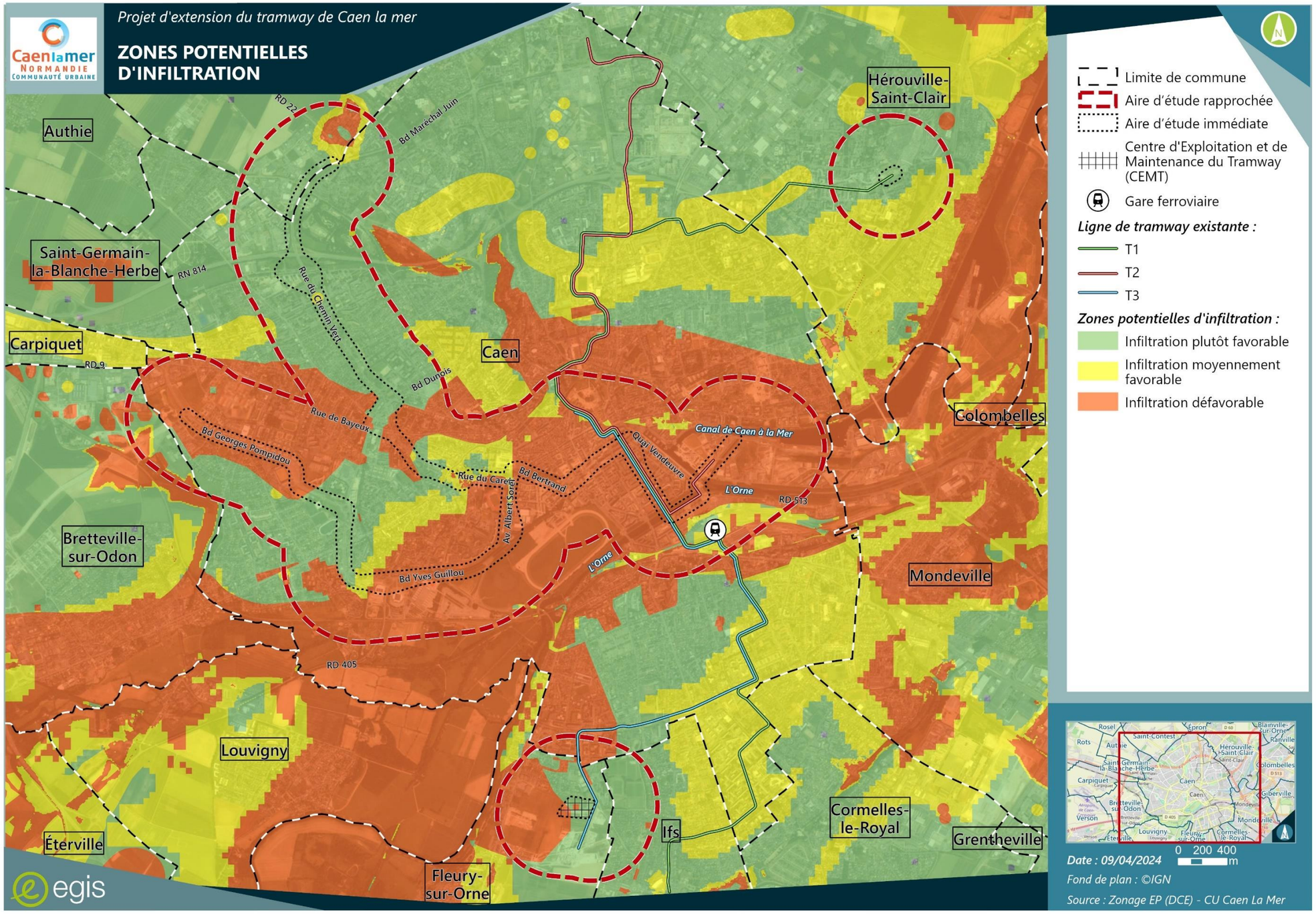
La gestion des eaux pluviales permet d'agir sur de nombreux enjeux : la prévention et la gestion des inondations, la préservation et la protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

C'est pourquoi, tout projet d'aménagement doit garantir une maitrise quantitative et qualitative de ses eaux pluviales. Pour une gestion durable des eaux pluviales, la Communauté urbaine Caen la mer dispose d'un zonage d'assainissement pluvial, qui définit les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement.

Parmi les pièces constituant ce document de référence, Caen la mer a établi les zones où l'infiltration est « plutôt favorable, moyennement favorable ou défavorable ».

L'aire d'étude immédiate a été superposée à ces zones potentielles d'infiltration, qui mettent en évidence que l'infiltration est défavorable (zones en rouge) sur une grande partie du linéaire (cf. carte en page suivante).

[10] Équivalent-Habitants



Zones potentielles d'infiltration

D'après le zonage des eaux pluviales de la Communauté urbaine Caen la mer, les zones qui apparaissent comme défavorables à l'infiltration sont :

- Le secteur « Dunois – Haie Vigné » sur environ 350 m ;
- Le secteur « Caponière Bernières » sur environ 1 700 m ;
- Le secteur du Zénith à l'Hôtel de Ville sur environ 1 800 m ;
- La zone de carrières sous la voirie du boulevard Pompidou à Beaulieu sur environ 1 000 m.

Ces zones représentent un linéaire total de 4 850 m considéré comme défavorable à l'infiltration des eaux pluviales.

5.4.2.3. Autres réseaux

Les réseaux de gaz, électriques, de télécommunications sont présents sur l'ensemble du territoire communal de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne.

Le réseau de chaleur urbain (RCU) Caen Nord alimente en chauffage et en eau chaude sanitaire près de 10 000 foyers depuis les années 1960, grâce notamment à l'incinération des déchets de l'Usine de Valorisation Énergétique (UVE) de Colombelles. Long de 23 km, il est essentiellement déployé à Hérouville Saint-Clair et dessert également le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Caen. Un programme de modernisation et d'expansion du réseau de chaleur urbain Caen Nord a démarré en mars 2024. D'ici 2031, le réseau sera prolongé de 70 km et desservira le quartier du Chemin Vert, la Pierre-Heuzé, ou encore le Calvaire-Saint-Pierre.

5.5. GESTION DES DECHETS

La collecte et le traitement des déchets est assurée par la Communauté urbaine Caen la mer.

En 2021, 66 885 tonnes d'ordures ménagères ont été collectées sur le territoire, soit 249 kg par habitant et par an (8% de plus qu'en 2020). La collecte des ordures s'effectue soit en bacs, soit en borne d'apport volontaire, ou en sacs lorsque la conteneurisation n'est pas possible.

Les ordures ménagères sont traitées par incinération au sein de l'unité de valorisation énergétique du Syndicat pour la valorisation et l'élimination des déchets e l'agglomération caennaise (SYVEDAC) à Colombelles. Elles sont valorisées en énergie (chaleur et électricité).

La déchetterie de Bretteville-sur-Odon est située en bordure immédiate de l'aire d'étude au Nord-Ouest.

5.6. ÉQUIPEMENTS, LOISIRS ET TOURISME

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

5.6.1. Équipements sportifs

La Communauté urbaine Caen la mer et la ville de Caen sont bien dotées en matière d'équipements sportifs structurants.

Le stade Michel d'Ornano, compris au sein de l'aire d'étude, est l'équipement sportif principal du territoire avec une capacité de plus de 21 000 places. Il est localisé au niveau du boulevard Georges Pompidou, axe qui sera desservi par la future ligne de tramway objet du présent dossier.



Stade d'Ornano (source : EGIS, Février 2024)

Les autres principaux équipements sportifs recensés au sein de l'aire d'étude sont :

- Le complexe sportif autour du stade Claude Mercier (au niveau du boulevard André Detolle) ;
- Le palais des sports de Caen la mer (inauguré en août 2023, il est d'une capacité de 4 200 places et se situe le long du boulevard Yves Guillou) ;
- L'hippodrome de Caen (au niveau de la Prairie de Caen) ;
- Le stade nautique Eugène Maës (piscine olympique -boulevard Yves Guillou) ;
- La patinoire de Caen la mer (capacité de 1 500 places – rue Jean de la Varende) ;
- Le stade Hélitas pour l'athlétisme et le tennis (avenue Albert Sorel) ;
- La Halle aux Granges pour la pratique de l'athlétisme, du patinage, de la danse, etc. (rue du Carel) ;
- Le gymnase de la Haie Vigné (rue Damozanne).



Le palais des sports de Caen (à gauche) et l'hippodrome de Caen (à droite)
(source : EGIS, Février 2024)

Dans une moindre mesure, des parcs à jeux pour enfants, des espaces de libre-service pour l'entretien physique et des city-stades sont aussi identifiés aux abords des axes concernés par le projet d'extension du tramway de Caen la mer (rue du Chemin Vert, Prairie de Caen, etc.).

5.6.2. Établissement de santé

Localisé au sein du quartier Saint-Ouen à Caen, sur environ 13 ha, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) propose des soins spécialisés en psychiatrie générale et infanto-juvénile. Au fil des ans, l'EPSM de Caen s'est développé et compte à présent 17 bâtiments d'hospitalisation et d'accueil, ainsi que de multiples centres de consultation et de soins.

Au niveau de l'aire d'étude immédiate, l'EPSM se situe entre l'allée du Père Jamet (dans le prolongement de la rue du Capitaine Boualam) et la rue du Carel.



EPSM de Caen depuis l'allée du Père Jamet (source : EGIS, Février 2024)

5.6.3. Équipements militaires

Le quartier Lorge-Cité de l'Air, au niveau de la rue Damozanne et de la rue du Capitaine Boualam notamment, correspond à l'ancienne caserne militaire du quartier Lorge, qui était à l'origine un monastère. Il devient par la suite, en 1792 au moment de la Révolution française, un casernement pour accueillir un régiment de Dragons (militaires se déplaçant à cheval).

En 1944, pendant la bataille de Caen, les anciens bâtiments furent endommagés et l'ancienne église totalement détruite. Ce quartier a cependant conservé un grand intérêt patrimonial par l'ordonnancement des bâtiments autour du vaste espace central dont la géométrie est proche de celle du jardin du Palais Royal à Paris, cependant marqué par des déclivités.

Depuis une vingtaine d'années, l'occupation s'est réduite, mais sont toujours présents le Centre d'Information et de Recrutement des Forces Armées (CIRFA) pour l'armée de Terre et le Centre du Service National et de la Jeunesse (CSNJ) de Caen, où se déroulent les Journées Défense et Citoyenneté. La Maison du Général, aujourd'hui abandonnée, est localisée dans ce quartier.



Façade Sud de la Maison du Général (source : ExEco, Mai 2023)

Le secteur du quartier de Lorge-Cité de l'Air fait l'objet d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) au Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen.

5.6.4. Équipements culturels et de loisirs

Plusieurs équipements culturels à vocation régionale sont identifiés au sein de l'aire d'étude rapprochée, en particulier :

- Le Zénith, face au palais des sports (boulevard Yves Guillou), inauguré en 1993 et qui reçoit en moyenne 80 manifestations par an dont 70 spectacles, avec une moyenne annuelle de 200 000 spectateurs ;
- Le parc des expositions, face au Zénith (boulevard Yves Guillou), qui accueille chaque année de nombreux salons (salon de l'Habitat, salon Auto-Moto, salon de l'Étudiant, etc.) et la Foire Internationale de Caen. Ses aménagements extérieurs peuvent accueillir jusqu'à 2 500 voitures par jour ;
- Le centre chorégraphique national de Caen Normandie (rue du Carel) ;
- Le conservatoire à rayonnement régional de Caen la mer, face au centre chorégraphique national de Caen Normandie (rue du Carel) ;
- Le théâtre de Caen (boulevard du Maréchal Leclerc), bombardé en juin 1944 et reconstruit en 1963, a connu une affluence de près de 149 000 spectateurs en 2018 ;
- Le Fond Régional d'Art Contemporain (FRAC) Normandie installé depuis 2019 dans l'ancien couvent du quartier Lorge-Cité de l'Air (rue du Capitaine Boualam) ;
- Le Dôme, qui est le Centre de sciences de Caen Normandie face au Cargo et au terminus « Presqu'île » ;
- Le Cargo, face au Dôme et au terminus « Presqu'île », qui est une salle de concert caennaise ;
- La bibliothèque Alexis de Tocqueville au niveau de la Presqu'île ;
- Le café des Images à Hérouville Saint-Clair.

Par ailleurs, à proximité immédiate de l'aire d'étude, un projet de restauration et de réhabilitation des Écuries de Lorge en centre culturel et associatif est en cours.

Parmi les grands équipements de loisirs peuvent aussi être cités les grands espaces verts de l'agglomération, tels que la Prairie de Caen en cœur de ville et fréquentée par de nombreux joggeurs, cyclistes, randonneurs et simples usagers, mais aussi le parc de Secqueville (rue du Chemin Vert) et la Colline aux Oiseaux en bordure du boulevard du Maréchal Juin au-delà du périphérique de Caen.



Zénith de Caen (en haut à gauche), Écuries au niveau de la FRAC de Normandie (en haut à droite), Conservatoire à rayonnement régional de Caen (en bas à gauche) et Théâtre de Caen (en bas à droite) (source : EGIS, Février 2024)



Centre Chorégraphique National de Caen - rue du Carel (source : EGIS, Février 2024)

5.6.5. Établissements scolaires

Le territoire de Caen accueille 2 200 chercheurs et environ 34 000 étudiants répartis sur 5 campus, 46 unités de recherche, dont 22 associés aux grands organismes nationaux tels que le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), ou encore l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Caen est la deuxième ville de France des meilleures villes étudiantes dans la catégorie « Grande ville étudiante » (20 000-40 000 étudiants) en 2021 d'après le site L'Étudiant. Toutes villes confondues, Caen est en 16ème position sur le plan national.

Concernant les lycées, la ville de Caen dispose de 17 lycées, dont 8 lycées publics et 9 lycées privés. Le lycée Malherbe, à proximité immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer, est l'un des plus grands lycées de la Région Normandie avec environ 2 100 élèves, dont 600 étudiants en classes préparatoires aux grandes écoles. Dans le quartier Beaulieu se trouve aussi le lycée Jeanne d'Arc.



Le Lycée François de Malherbe de Caen (source : EGIS, Novembre 2023)

Concernant les collèges, la ville de Caen en recense 14, dont 9 établissements publics et 5 établissements privés. Le collège Dunois est un collège identifié à proximité de la rue du Chemin Vert, desservie par la future ligne de tramway, tout comme le collège de l'Institution Saint-Pierre (rue de Bayeux) ou le collège Saint-Paul dans le quartier Beaulieu.

5.6.6. Sites touristiques

Le territoire de la Communauté urbaine Caen la mer présente de nombreux sites touristiques qui s'articulent autour d'un héritage historique fort, une nature sauvage et préservée, ou encore son littoral, de Ouistreham Riva-Bella à Lion-sur-mer. En 2022, la fréquentation touristique du territoire de Caen la mer s'élevait à 8,3 millions de visiteurs.

Parmi les sites les plus emblématiques de la ville de Caen aux affluences importantes (bilan 2022 de l'Office de tourisme de Caen la mer) figurent le Mémorial de Caen (200 000 visiteurs en 2022, site majeur du tourisme en Normandie), le musée des Beaux-Arts (61 000 visiteurs en 2022), ou encore l'Hôtel de Ville et son Abbaye aux Hommes (61 000 visiteurs aussi en 2022). Il est à noter aussi que Frestyland, plus grand parc d'attraction de Normandie située sur la commune de Bretteville-sur-Odon et localisé à environ 300 m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée, a accueilli en 2022 130 000 visiteurs.

Parmi les autres sites touristiques majeurs de la ville de Caen peuvent être cités le Château de Caen, le centre historique de la ville, le musée de Normandie, ou encore le Fonds Régional d'Art Contemporain (FRAC) Normandie qui abrite plus de 4 000 œuvres d'art contemporain.



Mémorial de Caen (source : EGIS, Février 2024)

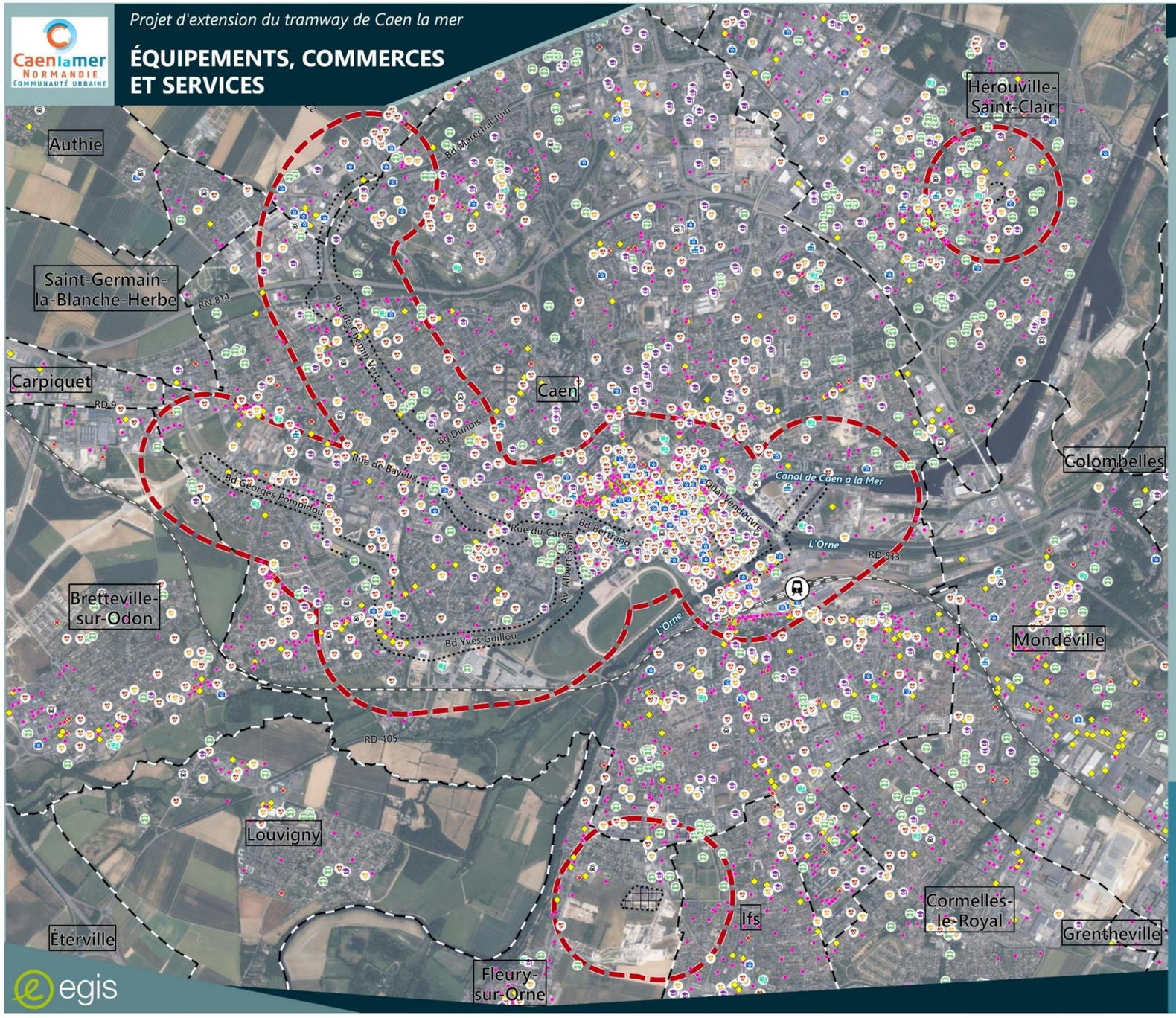


Hôtel de Ville de Caen et Abbaye aux Hommes (source : EGIS, Février 2024)

Il est à noter que l'aire d'étude est traversée par la Vélo Francette, un itinéraire cyclable qui part de la Manche à Ouistreham jusqu'à l'Atlantique à La Rochelle en passant par Caen, Laval, Angers ou encore Niort. De nombreuses pistes cyclables permettent aussi de rejoindre la Vélomaritime (Eurovélo 4), piste cyclable reliant Dunkerque (59) à Roscoff (29).

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

ÉQUIPEMENTS, COMMERCES ET SERVICES



- Limite de commune
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude immédiate
- Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)
- Gare ferroviaire
- Voie ferrée principale

Equipements :

- Enseignement
- Vie et action sociale
- Santé
- Equipements culturels et socioculturels
- Equipements sportifs et de loisirs
- Tourisme
- Transports et déplacements
- Services publics
- Service aux particuliers
- Commerce



0 200 400 m

Date : 09/04/2024
Fond de plan : ©IGN

Source : INSEE (BPE 2020)

5.7. ACTIVITES ECONOMIQUES

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

5.7.1. Commerces et services de proximité

L'ensemble de l'aire d'étude est concerné par de nombreux commerces et services de proximité en raison du caractère extrêmement urbain et peuplé de Caen.

Le centre commercial des Rives de l'Orne, déjà desservi par le tramway au niveau du Quai Amiral Hamelin, est un lieu important pour le commerce caennais à l'échelle métropolitaine. Dans l'hypercentre de Caen, la rue de Bernières et le boulevard du Maréchal Leclerc comptent un nombre important de commerces et de services. La place Gardin, à proximité immédiate du boulevard Bertrand, abrite aussi plusieurs services.

Aussi, non loin du carrefour entre le boulevard Dunois et la rue du Chemin Vert se trouve un centre commercial.

Au niveau de la rue du Chemin Vert, la Halle Molière compte de nombreux commerces tels qu'un supermarché, une pharmacie, un fleuriste, ou encore le centre commercial du Président Coty dans l'avenue du même nom.





Commerces de la Halle Molière, quartier du Chemin Vert à Caen (source : EGIS, Février 2024)

Un tissu commercial plutôt développé est aussi identifié le long du boulevard Georges Pompidou aux alentours du stade d'Ornano.

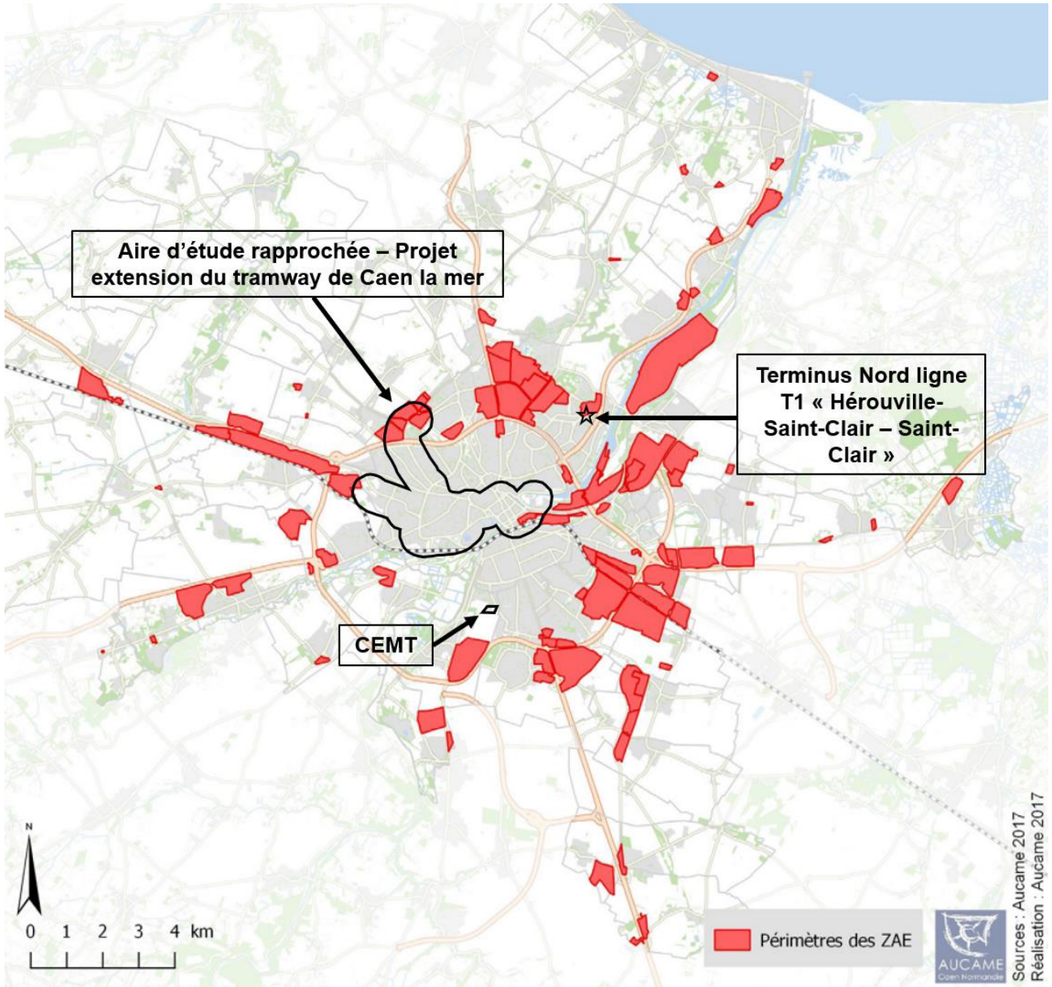


Tissu commercial boulevard Georges Pompidou (source : EGIS, Février 2024)

Enfin, un centre commercial à Hérouville Saint-Clair est connecté au réseau de tramway par la station terminus « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ». Il compte une soixantaine de boutiques, 1 750 places de parking et accueille environ 4 millions de visiteurs par an.

5.7.2. Zones d'activités économiques

La grande majorité des zones d'activités économiques est localisée en première couronne périphérique caennaise, notamment sur la frange Est de l'agglomération. Il s'agit de sites qualifiés de monofonctionnels car essentiellement dédiés à l'activité économique. Leur localisation est identifiée à partir des documents d'urbanisme ou des périmètres opérationnels retenus pour l'aménagement de zones d'aménagement concerné (ZAC) ou de lotissements.



Les Zones d'Activités Économiques (ZAE) de Caen la mer par rapport au projet d'extension du tramway de Caen la mer (source : AUCAME, Septembre 2017)

Au niveau de l'aire d'étude rapprochée, les zones d'activités économiques suivantes sont identifiées :

- Le Pôle de Saint-Contest au Nord, comprenant 7 zones d'activités économiques : la zone artisanale de Saint-Contest, le village artisanal et le parc d'activités de la Folie Couvrechef, le parc Athéna, l'Espace Entreprises, la zone artisanale du Clos Barbey et la zone industrielle du Chemin Vert ;
- Le Pôle de Carpiquet à l'Ouest, avec notamment une partie de la zone d'activités La Grande Plaine ;
- Les activités commerciales du quartier des Rives de l'Orne près de la gare SNCF de Caen au Sud-Est.





Parc Athéna à Saint-Contest (source : EGIS, Février 2024)



Rives de l'Orne à Caen (source : EGIS, Novembre 2023)

Comme évoqué précédemment, le terminus Nord de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » se situe quant à lui à proximité du centre commercial régional d'Hérouville Saint-Clair, qui compte une soixantaine de boutiques, 1 750 places de parking et accueille environ 4 millions de visiteurs par an.



Vue aérienne du centre commercial d'Hérouville Saint-Clair par rapport au terminus Nord de la ligne T1 (source : carmilla.com)

5.7.3. Agriculture

D'après la base de données de l'Agreste pour l'année 2020, il y avait, au niveau de la Communauté urbaine Caen la mer, 263 exploitants agricoles contre 317 en 2010, et une surface agricole utile (SAU) de 21 913 ha contre 24 437 ha en 2010, soit une baisse de 10%.

Les surfaces cultivées au sein de la Communauté urbaine Caen la mer sont majoritairement les céréales, les oléagineux, les plantes à fibres et plantes industrielles diverses, et les protéagineux et légumes secs.

En ce qui concerne l'élevage, les bovins sont majoritaires, puis viennent les volailles, les équins et les ovins.

L'aire d'étude immédiate n'est pas concernée par des surfaces agricoles.

5.8. SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX LIES AUX BIENS MATERIELS ET AUX ACTIVITES

L'état initial relatif aux biens matériels et aux activités a permis de mettre en évidence les principaux enjeux à l'échelle des aires d'étude.

La méthodologie utilisée pour la définition des enjeux et de la sensibilité est présentée au chapitre 2.7.

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Occupation du sol	L'aire d'étude s'inscrit au sein de secteurs très urbanisés.	Faible
Habitat et logements	Le logement collectif est prépondérant dans l'hypercentre de Caen, alors que la part des ménages en maison individuelle est importante dans les quartiers Malherbe et Bas de Venoix à l'Ouest de Caen. Les principales zones de logement social correspondent au Nord de l'aire d'étude au niveau du quartier du Chemin Vert à Caen et les secteurs de Bellevue et Hauts-de-Beaulieu à cheval entre Caen et Saint-Germain-la-Blanche-Herbe.	Modéré
Activités	Présence de l'Établissement Public de Santé Mentale de Caen Commerces en centre-ville de Caen et dans les quartiers traversés (Chemin Vert, Beaulieu)	Fort
Infrastructures et déplacements	Infrastructures existantes sur lesquelles s'inscrit le projet de futures lignes de tramway. Schéma cyclable communautaire de Caen la mer depuis 2019 : en 2022, pour la ville de Caen, 160 km d'aménagements cyclables, projet de « Périph'vélo ». Bonne desserte de l'agglomération caennaise par le réseau autoroutier à l'Est (A13) et à l'Ouest (A84), sur lequel s'appuie un réseau structurant d'agglomération fort avec le périphérique (RN814) et plusieurs grands axes tels que la RN158 au Sud, la RN13 au Nord-Ouest ou encore la RD515 au Nord-Est. Gare ferroviaire de Caen : 3,7 millions de voyageurs en 2022.	Fort
Réseaux	Nombreux réseaux souterrains dans l'aire d'étude : assainissement, eaux pluviales, électricité, télécom, gaz, etc.	Modéré
Gestion des déchets	Gestion des déchets organisée par Caen la mer.	Nul
Zones d'activités	Pôle d'activités de Saint-Contest comprenant la zone d'activités du Clos Barbey, le parc d'activités de la Folie-Couvrechef, le parc Athéna, l'Espace Entreprise et la zone industrielle du Chemin Vert. Présence du centre commercial régional d'Hérouville Saint-Clair à proximité du terminus Nord de la ligne existante T1.	Modéré
Agriculture	Pas d'enjeu agricole au niveau de l'aire d'étude.	Nul
Tourisme, loisirs et équipements	Ville et territoire touristique. Nombreux équipements de loisirs, culturels et sportifs au sein de l'aire d'étude (théâtre, conservatoire, palais des sports, équipements sportifs du lycée Malherbe …).	Fort

6. PAYSAGE ET PATRIMOINE

6.1. PAYSAGE URBAIN

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

L'atlas des paysages du Calvados étant en pleine actualisation en 2023, les paysages urbains de l'aire d'étude rapprochée vont se baser sur l'atlas des formes urbaines de la Communauté urbaine Caen la mer, publié par l'Agence d'Urbanisme de Caen Normandie Métropole (AUCAME) en avril 2022, et sur lequel se repose notamment l'actualisation de l'Atlas du Calvados.

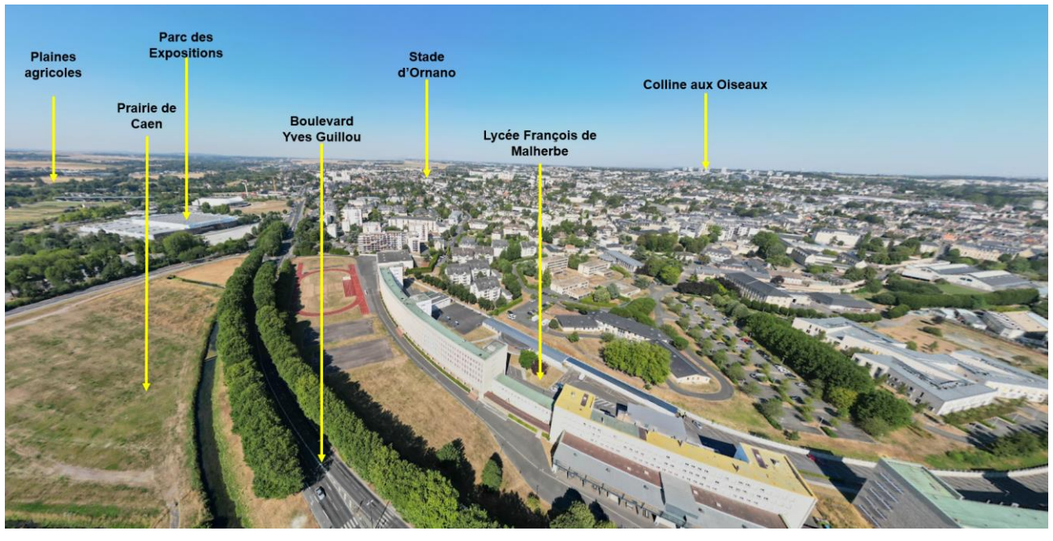
L'atlas des formes urbaines[11] de la CU Caen la mer de l'AUCAME propose une approche plus qualitative que quantitative des paysages urbains, en prenant en compte le type de bâti, l'architecture, les espaces publics et les fonctions urbaines. La localisation de ces formes urbaines dans l'agglomération caennaise permet de mieux comprendre la construction et le fonctionnement du territoire.

Cet atlas des formes urbaines s'inscrit dans la perspective de l'élaboration du PLUi-HM de la Communauté urbaine Caen la mer.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'insère dans le paysage très urbain de Caen, comme le montrent les figures ci-après, issues d'un panorama de Caen pris à plusieurs dizaines de mètres de haut au-dessus de la Prairie.



Panorama de Caen au-dessus de la Prairie de Caen, vers l'Est
(source : Philip Davis sur drône via Google Street View, Août 2022)

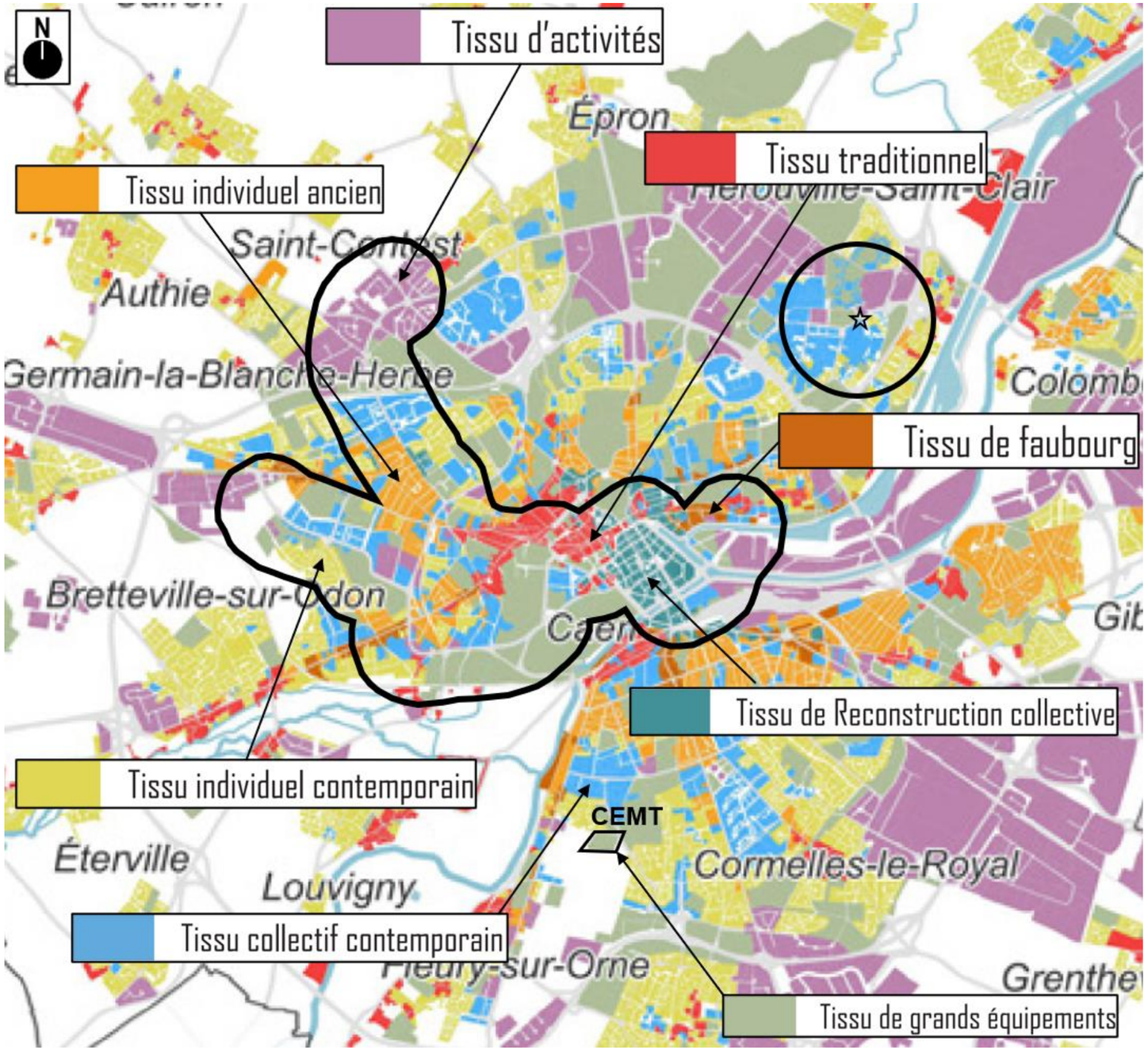


Panorama de Caen au-dessus de la Prairie de Caen, vers l'Ouest et le Nord
(source : Philip Davis sur drône via Google Street View, Août 2022).

[11] D'après l'AUCAME, la notion de forme urbaine, notion complexe et polysémique, peut se rapprocher de celle de la forme du paysage urbain : La perception se fait à la fois par le bâti, par l'espace public et par le rapport entre ces deux composantes.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée, 8 formes urbaines sont identifiées (cf. figure ci-contre) et développées ci-après :

- Tissu traditionnel ;
- Tissu de faubourg mixte ;
- Tissu individuel ancien ;
- Tissu contemporain ;
- Tissu de la reconstruction collective traditionnelle ;
- Tissu collectif contemporain ;
- Tissu de grands équipements ;
- Tissu d'activités.

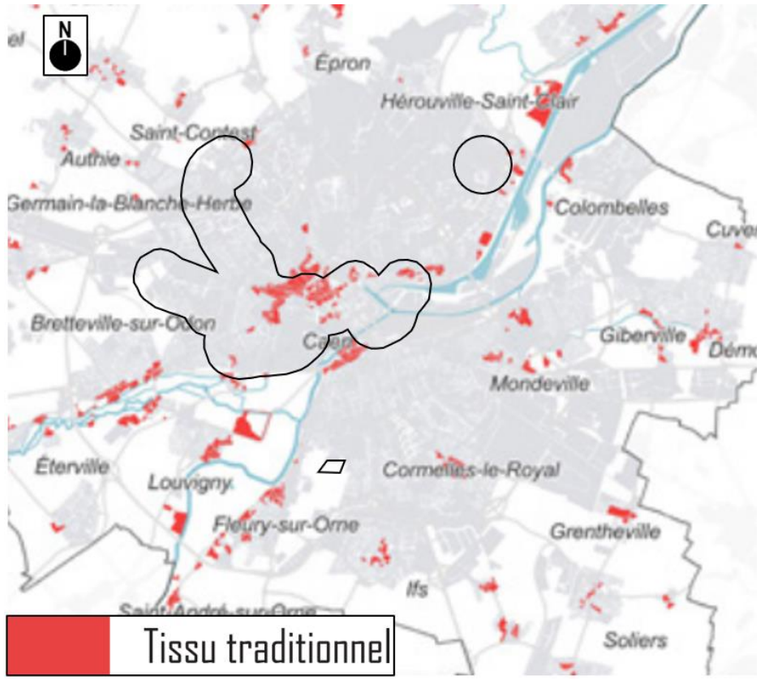


Les formes urbaines de Caen la mer (source : AUCAME, Avril 2022)

6.1.1. Tissu traditionnel

Les tissus traditionnels regroupent les formes urbaines dont le bâti est majoritairement antérieur au XX^{ème} siècle. Au sein de l'aire d'étude, la répartition géographique de ces tissus montre bien le centre « historique » de Caen marqué par la prédominance de logements collectifs et les tissus du XIX^{ème} siècle de type « Belle Époque », composés de villas individuelles ou d'immeubles de rapport.

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu traditionnel par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu traditionnel au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

Le centre ancien de Caen se compose historiquement du Bourg l'Abbé, autour de l'Abbaye-aux-Hommes, et de ses faubourgs le long des rues Caponière et de Bayeux, du Bourg Le Roi, au pied du château et sur l'île Saint Jean, ainsi que du quartier du Vaugueux.

Le diagnostic du SPR (site patrimonial remarquable) de la ville de Caen distingue trois types d'architecture classique : la maison de faubourg, l'immeuble de rapport et l'hôtel particulier.



Le centre historique de Caen avec la place Saint-Sauveur (à gauche) et la rue Pemagnie (à droite) (source : EGIS, Février 2024)

Il est à rappeler ici que tous les tramways du réseau actuel circulent grâce à des Lignes Aériennes de Contact (LAC), un système de câbles qui apporte l'énergie nécessaire au tramway pour fonctionner via le pantographe du tramway. Ces LAC seront déposées entre les stations « Place de la Mare » et « Bernières » pour répondre à une amélioration visuelle du paysage urbain dans le centre de Caen.

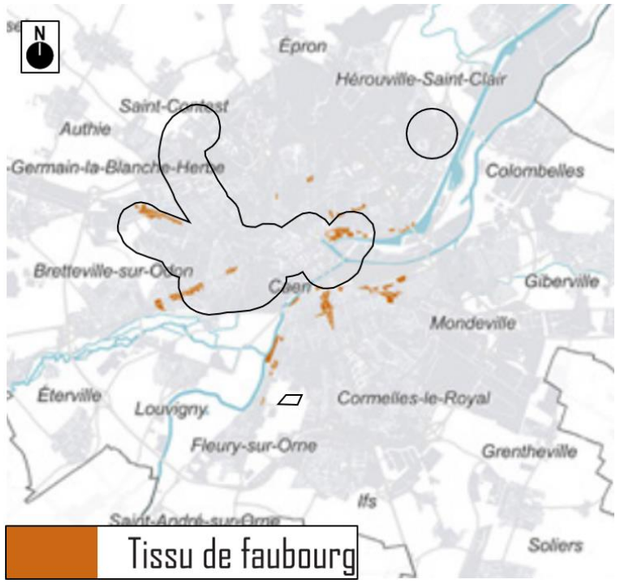


La LAC entre les stations « Château Quatrans » et « Place de la Mare » (source : EGIS, Février 2024)

6.1.2. Tissu de faubourg mixte

Le tissu de faubourg mixte se caractérise par un alignement continu du bâti le long d'axes entrant vers le centre de Caen. Il présente une grande diversité d'époques de construction, du XIX^{ème} siècle aux immeubles contemporains, et de formes bâties. L'activité économique, en pied d'immeuble ou en fond de parcelle, y est encore présente.

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu de faubourg mixte par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu de faubourg mixte au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

Les tissus de faubourg sont présents dans l'agglomération caennaise, particulièrement dans la ville de Caen, le long des grands axes de circulation allant vers le centre-ville.

Dans l'aire d'étude rapprochée, cette forme urbaine s'observe surtout à l'Est au niveau de la rue Basse, et à l'Ouest au niveau de l'avenue Henry Cheron et de la rue Caponière.

Ce tissu urbain se caractérise par la présence de bâtiments quasi-continus, bâtis à l'alignement. Les hauteurs sont assez disparates, généralement de R+1, dans les secteurs les plus éloignés du centre-ville, jusqu'à R+6, R+7 pour certains immeubles récents.

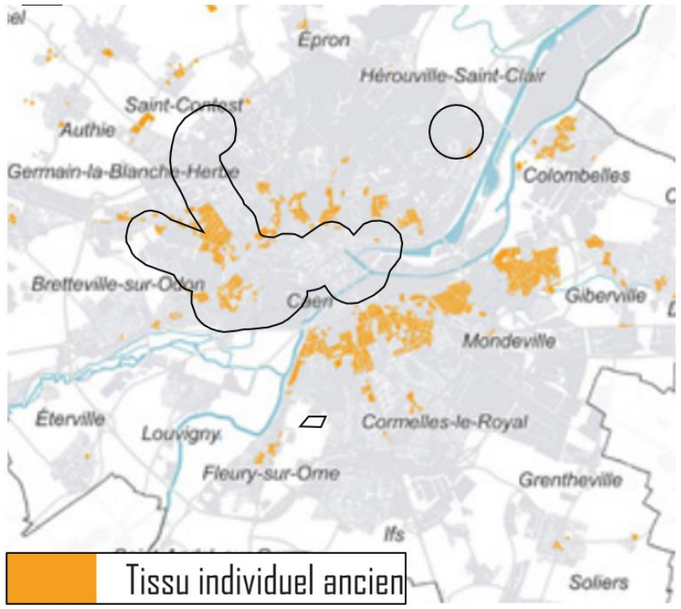


Le tissu de faubourg mixte – Avenue Henry Chéron au croisement avec le boulevard André Detolle (source : EGIS, Février 2024)

6.1.3. Tissu individuel ancien

Ce tissu est caractérisé par une prédominance de l'habitat individuel d'une large première moitié du XX^{ème} siècle. Cette période correspond à une première phase d'expansion urbaine et de développement d'un habitat individuel autre que l'habitat rural.

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu individuel ancien par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu individuel ancien au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

Au niveau de l'aire d'étude rapprochée, ce tissu individuel ancien se caractérise par du pavillonnaire de faubourg : ces tissus se trouvent à proximité des centres anciens, puisqu'ils correspondent à une phase d'expansion urbaine de la fin du XIXème siècle à la première partie du XXème siècle. La typologie dominante est celle de la maison individuelle, implantée initialement en faible retrait de la voirie et hors de limites séparatives. Le long des axes historiques, les maisons sont souvent plus imposantes et plus anciennes (maisons de maître du début XXème), alors qu'en retrait des voies principales dominent les petites maisons individuelles. Les hauteurs vont de R+1 pour les maisons simples à R+2 et combles pour les plus grandes. Les bâtiments sont souvent en pierre revêtue d'enduit avec des éléments de modénatures en brique.

Les jardins anciens de ces tissus de lotissement pavillonnaire de faubourg forment souvent des cœurs d'îlots verts.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée, ce paysage urbain s'observe particulièrement à l'Ouest, notamment les quartiers entre la rue du Chemin Vert et la rue du Général Moulin.



Le tissu individuel ancien – Rue Georges Goupy à Caen (source : EGIS, Février 2024)

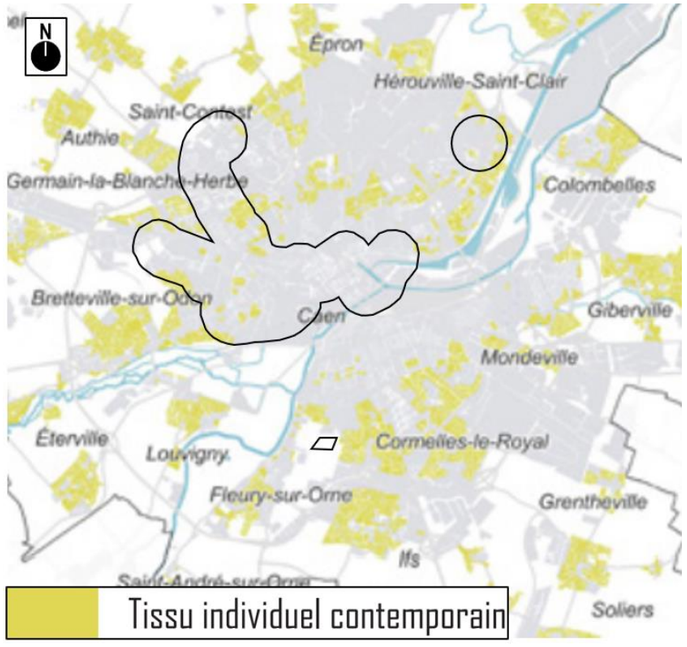


Le tissu individuel ancien – Rue du Chemin Vert à Caen (source : EGIS, Février 2024)

6.1.4. Tissu individuel contemporain

Les tissus individuels contemporains représentent le mode de développement prédominant de la ville et des campagnes alentours à partir de la fin des années 1950. Ils se caractérisent par une quasi-exclusivité de l'habitat individuel, en expansion des tissus traditionnels. Cependant, ces tissus peuvent recouvrir des formes architecturales ou urbaines variées.

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu individuel contemporain par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu individuel contemporain au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

On distingue, dans l'aire d'étude rapprochée, deux formes urbaines des tissus individuels contemporains :

- Les tissus pavillonnaires contemporains, caractérisés par des maisons individuelles séparées les unes des autres, notamment dans le secteur du stade d'Ornano et juste au Nord du CEMT de Fleury-sur-Orne ;
- Les opérations groupées présentant une homogénéité de construction.

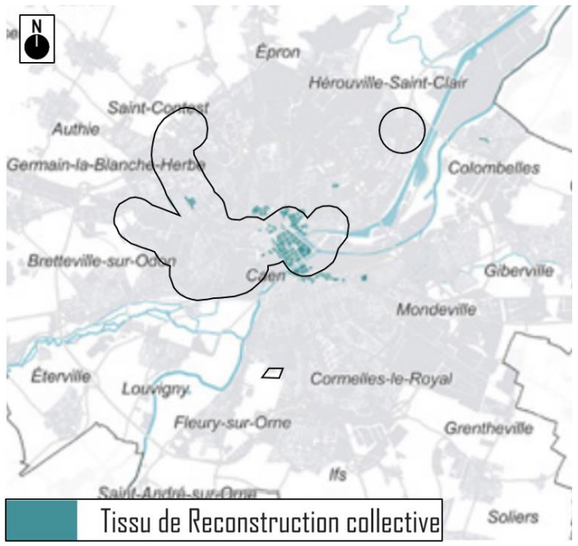


Le tissu individuel contemporain – Rue Bernard Vanier à Caen (source : EGIS, Février 2024)

6.1.5. Tissu de la Reconstruction collective traditionnelle

La Reconstruction sous forme d'habitat collectif concerne principalement la ville de Caen. Elle s'étend de la fin des années 1940 à 1962. Elle se caractérise localement par l'emploi important de la pierre de Caen apparente et une restructuration du réseau viaire et des espaces publics par rapport au tissu traditionnel. Il est distingué les formes urbaines de la Reconstruction collective traditionnelle, formant des îlots fermés, de celle de la Reconstruction collective moderniste.

La figure suivante permet de localiser le tissu de la Reconstruction collective traditionnelle par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu de la Reconstruction collective traditionnelle au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

La phase de la Reconstruction collective traditionnelle, dans le centre de Caen au niveau de l'île Saint-Jean, se caractérise par un usage général de la pierre de Caen, l'alignement des bâtiments sur la rue, avec généralement la présence de commerces en pied d'immeuble et des toits en pente en ardoises. Les bâtiments forment des îlots fermés, donnant sur des cours intérieures. Les bâtiments vont généralement d'une hauteur de R+3+combles à R+5+combles pour ceux donnant sur de grandes artères. Les voies sont élargies, rectifiées et privilégient les intersections à angle droit.

Le tracé des rues s'inspire néanmoins en grande partie de celui d'avant-guerre, à l'exception notable de la création de l'avenue du Six Juin. Cette forme urbaine laisse peu de place aux espaces verts. En revanche, de beaux alignements d'arbres sur les grandes artères et le long des quais soulignent les perspectives.

Les secteurs de la Reconstruction collective moderniste constituent une petite partie de la Reconstruction du centre de Caen, sur l'île Saint-Jean et le quartier de la gare. Les exemples les plus marquants de cette partie de la Reconstruction sont l'ensemble des Tours Marines, marquant l'entrée de l'avenue du 6 juin, ou bien encore le secteur des Quatrans, construit dans la dernière phase de la Reconstruction, au pied du château. Un grand projet de renouvellement urbain est en cours sur le secteur de l'îlot Trébutien, seul secteur d'habitat social de la Reconstruction, à la pointe Est de l'île Saint-Jean.

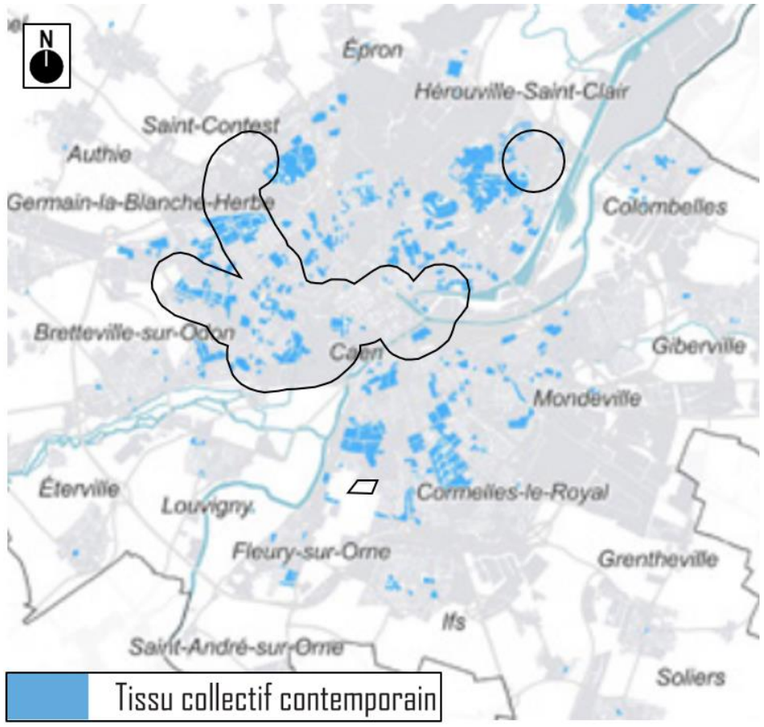


Le tissu de la reconstruction collective – Les Tours Marines à Caen de part et d'autre de l'avenue du Six Juin (source : EGIS, Février 2024)

6.1.6. Tissu collectif contemporain

Les tissus collectifs contemporains sont constitués par les ensembles bâtis d'habitat collectif postérieurs à la Reconstruction. Ces tissus collectifs contemporains, principalement situés dans l'agglomération caennaise, ont été classés selon trois formes urbaines : les grands ensembles, issus d'opérations planifiées de construction de logements à dominante sociale et intégrant services et équipements, les petits ensembles de collectifs, hors grandes opérations d'aménagement, répartis sur l'ensemble du tissu urbain, et les nouveaux quartiers collectifs urbains, caractérisés par une composition d'ensemble et le retour à la notion de rue (continuité et alignement du bâti le long d'un axe de circulation praticable à pied).

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu collectif contemporain par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu collectif contemporain au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

Concernant les grands ensembles, les hauteurs des barres varient de R+3 à R+9 étages, alors que les tours dépassent 10 étages. La voirie est large, adaptée à l'usage de l'automobile. Le stationnement se fait souvent sous la forme de poches de stationnement, en pied d'immeuble, hors voirie. Les immeubles sont généralement implantés sur des terrains plantés, allant de la simple pelouse au véritable parc. On retrouve, pour plusieurs de ces secteurs, des places publiques au centre du quartier, autour desquelles sont implantés des commerces et quelques équipements publics.

Dans l'aire d'étude rapprochée, les grands ensembles sont essentiellement localisés au Nord, dans le quartier du Chemin Vert.



Les grands ensembles dans le quartier du Chemin Vert à Caen (source : EGIS, Février 2024)

Ce secteur du Chemin Vert fait par ailleurs l'objet d'un vaste programme de renouvellement urbain s'étalant de 2015 à 2031.



Annonce de construction d'un programme immobilier entrant dans le cadre du programme de renouvellement urbain dans le quartier du Chemin Vert à Caen (source : EGIS, Février 2024)

Pour les nouveaux quartiers collectifs urbains, il s'agit de quartiers entiers, conçus selon un plan d'ensemble renouant, contrairement aux grands ensembles, avec une forme urbaine classique (rue, îlot). Ces quartiers se développent localement à partir des années 1980, souvent sous forme de montage de Zones d'Aménagement Concerté (ZAC). Les hauteurs des bâtiments sont plus importantes le long des axes principaux (R+4 à R+6) et diminuent le long des voies secondaires.

La voirie publique est souvent très large dans ces opérations, prévoyant dès la conception les voies de circulation pour les différents modes, ainsi que des contre-allées de stationnement et des trottoirs amples. On peut aussi trouver des places ou allées piétonnes au cœur de l'opération. Les espaces de recul par rapport à la voie publique, ainsi que les arrières des bâtiments, sont végétalisés et les voies principales plantées d'arbres d'alignement.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée, ce type de forme urbaine est visible au niveau du quartier Beaulieu notamment.

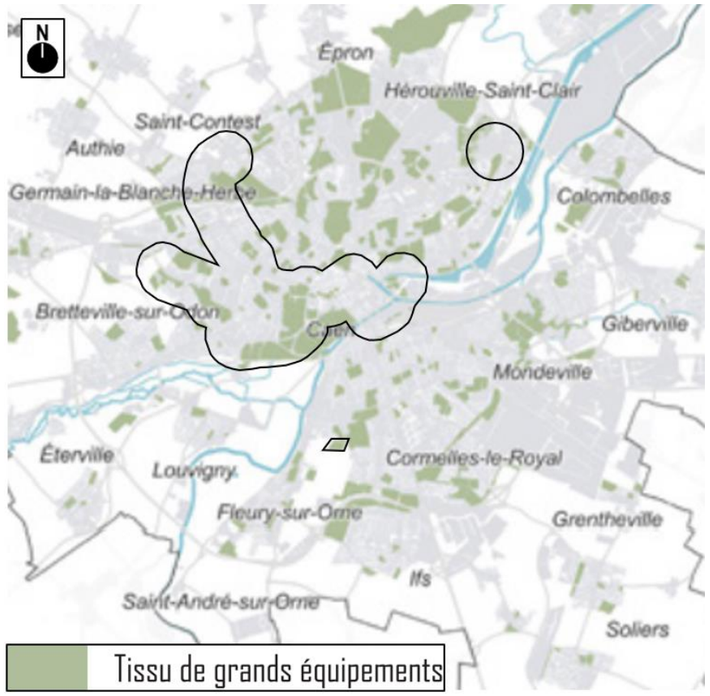


Les nouveaux quartiers collectifs urbains – Boulevard Pompidou dans le quartier Beaulieu (source : EGIS, Novembre 2023)

6.1.7. Tissu de grands équipements

Les tissus de grands équipements sont marqués par la présence d'équipements publics ou d'espaces publics ouverts (parcs, terrains de sport…) suffisamment grands en taille ou nombreux pour être marquants dans le paysage urbain. Ils peuvent être très variés architecturalement ou dans l'époque de construction. On distingue ici les grands équipements bâtis, c'est-à-dire dont la part bâtie représente une part significative et marquante, des équipements ouverts, peu ou non bâtis, introduisant une rupture dans la ville, et des espaces paysagers, c'est-à-dire aménagés pour l'agrément (parcs et jardins, jardins collectifs, cimetières paysagers…).

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu de grands équipements par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu de grands équipements au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

Les grands équipements aux abords du projet d'extension du tramway de Caen la mer sont le parc des expositions (plus gros générateur de flux des équipements du secteur), l'hippodrome de Caen, le stade Michel d'Ornano, le palais des sports de Caen la mer, le stade nautique Eugène Maës, la patinoire de Caen la mer, l'établissement public de santé mentale de Caen, le lycée Malherbe, etc.



Le tissu de grands équipements – Stade d'Ornano (source : EGIS, Février 2024)

Le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne est aussi considéré comme un grand équipement, de même que le complexe sportif de la Pomme d'Or à proximité.

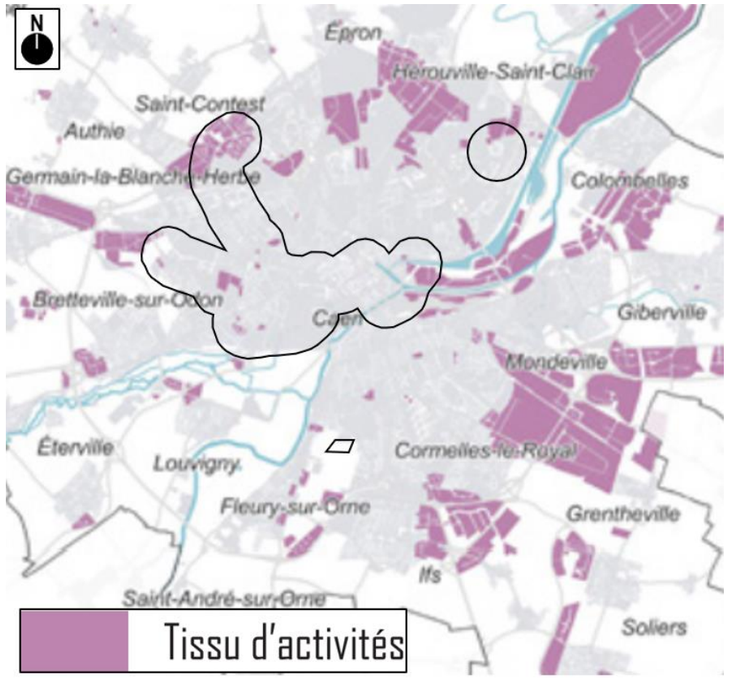


CEMT de Fleury-sur-Orne (source : EGIS, Février 2024)

6.1.8. Tissu d'activités

Majoritairement développés à partir de la seconde moitié du XXème siècle dans une logique de zoning séparant les fonctions urbaines, les tissus d'activités occupent une place importante sur tout le pourtour de la partie centrale de l'agglomération caennaise. Parmi ces tissus d'activités, on distingue les zones commerciales, marquées par la présence très importante des espaces de stationnement, les zones d'activités industrielles ou mixtes, présentant une diversité de formes selon les activités accueillies et la période de création, et les zones tertiaires, au bâti plus haut et plus ouvert.

La figure ci-dessous permet de localiser le tissu d'activités par rapport à l'aire d'étude rapprochée.



Le tissu d'activités au niveau de l'aire d'étude rapprochée (source : AUCAME, Avril 2022)

Dans l'aire d'étude rapprochée, les zones d'activités les plus importantes sont relevées dans la partie Nord au niveau du Pôle de Saint-Contest qui comprend 7 zones d'activités économiques (pour plus de précisions, se reporter au chapitre 5.7).

Les autres grands ensembles du tissu d'activités de l'aire d'étude sont à l'Ouest avec la zone artisanale de la Grande Plaine, au Sud-Est avec les activités commerciales du quartier des Rives de l'Orne, et à l'Est au niveau du centre commercial régional d'Hérouville Saint-Clair.



Le tissu d'activités – Parc Athéna à Saint-Contest (source : EGIS, Février 2024)

6.2. PAYSAGE ARBORE

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude immédiate.

L'ensemble de l'aire d'étude immédiate est concerné par plusieurs secteurs d'alignements d'arbres. Un diagnostic phytosanitaire a été réalisé sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Un diagnostic racinaire a également été réalisé, et complété sur des zones particulièrement sensibles comme les platanes du boulevard Bertrand ou le platane isolé devant le théâtre.

L'aire d'étude immédiate traverse une petite dizaine de séquences arborées qui ont leur propre ambiance paysagère.

Les trois essences les plus représentées sont le Tilleul commun (22%), l'Arbre aux quarante écus (22%) et le Platane à feuille d'érable (20%) (source diagnostic phytosanitaire projet tramway 2028, ONF Vegetis, juillet 2023).

6.2.1. Le boulevard du Maréchal Juin

Au Nord, le secteur du boulevard du Maréchal Juin, au-delà du périphérique caennais, compte 85 arbres, dont des Charmes et des Tilleuls de part et d'autre du boulevard.

Ces arbres forment un alignement de part et d'autre du boulevard. Ils ne sont pas protégés au PLU de Caen.

Composé en majorité de Tilleuls, ces alignements d'arbres de grand développement sont à l'échelle des espaces traversés et viennent tenir l'espace dans cet environnement urbain dilaté et distendu. L'alignement permet également une transition douce entre l'espace de circulation dense et les espaces plus naturels en arrière de l'alignement. La forme d'arbres tiges facilite les vues sur les profondeurs des parcelles qui les bordent. Les arbres ont un beau port. Il s'agit donc d'alignements structurants du paysage.

Les pieds d'arbres sont plantés dans une large bande végétalisée continue.



Alignements d'arbres composés de Charmes et de Tilleuls de part et d'autre du boulevard du Maréchal Juin (source : EGIS, Février 2024)

6.2.2. Le Chemin Vert Nord

La rue du Chemin Vert relie la périphérie et le centre-ville de Caen. Ces espaces sont issus des phases d'extension progressive de la ville de l'après-guerre. Sur la partie Nord du Chemin Vert, ils se caractérisent avec un retrait du bâti par rapport aux limites d'emprises publiques, générant de nombreux espaces végétalisés entre les bâtiments. Deux alignements de Tilleuls sont présents de part et d'autre de la voirie, sur chaque trottoir.



Alignements d'arbres sur la rue du Chemin Vert partie Nord (source : source LABA, septembre 2023)

Les alignements de Tilleuls à couronnes remontées au-delà de 3 m offrent une végétalisation le long du trottoir en pied de façade et permettent de prolonger, grâce au couvert qu'ils procurent, l'effet domestique du bâti. Par ce procédé, on passe graduellement du dedans vers le dehors et vice versa. En mettant le piéton à distance de la chaussée, le trottoir est habité et plus rassurant, incitant à la déambulation, à l'ombre et à l'abri. Il s'agit donc d'éléments structurants du paysage urbain.

Les pieds d'arbres sont pris dans un espace libre réduit à un carré autour du collet, entourés de l'enrobé du trottoir. La valeur écologique de ces espaces au sol est donc moindre.

Les arbres semblent en bonne santé et ont un beau port.

Les arbres n'ont pas fait l'objet de diagnostic phytosanitaire mais semblent en bonne santé et on un beau port.

6.2.3. Le Chemin Vert Sud

Sur la partie Sud du Chemin Vert, la largeur de voirie est plus contrainte. Elle est également caractérisée par des immeubles en pierre de Caen sur deux rangs. Au niveau du premier rang d'immeuble, les espaces en pied de façade sont végétalisés avec une strate moyenne et basse. Entre les immeubles, les espaces sont végétalisés et arborés.

On notera trois éléments paysagers importants : les espaces verts entre les immeubles en pierre de Caen, la présence du parc de Secqueville, et enfin la présence d'une haie bordant ce parc jusqu'au boulevard Dunois. La haie bocagère variée crée un environnement urbain plus proche de la nature de type presque rural.



Végétation en pied et entre les immeubles en pierre de Caen sur la rue du Chemin Vert partie sud (source LABA, septembre 2023)



Haie d'essences variées, en bordure du parc de Secqueville jusqu'au boulevard Dunois sur la rue du Chemin Vert partie Sud (source LABA, septembre 2023)

Au plus près du carrefour Dunois, un groupe d'arbres aux formes naturelles vient marquer un effet de seuil entre le boulevard Dunois et la rue du Chemin Vert en indiquant qu'on passe d'un univers à un autre, d'une ambiance très active à une ambiance apaisée.



Groupes d'arbres sur le carrefour Dunois (source google, septembre 2023)

Les végétaux de ce secteur sont tous en pleine terre, ce qui augmente leur valeur écologique.

Les essences présentes dans la haie sont variées, et l'état sanitaire des arbres et arbustes est variable. Sur 48 arbres/arbustes/massifs arbustifs, 10 sujets sont en bon état physiologique, 20 en état physiologique moyen et 18 en mauvais état physiologique.

6.2.4. Rue Damozanne - rue du Capitaine Boualam – rue du Carel

Pour le secteur de la rue Damozanne, de la rue du Capitaine Boualam et de la rue du Carel, 82 arbres sont identifiés au niveau de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Ces arbres et alignements ne sont pas protégés au PLU de Caen.

Le centre-ville de Caen : partie ancienne de la ville avec des emprises publiques réduites, offrant une faible part au végétal et une présence ponctuelle de quelques arbres plantés lorsque l'espace le permet. Les espaces verts sont surtout présents dans les cœurs d'îlots et les jardins. Dans la rue Damozanne, les arbres sont plantés côté Est, quand l'espace le permet, par groupes de deux ou trois sujets. Certains de ces groupes d'arbres sont des éléments structurants du paysage de la rue quand leur port devient significatif. Ils participent à l'ambiance paisible de la rue. Comme le montrent les photos ci-dessous, certains arbres sont chétifs et ont un intérêt moindre par rapport aux autres sujets.



Présence ponctuelle d'arbres dans l'espace public rue Damozanne (source LABA, septembre 2023)

Au croisement de la rue Damozanne et de la rue du Clos Caillet, l'arbre solitaire devant le mur crée un point de repère important. Le port de l'arbre est majestueux.



Arbre isolé rue Damozanne / rue du Clos Caillet -entrée du quartier Lorge (source : LABA, septembre 2023)

Les pieds d'arbres de la rue Damozanne sont pris dans un espace libre réduit à un carré autour du collet, entourés de l'enrobé du trottoir. La valeur écologique de ces espaces au sol est donc moindre.

Une exception demeure dans l'emprise du quartier Lorge : le terrain de la maison du Général, partiellement en friche et ainsi préservé de l'activité humaine, est devenu un réservoir de biodiversité intéressant dans cette séquence. On note la présence d'alignements d'arbres le long des clôtures de la propriété. Mais ces alignements sont à l'intérieur du terrain. Ils n'apportent donc pas une valeur urbaine évidente car ils ne sont pas visibles de la rue. Mais tous les arbres de la maison du Général sont en pleine terre. Ils ont donc une forte valeur écologique.

La rue du Carel représente l'ancienne limite de la muraille de la ville, à proximité de l'abbaye aux Hommes et du jardin du prieuré. La rue du Carel est cependant étroite, bordée d'une part par le mur d'enceinte, et d'autre part par un alignement d'arbres. Cet alignement d'arbres est structurant, d'autant que le mur d'enceinte donne un caractère très minéral à la rue du Carel.

L'alignement d'arbres d'essences divers, *Ostrya carpinifolia*, *Acer saccharinum*, *Celtis, Robinia*, *Catalpa* est homogène et bien tenu. Devant la halle des granges, les arbres sont plus hétérogènes tant en essences qu'en état sanitaire. Certains sont dépérissants et ont subi des tailles drastiques visibles, ce qui pourrait en diminuer la valeur.

Les pieds d'arbres sont dans un terre-plein végétal continu, augmentant le potentiel écologique de cet alignement.



Alignement d'arbres rue du Carel devant le Conservatoire (source LABA, septembre 2023)



Alignement d'arbres rue du Carel partiellement supprimé devant le centre chorégraphique national (source google, septembre 2023), avec au premier plan un arbre drastiquement taillé

6.2.5. L'avenue Sorel

L'avenue Albert Sorel et le boulevard Bertrand se situent dans le secteur du Site Patrimonial Remarquable de Caen. Ces axes arborés, plantés de Platanes et de Tilleuls, sont des avenues identifiées comme des « perspectives paysagères préservées », notamment vers l'ancien tribunal et l'Hôtel de ville. **Il s'agit donc d'éléments structurants du paysage urbain caennais**.

L'avenue Albert Sorel est un marqueur fort pour le paysage arboricole de l'aire d'étude immédiate, puisque de part et d'autre de la voirie se trouve un alignement de Tilleuls, depuis le boulevard Yves Guillou au Sud jusqu'à la place Guillouard au Nord.



Alignement de tilleuls taillés avenue Sorel et perspective vers l'ancien tribunal (source LABA, septembre 2023). Les troncs font écho colonnes de l'ancien tribunal

Le diagnostic phytosanitaire a été effectué sur 245 sujets de l'avenue Sorel. 146 sont en bon état phytosanitaire, 84 en état moyen et 15 en mauvais état. Il s'agit principalement de Tilleuls, taillés en rideau.

Les pieds d'arbres sont continus sur le côté Ouest de l'avenue Sorel, mais sont contraints en face, par de l'enrobé jusqu'aux collets, qui offrent des espaces de stationnement pour les véhicules. Les chocs avec les carrosseries ne doivent pas contribuer au maintien en bon état phytosanitaire des sujets.



Alignement de Tilleuls taillés avenue Sorel (source LABA, septembre 2023)

6.2.6. Le boulevard Bertrand

Le boulevard Bertrand, au cœur du centre-ville de Caen, est aussi pourvu d'alignements d'arbres qui marquent le paysage urbain de ce secteur. Le jardin de l'Hôtel du Département du Calvados, visible depuis le boulevard, apporte au secteur une touche paysagère de qualité. Il est à noter que les Jardins de l'Hôtel du Département sont classés en tant qu'Espace Boisé Classé (EBC) au PLU de Caen. **Il s'agit donc d'éléments structurants du paysage urbain caennais**.

L'alignement d'arbres est constitué de deux essences différentes. Entre la place Gambetta et l'avenue de l'hippodrome, il s'agit de Platanes, et entre l'avenue de l'Hippodrome et la place Guillouard il s'agit de Tilleuls.

Les pieds d'arbres côté Ouest ont été décroutés et sont maintenant dans un terre-plein végétalisé continu. Sur le côté Est, les pieds d'arbres sont toujours entourés d'enrobé.

L'étude phytosanitaire fait état de 90 sujets sur le boulevard Bertrand, dont 42 platanes et 38 tilleuls. 20 platanes et 2 tilleuls ont un état phytosanitaire moyen, les autres sont en bon état sauf 1 tilleul en mauvais état phytosanitaire.

Le diagnostic racinaire fait état de coupures au niveau des racines des arbres dues à de précédents travaux. Ces coupures ont cicatrisé.



Alignement de Platanes boulevard Bertrand (source : source LABA, septembre 2023)



Alignement de Tilleuls taillés boulevard Bertrand (source : source LABA, septembre 2023)

6.2.7. La rue de Bernières et le boulevard du Maréchal Leclerc

Le secteur de l'hypercentre est constitué de la rue de Bernières et de sa continuité avec le boulevard du Maréchal Leclerc. Ce secteur concerne 86 arbres, essentiellement des Érables planes sur la rue de Bernières et des Poiriers de Chine sur le boulevard Leclerc devant le théâtre. Ces arbres sont en alignement. La rue de Bernières est une des rares rues de l'hypercentre à être plantée. **Les deux alignements d'arbres sont donc des éléments structurants du paysage urbain de cette rue**.

Sur le boulevard du Maréchal Leclerc l'alignement de *Pyrus calleryana* est jeune et la forme des arbres en fuseau tranche avec la forme des autres arbres du centre-ville. Ils dialoguent plus difficilement avec les façades aux lignes horizontales affirmées. **Il s'agit d'un alignement moins structurant que celui de la rue de Bernières**, d'autant qu'il n'est que d'un seul côté. Le Platane isolé est l'élément le plus remarquable de cet espace.

Le bilan phytosanitaire fait état d'arbres globalement en bon état.



Alignement de Poiriers de Chine boulevard Leclerc (source : source LABA, septembre 2023)



Alignement d'Érables planes rue de Bernières (source : source LABA, septembre 2023)

Les pieds d'arbres d'alignements de la rue de Bernières et du boulevard du Maréchal Leclerc sont isolés et entourés d'enrobé.

6.2.8. Le boulevard Georges Pompidou

Le boulevard Pompidou, à l'Ouest de Caen, compte une très forte présence de Ginkgo biloba de part et d'autre du boulevard, puisque 165 en sont recensés depuis le rond-point Beaulieu jusqu'au giratoire avec le boulevard André Detolle. Ces arbres et alignements ne sont pas protégés au PLU de Caen.

Le double alignement de Gingko biloba de Pompidou représente une affirmation de l'urbanité du quartier. Cette figure paysagère très classique, très régulière est un archétype des grands boulevards avec les arbres de grand développement séparant les voies de circulation principale des contre-allées.

Part de là l'esthétique urbaine, il est à regretter que ces arbres soient éloignés des habitations et des trottoirs. Les habitants ne peuvent y trouver que peu de bénéfices d'usages. L'ombre faible de ces arbres ne bénéficie ni aux piétons ni aux bâtiments. Trop éloignés également pour créer d'un cadre naturel, un environnement urbain plus proche de la nature, ils n'offrent pas un sentiment de réconfort et de connexion avec le monde naturel, ce qui est particulièrement important dans les zones densément peuplées où les espaces verts sont limités. Leur mauvais état sanitaire visible ne contribue pas à symboliser la croissance et la vie et vont même à l'encontre de l'image de développement continu et de vitalité de la communauté qui l'entoure.



Alignements de Gingkos biloba du boulevard Pompidou à Caen (source : LABA, septembre 2023)

Sur les 229 Gingko Biloba répertoriés au bilan phytosanitaire, 126 sont en mauvais état phytosanitaire, 75 en état moyen et 28 en bon état. De plus, pour des problèmes à la mise en œuvre, **la plupart des sujets sont restés chétifs**, malgré leur âge (30 ans).

Les pieds d'arbres sont dans des espaces libres assez larges, mais qui ne sont pas continus entre les arbres.



Alignements de Gingkos biloba du boulevard Pompidou à Caen (source : LABA, septembre 2023)

6.2.9. Le boulevard André Detolle et le boulevard Yves Guillou jusqu'au palais des sports

Le boulevard André Detolle et le boulevard Yves Guillou (jusqu'au rond-point du palais des sports) dénombrent 100 arbres, parmi des Érables de Freeman, des Frênes, des Chênes et des Copalmes d'Amérique. Ces arbres et alignements ne sont pas protégés au PLU de Caen.

Les arbres sont plantés en alignement sur les trottoirs. Sur la partie du boulevard Detolle, il y a plus de place et les alignements sont plus présents car plus continus. Les arbres sont à grand développement et leur port est imposant. **Il s'agit d'alignements structurants du paysage**.



Alignement d'arbres sur le boulevard Detolle (source : googlemaps août 2022)

Sur le boulevard Guillou, les arbres sont plantés s'il y a de la place disponible. **La discontinuité de plantation des arbres ne crée pas un alignement paysager structurant**.

La qualité paysagère sur ces deux boulevards est en revanche apportée par le terre-plein central planté et continu.

Les pieds d'arbres sont pris dans un espace libre réduit à un carré autour du collet, entourés de l'enrobé du trottoir.



Alignement d'arbres plus disparate et distendu sur le boulevard Guillou (source : LABA, septembre 2023)

6.2.10. Le boulevard Yves Guillou le long de la Prairie de Caen

Puis, le boulevard Yves Guillou possède des alignements de Platanes à feuilles d'érable imposants et qui marquent fortement le paysage de ce secteur, le long de la Prairie de Caen. Ils marquent l'entrée de ville et le contour de l'hypercentre. Ces arbres et alignements sont protégés au PLU de Caen en tant qu'« espaces verts garantis ». **Ils sont bien évidemment structurants pour le paysage urbain.**

Les platanes sont des arbres à très grand développement et sont actuellement à leur taille adulte et leur port est imposant. Les platanes sont plantés en pleine terre ou bien des terre-pleins végétalisés continus.



Alignement de Platanes sur le boulevard Guillou au niveau du lycée Malherbe (source : LABA, septembre 2023)

6.2.11. Les arbres isolés

Un Saule de la **place Guillouard** est identifié en tant qu'arbre remarquable au PLU de Caen.



Saule place Guillouard (source : EGIS, Février 2024)

Non loin du boulevard Bertrand, la **place Gambetta** compte deux arbres remarquables identifiés dans le PLU de Caen : un Marronnier et un Érable.



Marronnier et Érable remarquables place Gambetta (source LABA, septembre 2023)

Enfin, le platane **face au Théâtre** est identifié en tant qu'arbre remarquable au PLU de Caen.



Platane face au Théâtre de Caen (source LABA, septembre 2023)

6.3. PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

La consultation de la base de données de l'Atlas du patrimoine montre que l'aire d'étude rapprochée est concernée par des Zones de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA), visibles sur la carte du patrimoine archéologique et historique en page suivante.

Ces zones de présomption sont définies dans la carte archéologique nationale par le préfet de région (arrêtés de zonage) en fonction des informations scientifiques qui laissent présager la présence de vestiges. Elles ont une portée réglementaire. Les projets d'aménagement affectant le sous-sol qui sont réalisés dans ces zones sont présumés faire l'objet de prescriptions archéologiques préalablement à leur réalisation.

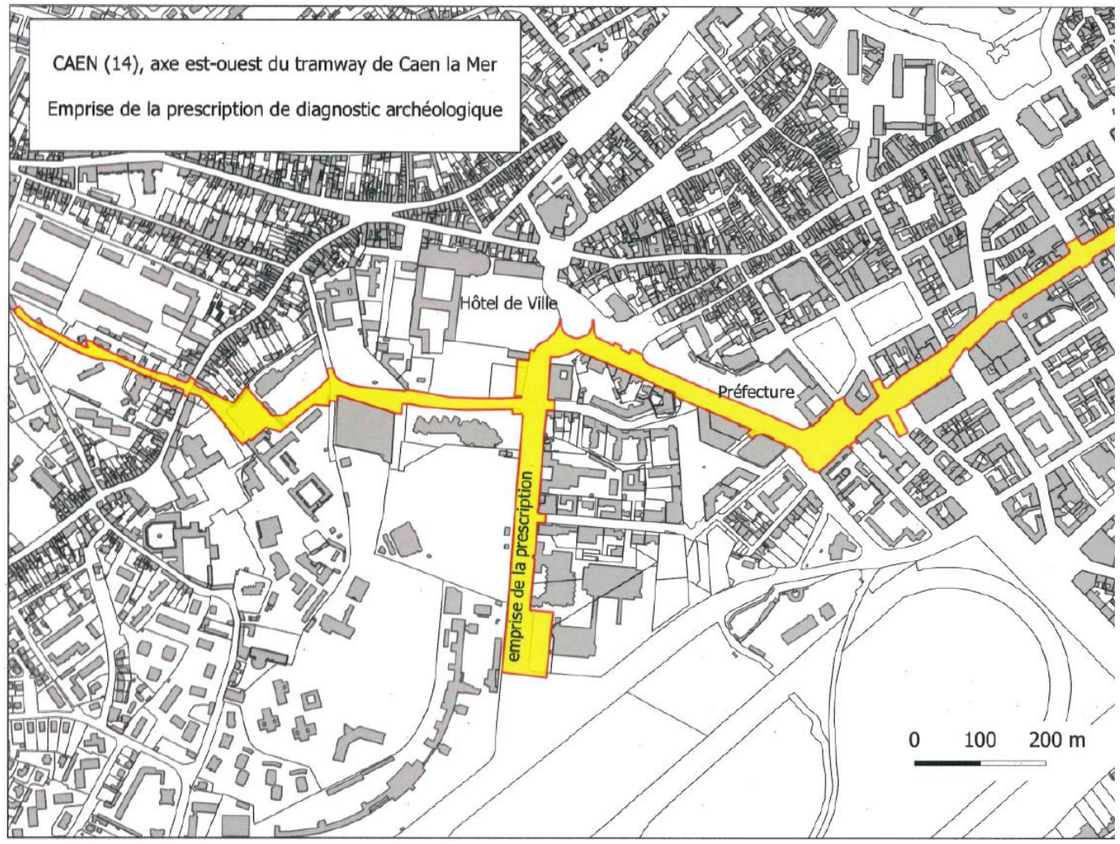
De plus, dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer, une demande anticipée de prescription d'archéologie préventive présentée par TRANSAMO a été envoyée en préfecture le 25/04/2023. En effet, les travaux envisagés sont susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique (quartiers médiévaux, modernes et contemporains de la ville de Caen). De fait, une opération de diagnostic archéologique est en cours, sur une emprise d'une superficie de 77 641 m² au regard de l'arrêté préfectoral n°28-2023-282 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive du 15/05/2023 (voir figures ci-après).

Les travaux de diagnostic archéologique ont été réalisés du 12 février à début avril 2024.



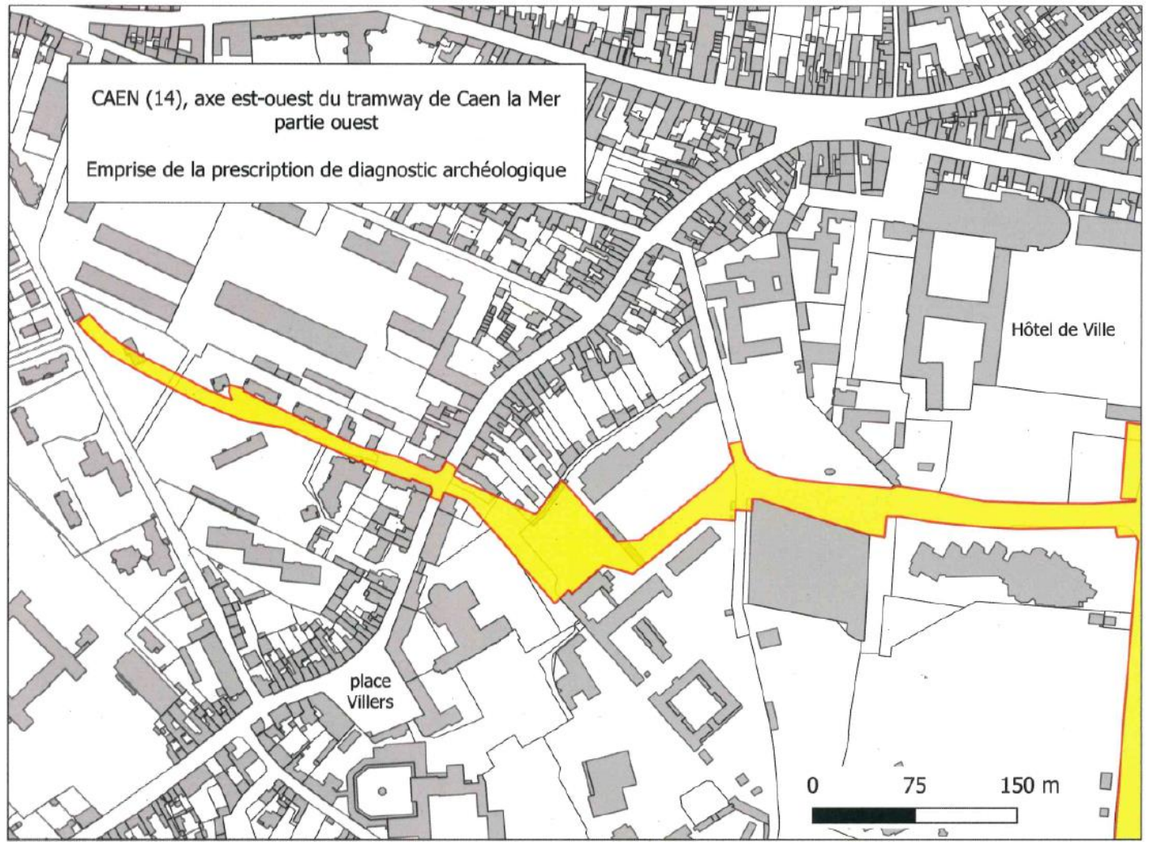
Travaux de diagnostic archéologique menés avenue du Six Juin dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer (source : EGIS, Février 2024)

plan n°1 annexé à l'arrêté n°28-2023-282



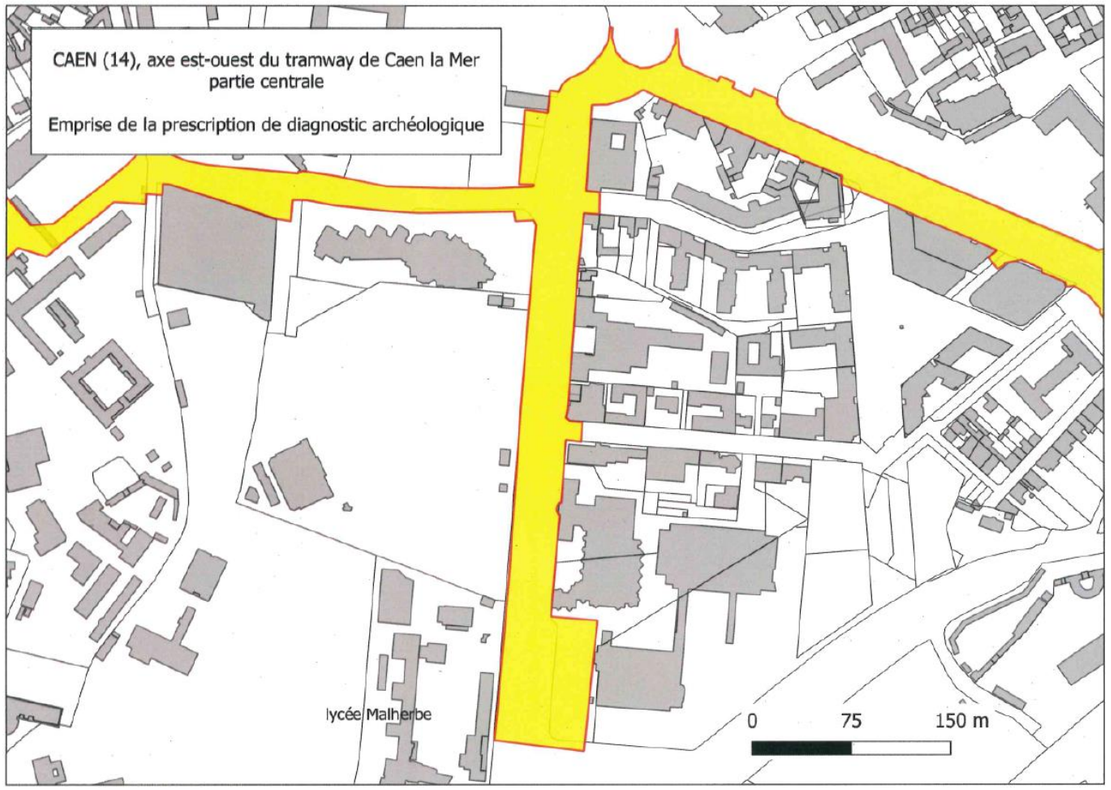
Emprise de la prescription de diagnostic archéologique – Planche 1
(source : Arrêté n°28-2023-282 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive du 15/05/2023

plan n°2 annexé à l'arrêté n°28-2023-282



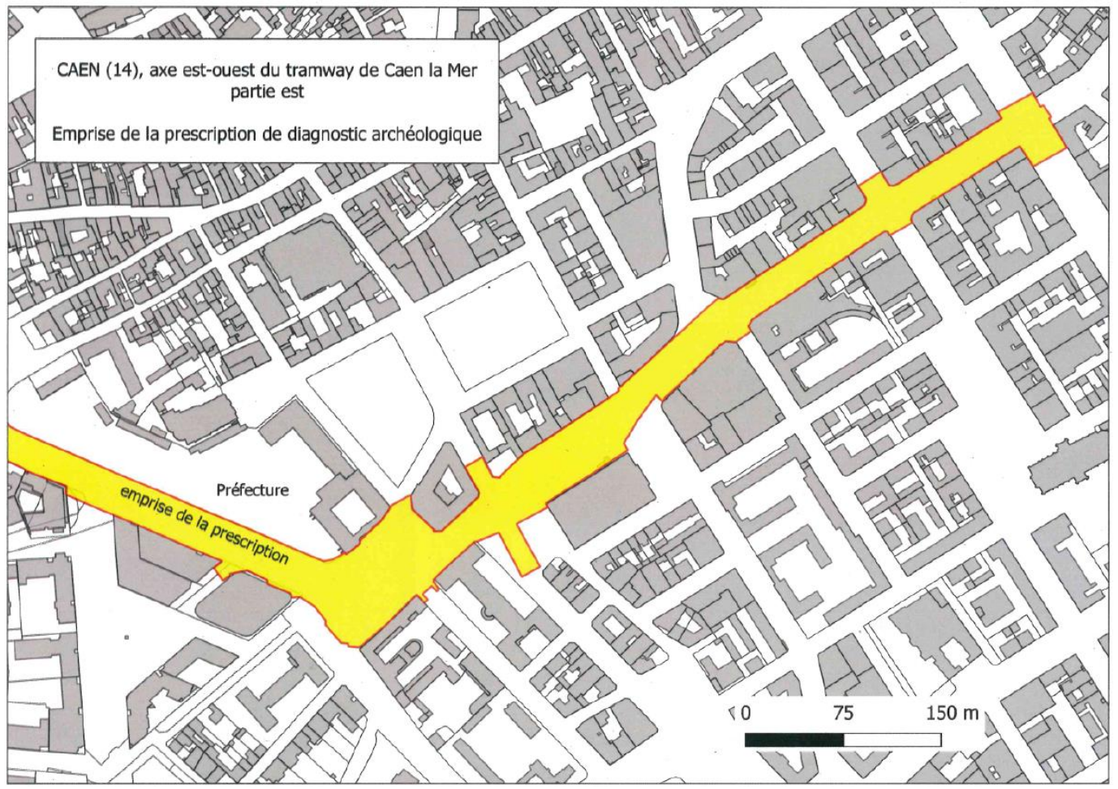
Emprise de la prescription de diagnostic archéologique – Planche 2
(source : Arrêté n°28-2023-282 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive du 15/05/2023

plan n°3 annexé à l'arrêté n°28-2023-282



Emprise de la prescription de diagnostic archéologique – Planche 3
(source : Arrêté n°28-2023-282 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive du 15/05/2023

plan n°4 annexé à l'arrêté n°28-2023-282



Emprise de la prescription de diagnostic archéologique – Planche 4
(source : Arrêté n°28-2023-282 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive du 15/05/2023

6.4. PATRIMOINE HISTORIQUE ET CULTUREL

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

6.4.1. Monuments historiques

Un monument historique est un édifice, un espace ou un objet, qui a été protégé du fait de son intérêt patrimonial. La protection d'un édifice peut être totale ou partielle. Elle peut ainsi ne concerner qu'une partie du bien, comme la toiture, la façade, un portail, etc. La législation (code du patrimoine) distingue deux types de protection :

- Les biens classés sont les biens qui présentent un intérêt public. C'est le plus haut niveau de protection ;
- Les biens inscrits correspondent aux biens dont l'intérêt historique ou artistique en rend la préservation désirable. Il s'agit d'un niveau de protection inférieur au classement. La mesure d'inscription est régionale et dépend du préfet de Région. Il peut cependant y avoir des exceptions :
  - La procédure peut rester au niveau national quand la volonté d'inscription est portée par le ministre de la Culture ou la Commission Nationale du Patrimoine et de l'Architecture (CNPA) ;
  - Il en est de même quand un même immeuble est concerné à la fois par une proposition de classement sur certaines parties et une proposition d'inscription sur d'autres.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée sont identifiés 107 monuments historiques, dont 28 sont classés, 27 sont inscrits, 4 sont partiellement classés, 44 sont partiellement inscrits, et 4 sont partiellement classés-inscrits (cf. figure en page suivante). Tous ces monuments historiques font l'objet d'un périmètre de protection de 500 mètres, qui interceptent donc l'aire d'étude.

Parmi une liste non-exhaustive peuvent être cités l'Église Saint-Etienne-le-Vieux (classé), l'Hôtel de Ville et l'Abbaye aux Hommes (classé), le Château de Caen (classé), l'Église Notre-Dame-de-la-Gloriette (classé), l'Hôtel de préfecture du Calvados (classé), plusieurs immeubles du centre historiques (inscrits), etc.



Monument historique classé – Église Saint-Etienne-le-Vieux à Caen (source : EGIS, Février 2024)



Monument historique classé – Hôtel de Ville de Caen et Abbaye aux Hommes (classé), (source : EGIS, Avril 2024)

Il est à noter que de nombreux éléments, bien que non identifiés en tant que monuments historiques, révèlent malgré tout d'un fort héritage patrimonial de Caen. C'est le cas par exemple du reste du mur de l'enceinte fortifiée du Bourg l'Abbé construite vers 1356 et visible au niveau de la rue du Carel qui sera desservie par le tramway notamment.



Reste de l'enceinte fortifiée du Bourg l'Abbé construite vers 1356 au niveau de la rue du Carel (source : EGIS, Février 2024)

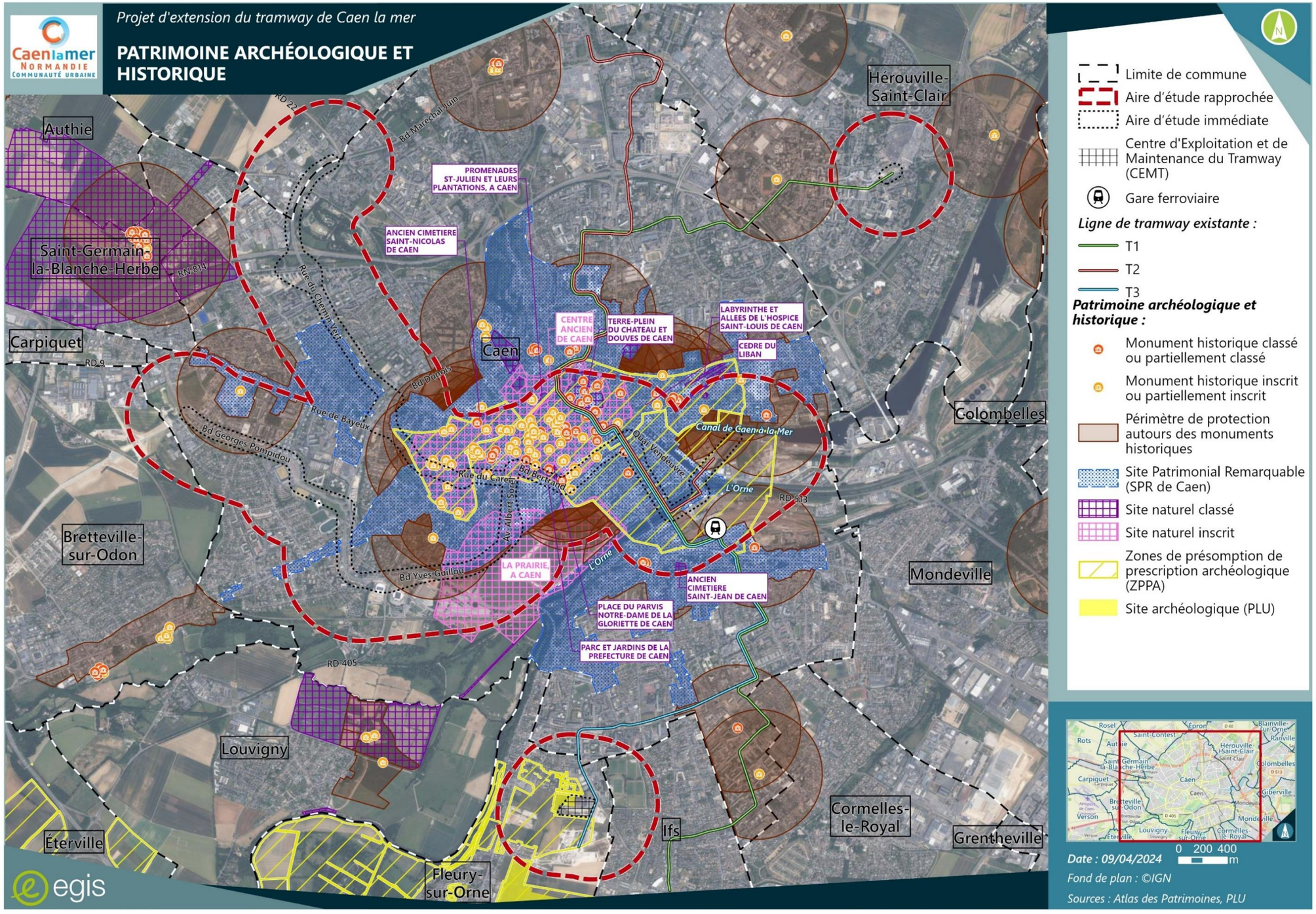
6.4.2. Site Patrimonial Remarquable (SPR) de Caen

Le Site Patrimonial Remarquable (SPR) de Caen a été approuvé le 28 janvier 2021.

Le dispositif SPR de Caen est une démarche de protection et de valorisation du patrimoine urbain et paysager de la ville, dans le respect du développement durable du territoire. Il assure la reconnaissance, le rayonnement et l'avenir du patrimoine protégé, et complète le PLU de Caen sur son volet patrimonial.

Le SPR de Caen couvre un périmètre de 710 ha à cheval sur plusieurs secteurs de protection tels que le centre ancien ou les secteurs de la Reconstruction (quartier Saint-Jean principalement).

Au niveau de l'aire d'étude, les secteurs concernés par le SPR de Caen sont localisés sur la carte en page suivante).



Patrimoine archéologique et historique

6.5. SITES INSCRITS ET CLASSES

Cette thématique est traitée à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée.

Un site classé est un lieu dont le caractère exceptionnel a justifié une mesure de protection au niveau national, dans l'objectif de conserver les caractéristiques du site et de le préserver de toute atteinte grave.

Un site inscrit est la reconnaissance de l'intérêt d'un lieu dont l'évolution demande une vigilance toute particulière. Le site inscrit est classiquement mis en œuvre aujourd'hui en complément à un site classé afin de favoriser une évolution harmonieuse des abords de ce dernier ou de certaines de ses enclaves. L'inscription est un premier niveau de protection pouvant conduire à un classement.

Les sites classés et inscrits sont à ne pas confondre avec les monuments historiques classés et inscrits. Ces derniers sont protégés au titre du Code du patrimoine, alors que les sites classés et inscrits le sont au titre du Code de l'environnement.

La ville de Caen compte 2 sites inscrits et 13 sites classés.

L'aire d'étude rapprochée compte deux sites inscrits que sont le Centre ancien (notamment pour protéger l'ensemble des espaces verts qui y sont implantés) et la Prairie de Caen.



Site inscrit « Centre ancien de Caen » - Place Saint-Sauveur (source : EGIS, Février 2024)

Concernant les 13 sites classés de Caen, 8 sont situés au sein de l'aire d'étude rapprochée :

- Le labyrinthe et les allées de l'hospice Saint-Louis (Abbaye-aux-Dames), classés en 1932 ;
- Le parc et les jardins de la Préfecture, classés en1937 ;
- Le cimetière Saint-Nicolas, classé en 1939 ;
- L'ancien cimetière Saint-Jean de Caen, classé en 1939 ;
- La place du parvis de l'église Notre-Dame de la Gloriette, classée en 1939 ;
- Le cèdre du Liban du Parc d'Ornano, contigu à l'Abbaye aux Dames, classé en 1941 ;
- Les fossés Saint-Julien et leurs plantations, classées en1942 ;
- Le terre-plein et les douves du Château de Caen, classés en 1953.



Site classé du parvis de l'église Notre-Dame-de-la-Gloriette (source : EGIS, Février 2024)

6.6. SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX LIES AU PAYSAGE ET AU PATRIMOINE

L'état initial lié au paysage et au patrimoine a permis de mettre en évidence les principaux enjeux à l'échelle des aires d'étude rapprochées et de définir le niveau de sensibilité vis-à-vis de la réalisation du projet.

La méthodologie utilisée pour la définition des enjeux et de la sensibilité est présentée au chapitre 2.7.

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Paysage	Paysages urbains (ville de Caen). Présence de Ligne Aérienne de Contact au niveau des lignes de tramway existantes et qui marquent le paysage. Diverses formes urbaines au niveau de Caen et dans l'aire d'étude : tissu urbain traditionnel, tissu de faubourg mixte, tissu individuel ancien et contemporain, tissu de la reconstruction collective, tissu collectif contemporain, tissu de grands équipements, tissu d'activités. Ce paysage urbain est marqué par de nombreux éléments patrimoniaux, historiques, naturels, qui font l'identité urbaine de la ville (Prairie de Caen, stade d'Ornano, château de Caen, église Saint-Pierre, Hôtel de ville, Préfecture, théâtre, etc.). Présence de nombreux alignements d'arbres le long de voies circulées.	Fort
Patrimoine archéologique	Présence de Zones de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA) dans le centre de Caen essentiellement.	Fort
Monuments historiques	De nombreux monuments historiques (et leurs périmètres de protection) dans l'aire d'étude, principalement dans le centre historique de Caen.	Fort
Sites inscrits et classés	Présence dans l'aire d'étude de deux sites inscrits : Centre ancien de Caen et Prairie de Caen, et de huit sites classés.	Fort
Site patrimonial remarquable	Présence du Site Patrimonial Remarquable de Caen.	Fort

7. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

7.1. RISQUES NATURELS

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

7.1.1. Documents de gestion des risques

7.1.1.1. Dossier Départemental des Risques majeurs (DDRM) du Calvados

Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) du Calvados, édité en août 2021, permet aux habitants du département de connaître les risques auxquels ils peuvent être exposés et de savoir réagir en situation d'urgence.

D'après le DDRM du Calvados :

- Les communes de Caen, de Fleury-sur-Orne et d'Hérouville Saint-Clair sont soumises aux risques naturels liés aux inondations, aux risques littoraux et au risque sismique (faible) ;
- La commune de Saint-Contest est soumise à un risque naturel uniquement lié au risque sismique (faible).

7.1.1.2. Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) de Caen

La Ville de Caen dispose d'un Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) qui fait état des risques naturels suivants : le risque d'inondation, le risque de tempête, le risque de mouvement de terrain, le risque sismique.

7.1.1.3. Plan de Prévention Multirisques (PPRM) de la Basse Vallée de l'Orne

Le Plan de Prévention Multirisques (PPMR) de la Basse Vallée de l'Orne a été approuvé par arrêté préfectoral du 10 août 2021. Il abroge le Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI) de la Basse Vallée de l'Orne, approuvé le 10 juillet 2008 (Cf. chapitre 7.1.4).

Le PPRM réglemente l'urbanisme au regard des risques naturels suivants :

- Inondation par submersion marine (submersion marine, chocs mécaniques) avec prise en compte des conséquences du changement climatique ;
- Inondation par débordement de cours d'eau ;
- Érosion ;
- Migration dunaire.

Il concerne 23 communes, parmi lesquelles Caen, Fleury-sur-Orne et Hérouville Saint-Clair. Le PPRM vaut servitude d'utilité publique.

7.1.2. Risque mouvements de terrain liés aux cavités souterraines

Le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), via la base de données Géorisques, met à disposition les données cartographiques relatives :

- Aux cavités souterraines dites naturelles, regroupant les cavités de dissolution (origine : dissolution par circulation d'eau), les cavités de suffosion (origine : érosion par circulation d'eau avec entraînement des particules fines) et les cavités volcaniques (origine : activité volcanique, cavités se formant en même temps que la roche encaissante) ;
- Aux cavités souterraines dites anthropiques, liées à l'exploitation de carrières, l'existence d'habitations troglodytiques et caves, d'ouvrages de génie civil (usages d'adduction ou de transport) ou encore d'ouvrages militaires enterrés (sapes, tranchées et galeries), notamment au niveau des carrières Pompidou et Haie Vigné.

Les phénomènes associés à la présence de ces cavités souterraines sont :

- Des affaissements, déformations souples sans rupture et progressives de la surface du sol se traduisant par une dépression topographique en forme de cuvettes et se développant parfois sur plusieurs hectares au droit de vastes carrières ou mines, ayant pour conséquences des désordres sur les constructions mais peu de victimes physiques en raison de la progressivité du phénomène qui permet d'évacuer l'édifice concerné ;
- Des effondrements localisés qui apparaissent brusquement en surface (même si parfois le phénomène se prépare pendant des années, par une montée progressive du vide vers la surface), avec un diamètre en surface pouvant atteindre plusieurs mètres, ayant, pour certains, pour conséquences des dégâts importants aux ouvrages, associés à un risque élevé de victimes physiques en raison de la rapidité et des dimensions du phénomène ;
- Des effondrements généralisés, généralement associés aux grandes carrières, se traduisant par un abaissement à la fois violent et spontané de la surface sur parfois plusieurs hectares et plusieurs mètres de profondeur (tout le terrain au-dessus de la cavité s'effondrant d'un coup), ayant pour conséquences des dégâts considérables aux constructions (y compris aux plus importantes), associés à un risque important de victimes physiques en raison de la rapidité et de l'importance du phénomène.

En effet, la ville de Caen compte 80 ha de carrières de pierre de Caen, dont la moitié est souterraine. Ces carrières ne sont plus exploitées et pour certaines ont été comblées ou confortées, mais certaines représentent encore un risque pour la population. Ainsi, d'après les données disponibles :

- L'extrême Est de l'aire d'étude, au niveau du quartier Saint Jean Eudes-Saint Gilles marqué par l'exploitation de la pierre de Caen et les activités fluviales, est concerné par une forte concentration de « cavités souterraines abandonnées d'origine non-minière » (carrière) et de phénomènes où ont été identifiés des « mouvements de terrain » (effondrement/affaissement) ;
- À l'Ouest de l'aire d'étude (autour de la rue de Bayeux et du boulevard Georges Pompidou) des effondrements/affaissements dus à des mouvements de terrain sont recensés.

La localisation exacte de ces phénomènes est visible sur la carte des risques naturels.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Des études géotechniques complémentaires ont été menées au droit du quartier Beaulieu et de la rue Damozanne (et sont présentées en annexe).

L'analyse de contexte montre l'absence de présomption de carrière sur la partie sud du boulevard Detolle concernée par l'opération.

Sur le secteur Damozanne, une investigation géotechnique a été menée afin d'établir une levée de doute sur la présence d'éventuelle cavité non répertoriée. Le rapport conclut à l'absence de cavité sur le secteur sujet au doute.

7.1.3. Risque de retrait-gonflement des argiles

Le retrait par assèchement des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable produit des déformations de la surface des sols (tassements différentiels). Il peut être suivi de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement des conditions hydrogéologiques initiales ou plus rarement de phénomènes de fluage avec ramollissement. L'amplitude du tassement est d'autant plus importante que la couche de sol argileux concernée est épaisse et qu'elle est riche en minéraux gonflants.

Le BRGM, via la base de données Géorisques, met à disposition les données cartographiques relatives au degré d'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles, étant entendu que ces cartes d'aléa ont pour but de délimiter toutes les zones qui sont a priori sujettes au phénomène de retrait-gonflement et de hiérarchiser ces zones selon un degré d'aléa croissant :

- Les zones où l'aléa retrait-gonflement est qualifié de fort, sont celles pour lesquelles la probabilité de survenance d'un sinistre sera la plus élevée et l'intensité des phénomènes attendus est la plus forte ;
- Les zones où l'aléa est qualifié de faible, sont celles pour lesquelles la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, sachant toutefois que les désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol) ;
- Les zones où l'aléa est qualifié de moyen correspondent à des zones intermédiaires entre ces deux situations extrêmes ;
- Les zones où l'aléa est qualifié de nul, correspondent à des secteurs où la carte géologique actuelle n'indique pas la présence de terrain argileux en surface mais pour lesquels il n'est cependant pas exclu que quelques sinistres s'y produisent localement (du fait de placages, de lentilles intercalaires, d'amas glissés en pied de pente ou de poches d'altération, de nature argileuse, non identifiés sur les cartes géologiques à l'échelle 1/50 000, mais dont la présence peut suffire à provoquer des désordres ponctuels).

Le degré d'exposition au risque de retrait gonflement des argiles au niveau des aires d'étude est essentiellement faible.

7.1.4. Risque inondation

7.1.4.1. Débordement lent de cours d'eau

Partiellement construite en fond d'estuaire, l'agglomération caennaise est soumise à un risque d'inondation élevé, comme l'ont rappelé plusieurs crues majeures survenues au cours des précédentes décennies. Les dernières, en 1995 et 2001, ont conduit à la réalisation d'importants travaux hydrauliques le long de l'Orne et de l'Odon.

L'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par le risque inondation par débordement lent de cours d'eau identifié au sein du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne.

Le règlement associé définit les mesures qui s'imposent à tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'activité existants ou futurs, qu'ils soient soumis ou non à une autorisation d'urbanisme.

Seule la majeure partie Sud de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer est recoupée par les zonages suivants du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne :

- « Zone rouge RS » au niveau de la Prairie de Caen ;
- « Zone bleue B1 » juste à l'Ouest de l'avenue Albert Sorel et plus particulièrement au niveau du parc de l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, ainsi qu'au niveau du Parc des Expositions de Caen (proximité avec la Noë) ;
- « Zone bleue B2 » à l'Ouest de l'avenue Albert Sorel, autour du secteur de l'EPSM de Caen précédemment cité ;
- « Zone bleue B3 » sur un secteur délimité au Nord par la rue du Carel, à l'Est l'avenue Albert Sorel et au Sud le boulevard Yves Guillou
- « Zone bleue B4 », la plus grande recoupant l'aire d'étude depuis le boulevard Yves Guillou jusqu'au port et concernant tout un pan du centre ancien ;
- « Zone orange O » au niveau de 2 petites zones au Sud de la rue du Carel et en bordure Nord du boulevard Yves Guillou.

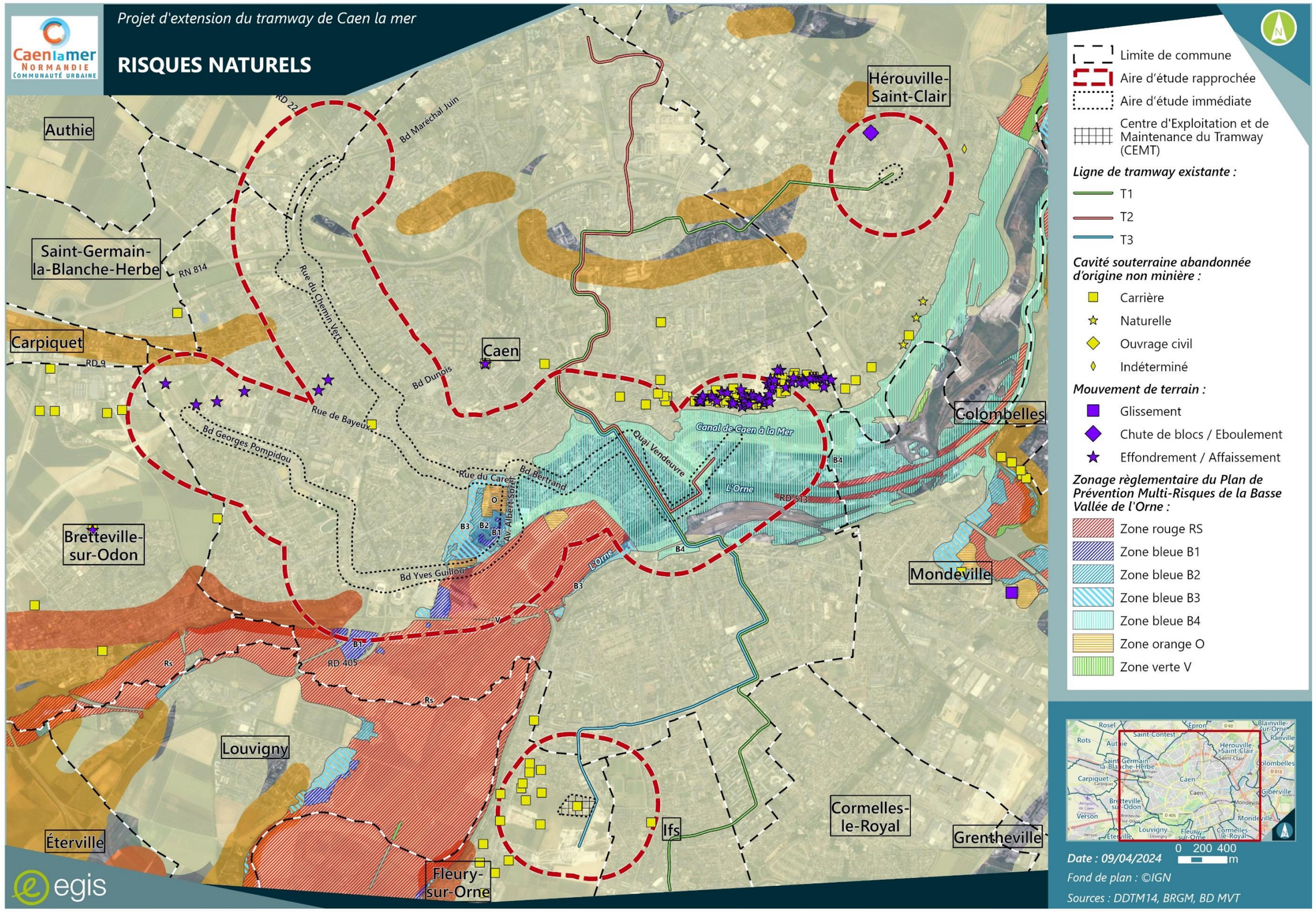
Ces zones sont identifiées sur la carte des risques naturels en page suivante.

Le projet de tramway s'inscrit sur des emprises de voiries inscrites en « Zone bleue B4 » du PPRM de la Basse-Vallée de l'Orne. Dans cette zone, le règlement indique que « *sous réserve du respect d'autres législations en vigueur […]* ***sont admis les modes d'occupation et travaux suivants*** *: […] les* ***implantations nouvelles d'ouvrages d'infrastructures liées au transport terrestre, y compris les installations, locaux techniques et équipements nécessaires à leur fonctionnement*** ».

7.1.4.2. Remontées de nappes

La commune de Caen est soumise au risque d'inondation par remontées de nappe, c'est-à-dire par une élévation du niveau de la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol causée notamment par des événements pluvieux exceptionnels.

Au sein de l'aire d'étude rapprochée, des zones potentiellement sujettes au risque de remontées de nappes sont identifiées par le BRGM notamment au Sud.


Projet d'extension du tramway de Caen la mer
RISQUES NATURELS
Authie
Saint-Germain-la-Blanche-Herbe
Carpiquet
Bretteville-sur-Odon
Louvigny
Éterville
Fleury-sur-Orne
Caen
Hérouville-Saint-Clair
Colombelles
Mondeville
Ifs
Cormelles-le-Royal
Grentheville
Bd Maréchal Juin
RN 814
Rue du Chemin Vert
Bd Dunois
Rue de Bayeux
Bd Georges Pompidou
Rue du Carel
Bd Bertrand
Av. Albert Sorel
Quai Vendeuvre
Canal de Caen à la Mer
L'Orne
RD 513
Bd Yves Guillou
RD 405
Limite de commune
Aire d'étude rapprochée
Aire d'étude immédiate
Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)
Ligne de tramway existante :
T1
T2
T3
Cavité souterraine abandonnée d'origine non minière :
Carrière
Naturelle
Ouvrage civil
Indéterminé
Mouvement de terrain :
Glissement
Chute de blocs / Eboulement
Effondrement / Affaissement
Zonage règlementaire du Plan de Prévention Multi-Risques de la Basse Vallée de l'Orne :
Zone rouge RS
Zone bleue B1
Zone bleue B2
Zone bleue B3
Zone bleue B4
Zone orange O
Zone verte V
0 200 400 m
Date : 09/04/2024
Fond de plan : ©IGN
Sources : DDTM14, BRGM, BD MVT

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

REMONTÉES DE NAPPES

Authie
Saint-Contest
Hérouville-Saint-Clair
Saint-Germain-la-Blanche-Herbe
Carpiquet
Colombelles
Bretteville-sur-Odon
Mondeville
Caen
Louvigny
Ifs
Éterville
Cormelles-le-Royal
Grentheville
Fleury-sur-Orne

RD 22
Bd Maréchal Juin
RN 814
Rue du Chemin Vert
RD 9
Bd Dunois
Rue de Bayeux
Bd Georges Pompidou
Rue du Carel
Av. Albert Sorel
Bd Bertrand
Canal de Caen à la Mer
Quai Vendeuvre
L'Orne
RD 513
Bd Yves Guillou
RD 405

- Limite de commune
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude immédiate
- Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)

Ligne de tramway existante :

- T1
- T2
- T3

Zones sensibles aux remontées de nappes :

- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave



Date : 09/04/2024
0 200 400 m
Fond de plan : ©IGN
Source : BRGM

egis

7.1.5. Risque sismique

D'après l'article R.563-4 du Code de l'environnement, le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :

- Zone 1 : sismicité très faible ;
- Zone 2 : sismicité faible ;
- Zone 3 : sismicité modérée ;
- Zone 4 : sismicité moyenne ;
- Zone 5 : sismicité forte.

Les communes de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne sont concernées par un aléa sismique de niveau 2.

7.1.6. Risques liés aux phénomènes climatiques particuliers

L'agglomération caennaise se trouve dans une zone climatique tempérée à dominante océanique où l'influence de La Manche prédomine. Cependant, climat tempéré ne signifie pas que des phénomènes ne puissent atteindre une ampleur exceptionnelle ou que des phénomènes inhabituels ne puissent pas se produire. Les risques climatiques résident dans les phénomènes météorologiques d'intensité et/ou de durée exceptionnelle pour la région. Ce sont :

- Les tempêtes ;
- Les orages et phénomènes associés (foudre, grêle, bourrasque, tornade, pluie intense) ;
- Les chutes de neige et le verglas ;
- Les périodes de grand froid ;
- Les canicules ;
- Les fortes pluies susceptibles de provoquer des inondations.

Ces phénomènes n'étant pas spécifiques à une aire géographique, l'ensemble du territoire caennais est exposé au même titre que le territoire national.

Une procédure de « vigilance météo » a été mise en œuvre en octobre 2001. Elle a pour objectif de porter sans délai les phénomènes dangereux à la connaissance des services de l'État, des maires, du grand public et des médias et, au-delà de la simple prévision du temps, de souligner les dangers des conditions météorologiques dans les 24 heures à venir.

7.1.7. Risque radon

Le radon est un gaz naturel indolore et incolore qui provient de la désintégration de l'uranium et du radium contenus dans les sous-sols granitiques et volcaniques. La présence du radon, gaz radioactif d'origine naturelle, est un facteur de pollution et de risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air dans les environnements clos.

Les parties directement en contact avec le sol (cave, vide sanitaire, planchers du niveau le plus bas, etc.) sont celles à travers lesquelles le radon entre dans le bâtiment avant de gagner les pièces habitées. L'infiltration du radon est facilitée par la présence de fissures le passage de canalisations à travers les dalles et les planchers, etc.

Le renouvellement d'air est également un paramètre important. Au cours de la journée, la présence de radon dans une pièce varie en fonction de l'ouverture des portes et fenêtres. La concentration en radon sera d'autant plus élevée que l'habitation est confinée et mal ventilée.

À long terme, l'inhalation de radon conduit à augmenter le risque de développer un cancer du poumon. Cette augmentation est proportionnelle à l'exposition cumulée tout au long de sa vie.

Les communes de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne sont concernées par un potentiel radon de catégorie 1 (faible). Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires.

7.2. RISQUES TECHNOLOGIQUES

Cette thématique est traitée à l'échelle des aires d'étude élargie et rapprochée.

7.2.1. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) peuvent être très différentes, allant de l'élevage agricole d'une cinquantaine de bovins, jusqu'à la verrerie ou les fonderies, en passant par les usines, les ateliers, les chantiers, les stockages de déchets, les incinérateurs, les méthaniseurs, les éoliennes ou les carrières.

Les installations ne présentent pas toutes le même risque ni le même degré de dangerosité. C'est pourquoi, trois régimes procéduraux peuvent s'appliquer :

- Le régime de déclaration pour les activités les moins polluantes et les moins dangereuses ;
- Le régime d'enregistrement pour des installations standardisées (station-service, entrepôt, filière avicole, etc.), dont les risques sont connus et peuvent être encadrés par des prescriptions génériques ;
- Le régime d'autorisation pour les installations présentant les risques et les impacts les plus importants et pour lesquelles une autorisation environnementale comportant des études approfondies (étude de dangers visant à évaluer les risques technologiques, étude d'impact en vue de réduire les nuisances environnementales et les risques de pollutions associées) sont obligatoires.

Enfin, pour les établissements en-dessous du seuil de déclaration, ils sont considérés en « autre régime ».

L'aire d'étude rapprochée englobe plusieurs ICPE, dont deux sont soumises au régime d'enregistrement (« Axiane Meunerie » et « SNCF – Établissement régional des lignes normandes »).



Axiane Meunerie (avenue Victor Hugo à Caen) – ICPE soumise à enregistrement (source : EGIS)

Le Centre d'Entretien et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne est une ICPE soumise à déclaration avec contrôle périodique, en raison de la présence d'installations de remplissage de réservoirs de gaz.

Il n'y a aucun site SEVESO ni Plan de Prévention de Risques Technologiques (PPRT) au sein de l'aire d'étude rapprochée.

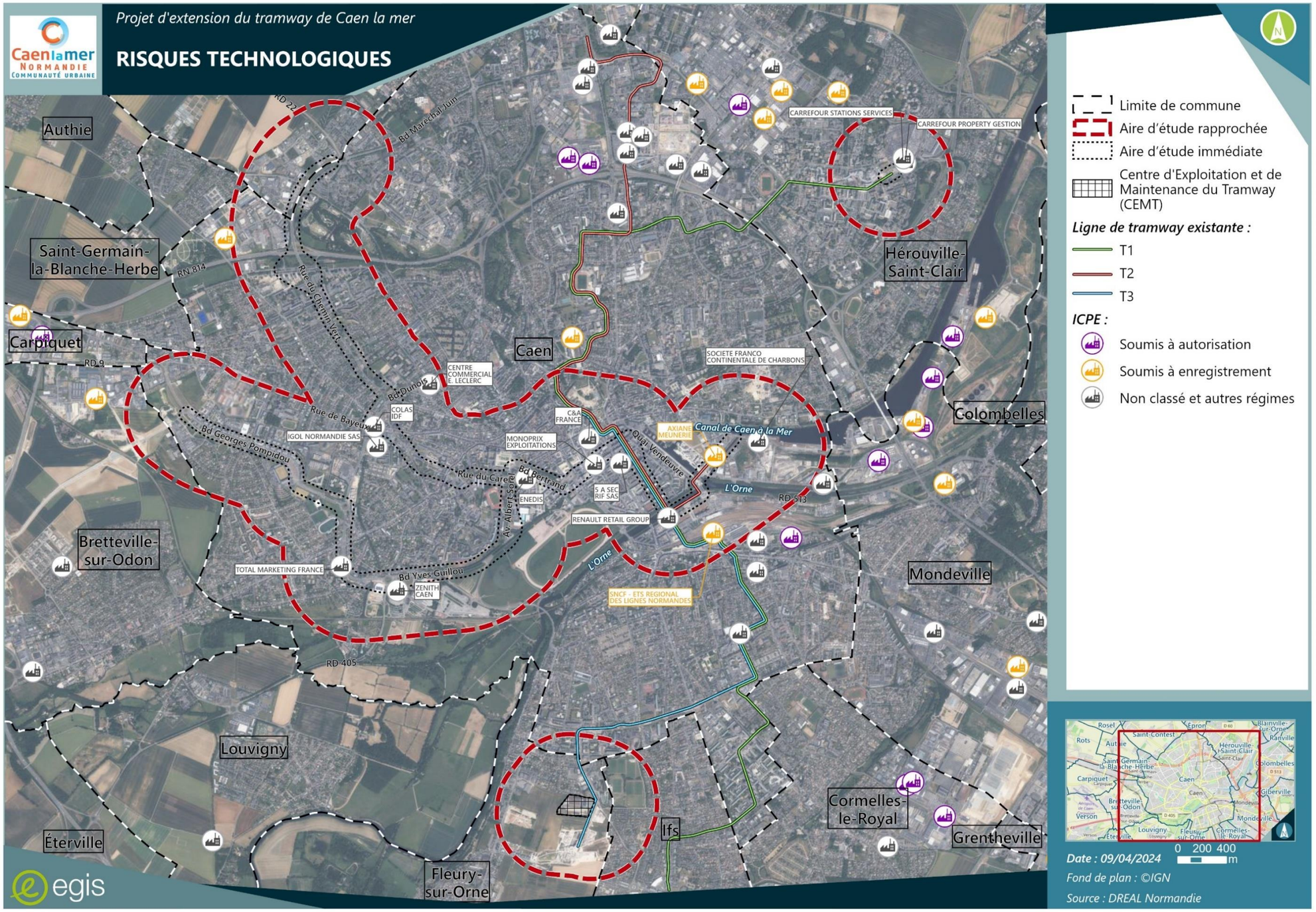
7.2.2. Transport de matières dangereuses

Le risque de transport de matières dangereuses (TMD) est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces matières par voie routière, ferroviaire, voie d'eau ou canalisations.

L'ensemble du territoire de Caen la mer est vulnérable au risque TMD par transport routier et ferroviaire, mais des zones sont particulièrement sensibles du fait de l'importance du trafic : abords des routes nationales (RN814 notamment) et départementales.

Des canalisations de gaz naturel sont aussi identifiées au niveau de Saint-Contest et d'Hérouville Saint-Clair, mais sont éloignées (plus de 1 km) de l'aire d'étude rapprochée.

En revanche, une canalisation de gaz naturel est identifiée à environ 600 m au Sud-Ouest du CEMT de Fleury-sur-Orne.



Risques technologiques

7.2.3. Sites et sols pollués

De nombreux sites industriels référencés CASIAS (carte des anciens sites industriels et activités de service) sont implantés dans l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Parmi ces sites, 39 sont sous le statut « En activité et/ou partiellement réaménagé ».

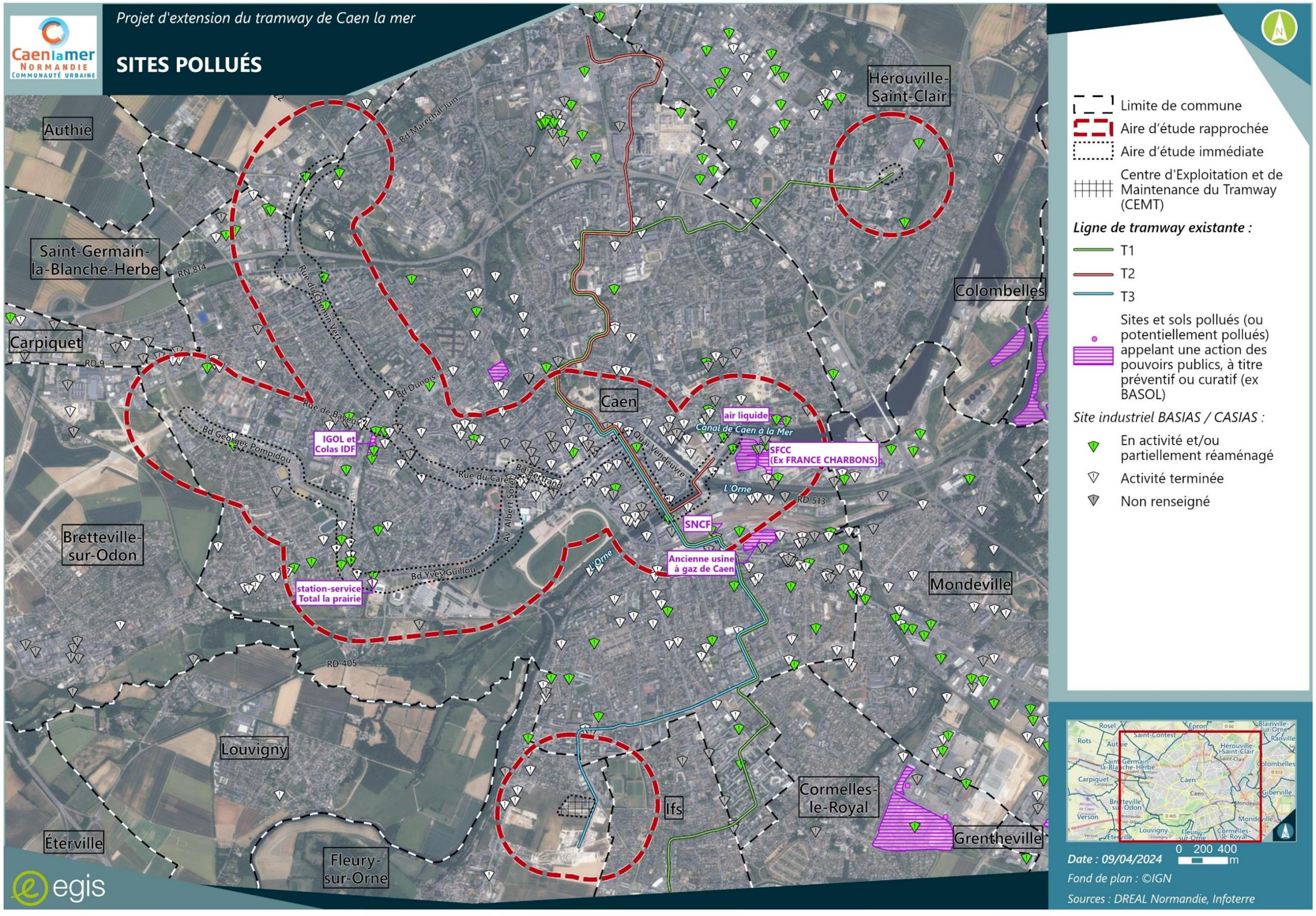
Six sites industriels référencés BASOL (sites et sols pollués ou potentiellement pollués) sont implantés dans l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, dont 1 en bordure. Ces sites sont présentés dans le tableau en page suivante.

À noter que les secteurs d'information sur les sols (SIS), introduits par la loi ALUR, portent l'ambition d'une publication unique et exhaustive des sites pollués dont la réhabilitation sera à la charge du demandeur d'un permis de construire ou d'aménager. Ils imposent des règles de dépollution. Le demandeur d'un permis de construire ou d'aménager sur un SIS doit faire attester de la compatibilité sanitaire de son projet avec l'état de pollution des sols.

Présentation des sites BASOL dans l'aire d'étude rapprochée

Identification du site	Description du site et de la pollution d'après les fiches BASOL ou SIS	État du site à la date de la fiche
BASOL n°SSP000531401 Air liquide (148, rue Basse à Caen)	Le site Air liquide a commencé ses activités en 1928 par la fabrication d'oxygène, d'azote et d'acétylène. À partir de 1988, la société Air liquide ne fabrique plus de gaz mais conditionne les produits en bouteilles. La cessation du site est notifiée le 29 février 2008. Les diagnostics réalisés lors de la cessation ont mis en évidence la présence d'hydrocarbures, de composés organiques volatils. Des teneurs en solvants chlorés (tétrachloroéthylène, trichloroéthylène) ont été détectées dans les gaz des sols. Bouygues IMMOBILLIER a engagé au cours de l'année 2013 des travaux pour rendre le site compatible avec l'usage de logements collectifs. Cette compatibilité a été démontrée dans l'analyse des risques résiduels fournie par l'aménageur. Cette compatibilité peut-être néanmoins sujette à des mesures constructives et devra faire l'objet d'une nouvelle étude de risques sanitaires en cas de changement du bâti.	Date de dernière mise à jour le 29/09/2020 : Instruction clôturée
BASOL n°SSP000515601 SFCC (ex FRANCE CHARBON) (4, quai de Normandie à Caen)	Ancien site de production et de stockage de produits charbonnés. Ces derniers étaient essentiellement de deux sortes : produits agglomérés crus et produits agglomérés défumés. Le site a été exploité de 1882 à 2008. Il est situé dans l'agglomération caennaise, entre la rivière « l'Orne » et le canal de Caen à la mer. Il s'étend sur une surface de 6,7 hectares. Le site présente des pollutions en métaux lourds (Cuivre, Plomb, Arsenic), en hydrocarbures et HAP. Un diagnostic des sols et une évaluation simplifiée des risques réalisés en 2000 avaient révélé des traces de pollution du sous-sol au droit du site. Cette constatation a conduit à prescrire, par un arrêté préfectoral du 24 juin 2002, la mise en place d'une surveillance des eaux souterraines de la nappe alluviale et de la nappe du Bathonien et la réalisation d'un diagnostic approfondi de pollution. Le diagnostic approfondi, réalisé en 2003, a amené à l'identification de zones de pollution. En l'absence de transfert de la pollution, d'impact sur la santé et l'environnement et en l'absence de changement d'usage du site, aucune action de dépollution n'avait été engagée dans l'immédiat. Un arrêté complémentaire a été pris le 22 juin 2007 fixant les modalités de la cessation définitive d'activité. Celle-ci a été notifiée par l'exploitant au préfet le 21 août 2008 et reste à compléter concernant, notamment, l'usage futur du site. Une première phase de dépollution a eu lieu entre décembre 2006 et décembre 2008 sur les zones les plus polluées identifiées lors du diagnostic approfondi. Elles sont localisées principalement dans la partie Est du site. Le volume total de terres excavées et traitées a été de 21 000 tonnes (12 000 m3), 4 zones sur la partie Est et 1 zone sur la partie Ouest. L'ensemble des bâtiments et des infrastructures a été démantelé fin 2008 et courant 2009, à l'exception des bâtiments en limite de propriété contigu au mur encerclant le site. Un diagnostic complémentaire a été réalisé en 2009 dans le but de caractériser les zones à risques non investiguées lors des diagnostics précédents dans la zone Ouest du site. Les hydrocarbures (HAP et HCT notamment) sont les principaux polluants trouvés sur la quasi-totalité de la partie Ouest. Des métaux lourds sont également présents ponctuellement. Le traitement des terres polluées de la partie Ouest, commencé en octobre 2010, est toujours en cours en 2013. Le volume total de terres à dépolluer dans cette zone est d'environ 11 000 tonnes (6 300 m3). Les zones encore en activité devront faire l'objet d'un diagnostic de la pollution lorsque celles-ci s'arrêteront.	Date de dernière mise à jour le 01/12/2016 : Instruction en cours
BASOL n°SSP000901501 SNCF (1, rue Roger Bastion à Caen)	Site d'une superficie de 10 hectares, implanté dans la ville de Caen, comprenant des activités de maintenance et de petit entretien des engins de traction et des trains de voyageurs et de marchandises et également un dépôt de liquides inflammables. Compte-tenu de l'évolution des matériels roulants, la capacité de ce dépôt de liquides inflammables a progressivement été réduite de 1400 m3 à 247 m3. Étant donné que les activités exercées sur ce site sont susceptibles d'avoir été à l'origine d'une pollution éventuelle du sol, il a été sélectionné, par la DREAL Basse-Normandie (devenue DREAL Normandie), dans le cadre de l'application de la circulaire du 3 avril 1996, pour faire l'objet d'un diagnostic initial et d'une évaluation simplifiée des risques. Ces études n'ayant pas été remises dans les délais impartis, un arrêté préfectoral de mise en demeure a été signé le 20 septembre 2001. Elles ont finalement été transmises en novembre 2001 et juin 2002. Au vu des conclusions de ces études (existence de sources de pollution aux hydrocarbures et HAP pouvant avoir un impact sur la nappe) et de l'usage du site, un arrêté préfectoral en date du 17 août 2004 a prescrit une surveillance semestrielle des eaux souterraines au moyen de 6 piézomètres. Les concentrations en hydrocarbures étaient nettement supérieures à la VCI (Valeur de Constat d'Impact). En 2011, ces concentrations sont inférieures aux normes de qualité des eaux souterraines définies par l'arrêté ministériel du 17/12/2008.	Date de dernière mise à jour le 27/04/2017 : Instruction en cours

Identification du site	Description du site et de la pollution d'après les fiches BASOL ou SIS	État du site à la date de la fiche
BASOL n°SSP000516601 Ancienne usine à gaz de Caen	Le terrain situé au Sud-Est du centre-ville de Caen, d'une superficie totale de 34 935 m2, a accueilli une usine fabriquant du gaz à partir de la distillation de la houille jusqu'en 1951. Des pollutions en Ammonium, HAP, BTEX, Cyanures et hydrocarbures ont été identifiées sur le site. Le site de Caen a une sensibilité faible vis-à-vis de l'Homme et des eaux souterraines et superficielles. À la demande de GRDF, le site a fait l'objet en 1994 d'une étude de la qualité du sous-sol à proximité d'une cuve à goudrons. GRDF a ensuite entrepris la neutralisation de cette structure souterraine en 1995 (élimination de 53 m3 de matériaux souillés). GRDF a procédé en 2003 à une étude historique afin de localiser d'éventuelles cuves qui seront systématiquement vidées et comblées. Aucun ouvrage enterré n'a été identifié. Aucun projet de modification de l'état actuel du site n'étant prévu, aucune autre action supplémentaire n'est envisagée.	Date de dernière mise à jour le 17/06/2021 : Instruction clôturée
BASOL n°SSP000531701 Station-service Total La Prairie (60 boulevard Yves Guillou)	L'établissement est recensé depuis 1965 pour une activité de station-service. L'arrêt définitif de l'installation classée a pris place le 7 avril 2016. Des teneurs résiduelles en hydrocarbures ont été mises en évidence au moment de la cessation.	Date de dernière mise à jour le 29/09/2020 : Instruction clôturée
BASOL n°SSP000517201 IGOL et Colas IDF (28 rue du Docteur Tillaux)	Pas d'accès aux informations sur https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/infosols/instruction/SSP000517201 Sites non exploités	



Sites pollués

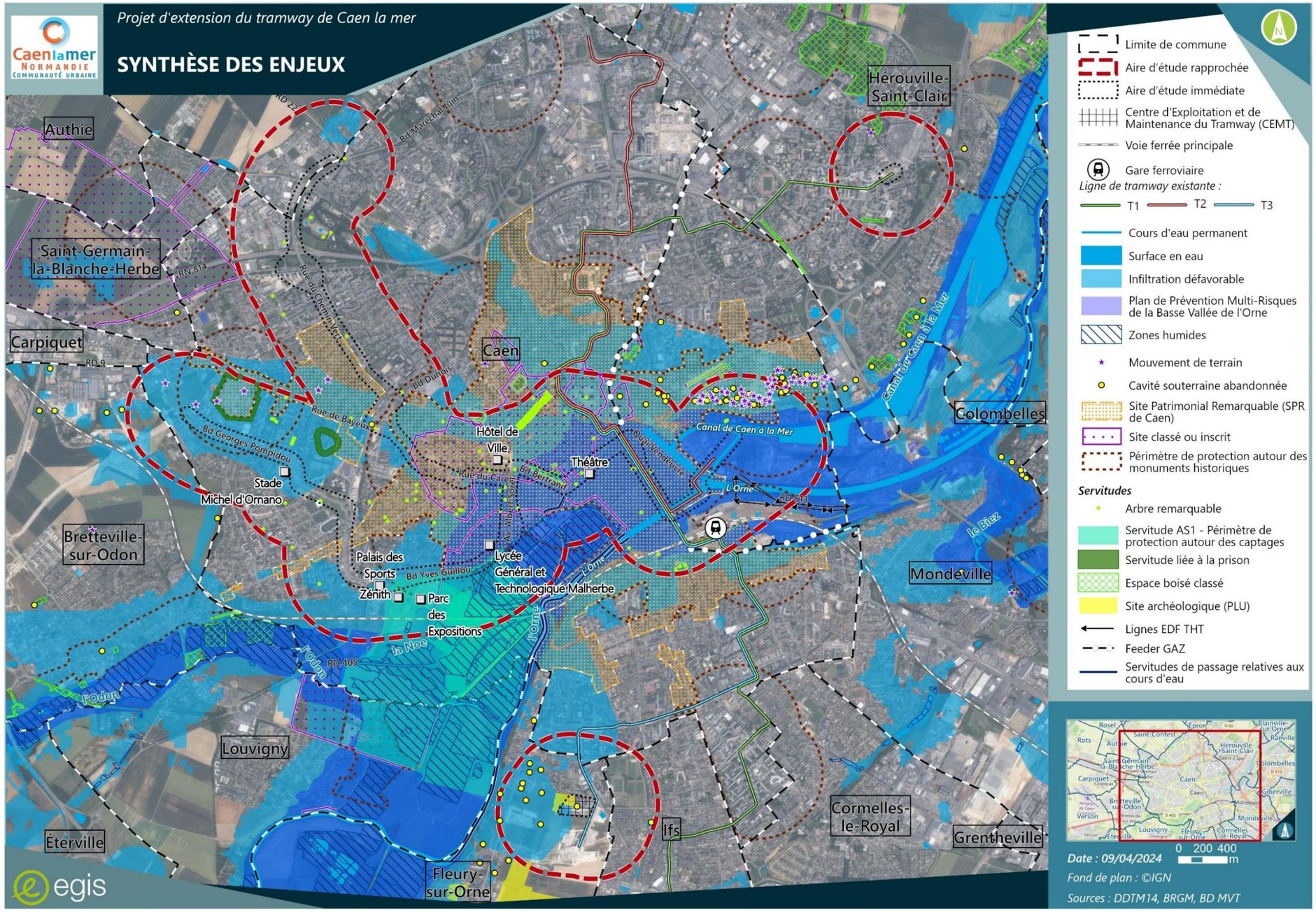
7.3. SYNTHESE ET HIERARCHISATION DES ENJEUX LIES AUX RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

L'état initial lié aux risques naturels et technologiques a permis de mettre en évidence les principaux enjeux à l'échelle des aires d'étude rapprochées et de définir le niveau de sensibilité vis-à-vis de la réalisation du projet.

La méthodologie utilisée pour la définition des enjeux et de la sensibilité est présentée au chapitre 2.7.

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Risques naturels	Nombreuses cavités identifiées autour de la rue de Bayeux et du boulevard Georges Pompidou.	Modéré
	Degré d'exposition faible au risque de retrait gonflement des argiles au niveau de l'aire d'étude.	Faible
	La majeure partie Sud de l'aire d'étude rapprochée (secteur Prairie de Caen, EPSM, boulevard Guillou, avenue Sorel) est concernée par le risque d'inondation par débordement lent de cours d'eau au Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne.	Fort
	Risque d'inondation par remontée de nappe sur la majeure partie Sud et Est de l'aire d'étude rapprochée.	Modéré
	Risque sismique faible.	Faible
	Ensemble de l'agglomération caennaise concernée par des risques climatiques : tempêtes, orages, fortes pluies, canicule, périodes de grand froid.	Modéré
Risques technologiques	Présence de 13 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) au sein de l'aire d'étude rapprochée.	Modéré
	Risque de transport de matières dangereuses (RN814).	Modéré
	Présence de 6 sites industriels références BASOL au sein de l'aire d'étude rapprochée.	Modéré

8. SYNTHESE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX



Synthèse des enjeux

PARTIE 4. PRÉSENTATION DES VARIANTES ÉTUDIÉES ET JUSTIFICATION DU CHOIX DU PROJET RETENU

1. LA SITUATION AU FIL DE L'EAU (SANS MISE EN ŒUVRE DU PROJET)

Le scénario de référence correspond au scénario le plus probable en l'absence de réalisation du projet tramway. Il est constitué de l'ensemble des hypothèses d'évolution les plus plausibles à la mise en service, y compris le contexte économique, social et environnemental et des aménagements qui verront le jour (réseaux de transport, localisation des habitats et des activités) et qui sont susceptibles d'agir sur la demande.

Dans le cas présent, l'analyse de la situation au fil de l'eau revêt différents aspects :

- L'évolution des transports (transports en commun / modes actifs) sans la mise en service du projet d'extension du tramway ;
- L'évolution du territoire (urbanisme/paysage) sans la mise en service du projet.

Le présent chapitre détaille ces différents volets.

1.1. LA SITUATION AU FIL DE L'EAU PAR RAPPORT AUX TRANSPORTS

Un des principaux objectifs de Caen la mer en termes de déplacements, en lien direct avec la loi Solidarité et Renouvellement Urbains, est de réduire la part modale de la voiture individuelle pour l'ensemble des déplacements des résidents de l'agglomération et d'augmenter celle des modes alternatifs.

Dans les quartiers Ouest de Caen, de nombreux projets d'aménagement sont identifiés, qui amèneront à une croissance de la population à moyen terme, pour certains dès l'horizon de la mise en service.

Sans alternative à la voiture individuelle attractive et efficace, les demandes de déplacements continueront dans une tendance à l'augmentation avec les projets urbains prévus ces prochaines années. Il est alors attendu une congestion des voiries routières, accrue par la croissance démographique. De plus, considérant les voiries de centre-ville, celles-ci servent actuellement de voies de shunt. En l'absence de réalisation du projet, cette situation serait amenée à se poursuivre.

Sans la réalisation du projet, le réseau de tramway reste en l'état. Les transports en commun existants n'offrent pas une qualité de service suffisante pour inciter au report modal.

Ainsi, globalement, la situation au fil de l'eau risque de voir se dégrader les conditions de déplacements, que ce soit par l'utilisation de la voiture individuelle ou par l'usage des transports en commun.

Il peut être précisé toutefois, qu'en 2029, le réseau Flex sera mis en place sur tout le territoire, avec une restructuration associée de certaines lignes. Six zones Flex sont identifiées. Dans ces zones, une navette à la demande viendra récupérer les usagers et les transporter à des points de rabattement sur le réseau.



Réseau de transport de l'agglomération caennaise avec identification des six zones Flex (horizon 2029)

En ce qui concerne la circulation des modes actifs, sans réalisation du projet de tramway, il est attendu peu d'amélioration, il n'est pas prévu de développement d'un maillage dédié aux modes actifs. Des projets de mise en œuvre de bandes cyclables pourraient être localement mis en œuvre, mais ce type d'aménagement serait moins attractif et moins sécurisé que des aménagements cyclables dédiés et généralisés sur l'ensemble du périmètre de l'extension.

1.2. LA SITUATION AU FIL DE L'EAU PAR RAPPORT A L'URBANISME ET AU PAYSAGE

Sans mise en œuvre du projet de tramway, le paysage urbain évoluerait peu en ne considérant aucun autre projet d'amélioration des espaces publics.

La situation au fil de l'eau ne contribue pas à accompagner la requalification urbaine, comme dans le cas de la création d'un tramway avec un réaménagement de façade à façade, et n'entraine pas d'amélioration du cadre de vie. L'architecture des espaces publics de Caen reste en l'état.

Sans réalisation du projet, la ligne aérienne de contact serait maintenue en place en centre-ville de Caen, comme c'est le cas actuellement.

Par ailleurs, Caen est marqué par la présence de nombreux sites historiques enclavés par de hauts murs d'enceinte. En situation fil de l'eau, plusieurs enclaves dans la ville restent telles quelles (Cité de l'air, maison du Général). Le périphérique continue à jouer un effet barrière sur le développement urbain. Les axes routiers congestionnés accentuent leur effet barrière, y compris en termes d'obstacle écologique.

Enfin, Caen la mer est un territoire très arboré, mais avec plusieurs arbres en fin de vie ou peu adaptés au changement climatique. Les aménagements paysagers sont anciens (monoculture, monostrate) et à faible plus-value écologique. En situation au fil de l'eau, certains arbres poursuivraient leur évolution normale au fil des ans, tandis que d'autres devraient être coupés au motif d'un mauvais état phytosanitaire ou d'un risque potentiel qu'ils pourraient présenter aux abords de voies circulées ou au sein d'espaces publics.

Globalement, le paysage urbain est vieillissant, le parc arboré vieillit et dépérit localement (une espérance de vie de 15 ans maximum est relevée pour des arbres d'alignement de part et d'autre de plusieurs axes).

2. LE CHOIX DU MODE

Le déploiement d'une offre en transport en commun maillée et attractive en accompagnement d'une urbanisation croissante sur le secteur Ouest de l'agglomération de Caen est nécessaire.

La nouvelle infrastructure de transport en commun doit être le levier fort d'attractivité, d'accessibilité et d'image du secteur et, au-delà de son rôle de développement de la mobilité, doit être conçue comme un outil d'aménagement et de développement économique.

La Communauté urbaine Caen la mer a réalisé une étude afin d'analyser les besoins en transports en commun et de définir les orientations sur les prochaines années.

Plusieurs solutions ont été étudiées : bus classiques (amélioration de la desserte existante), bus avec couloirs réservés (bus à haut niveau de service - BHNS) ou tramways.

Les critères pris en compte dans le choix du parti technologique du mode sont les suivants :

- un mode de transport peu voire non polluant ;
- une offre de transport fiable et efficace en temps de déplacement, ce qui implique une infrastructure de transport en site propre pour échapper aux contraintes de circulation générale ;
- une accessibilité accrue pour tous ;
- des logiques d'aménagement et logiques fonctionnelles impulsées par le réseau actuel de transport en commun.

Option 1 : amélioration de la desserte en bus

Systèmes de transports urbains par excellence, les bus sont assujettis au Code de la route qui définit en particulier leurs dimensions maximales, soit 2,55 m en largeur et 24,50 m en longueur. Celle-ci peut varier de 12 m pour les bus standards à une caisse, à 18 m pour les bus articulés à deux caisses, et à 24,50 m pour les articulés à trois caisses.

De capacité modulable en fonction des besoins, ils font l'objet d'améliorations constantes en termes de confort, d'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite, et de réduction des émissions polluantes.

Toutefois, la solution d'amélioration de la desserte bus actuelle, sans ligne de voie réservée, ne répond pas aux objectifs de l'opération. Ce mode, soumis aux aléas de la circulation, n'est pas assez fiable ni suffisamment performant pour assurer une réduction des temps de déplacement et encourager un report modal de la voiture sur les transports en commun.

Option 2 : le bus à haut niveau de service

Les Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) sont des matériels roulants de type bus ou trolleybus qui circulent sur une plateforme réservée (site propre). Le BHNS peut bénéficier d'aménagements améliorés : quais et stations au même niveau que les bus pour permettre une montée dans le bus de plein pied, équipements en station élaborés, design élaboré du matériel roulant, système d'aide à l'exploitation, système billettique.

La traction de ces véhicules peut être électrique (batterie ou trolleybus) ou thermique (moteur diesel ou gaz naturel véhicule - GNV). Les bus et trolleybus sont assujettis au Code de la route qui définit en particulier leurs dimensions maximales, soit 2,55 m en largeur et 24,50 m en longueur. De capacité modulable en fonction des besoins, ils font l'objet d'améliorations constantes en termes de confort, d'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite et de réduction des émissions polluantes. Ils sont toutefois larges et leur insertion est plus complexe dans les corps de rue.

La solution de BHNS ne pourrait pas répondre aux besoins de fréquentation en hyperpointe en 2028. Cette saturation irait en s'aggravant les années suivantes du fait de l'augmentation des besoins en transport liés à l'augmentation de la population.

Option 3 : le tramway

La mise en œuvre d'un système de tramway a pour objectifs :

- de s'affranchir des aléas de circulation très pénalisants en termes d'attractivité pour les transports en commun (sites propres) ;
- de proposer une meilleure capacité d'emport par rapport aux lignes de bus actuelles ;
- d'améliorer fortement l'image des transports en commun (matériel roulant spécifique assurant un certain confort à l'usager, etc.), avec un gain d'attractivité par rapport au système bus avéré sur le territoire de Caen la mer.

Le mode tramway est aujourd'hui bien connu dans bon nombre de villes françaises.

La mise en œuvre d'un système de tramway sur ce secteur Ouest de l'agglomération caennaise présente des intérêts certains.

Les progrès technologiques en matière de roulement fer sur fer lui confèrent un confort élevé et ont permis de réduire fortement les nuisances phoniques pour les riverains. La plateforme est isolée par rapport au terrain naturel et évite les transmissions de vibrations par le sol.

Le tramway fer offre la possibilité d'une végétalisation de la plateforme tramway sur la plus grande part de son linéaire, souvent accompagnée de plantations d'arbres, même si certains arbres existants sont amenés à être coupés, modifiant localement quelque peu le paysage traversé par le projet.

Enfin, ce mode de transport présente un intérêt en matière de limitation de la pollution de l'air et d'impact sur l'environnement, en particulier par rapport aux émissions de gaz à effet de serre.

Le choix du mode par Caen la mer

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Le tableau ci-dessous présente la comparaison des différents modes :

Caractéristique	Tramway	BHNS	Bus conventionnel
Capacité par véhicule	Élevée (jusqu'à 300 passagers)	Moyenne (jusqu'à 150 passagers)	Faible à moyenne (jusqu'à 100 passagers)
Capacité horaire	5 000 – 15 000 passagers	2 000 – 7 000	500 – 2 000
Fréquence de passage	Élevée (5-10 min)	Moyenne à élevée (5-15 min)	Variable (10-30 min)
Vitesse commerciale	~20 km/h	15-20 km/h	~15 km/h
Confort	Très élevé	Élevé	Variable
Coût d'infrastructure	25-30 M€ par km (rails, stations, matériel roulant)	15-20 M€ par km (voies réservées, stations, matériel roulant)	0,5 - 2 M€ par km (routes existantes)
Coût d'exploitation	8 €/km	6-8 €/km	3-5 €/km
Durée de vie	Longue (30-50 ans)	Moyenne (15-25 ans)	Courte à moyenne (10-15 ans)
Flexibilité du réseau	Faible (infrastructure fixe), mais connectable avec le réseau existant	Moyenne (voies réservées mais flexibles)	Élevée (peut utiliser n'importe quelle route suffisamment dimensionnée)
Exploitation	Possibilité de réorganiser le réseau de tramway et d'exploiter les lignes actuelles différemment pour mieux couvrir les besoins (tronc commun entre Quai de juillet et Bernières)	Entre Quai de juillet et Bernières : site propre bus à créer en parallèle de la plateforme tram. En l'absence de site propre, impact sur la vitesse commerciale ou rupture de charge si la ligne BHNS	Aléas d'exploitation lié à la circulation, car pas de site propre. Vitesse commerciale moindre et non garantie

Caractéristique	Tramway	BHNS	Bus conventionnel
	et créer un maillage du réseau Possibilité d'offrir un système plus capacitaire pour desservir des grandes équipements (Zenith, Stade d'Ornano, Palais des sports, Parc des expositions)	s'arrête en centre-ville	
Dépôt	Le dépôt tramway existant peut absorber de la maintenance supplémentaire	Dépôt bus actuel saturé et inadapté. Besoin de construction d'un nouveau dépôt	Dépôt bus actuel saturé. Besoin de construction d'un nouveau dépôt
Accessibilité	Très bonne (rames et stations adaptées, accostage précis)	Bonne (véhicules et stations adaptées)	Variable
Intégration urbaine	Très bonne (renouvellement urbain de façade à façade, plateforme végétalisée)	Bonne (en cas de renouvellement urbaine de façade à façade)	Variable
Image et attractivité	Très élevée	Élevée	Moyenne
Impact environnemental	Faible (électrique)	Faible à moyen (électrique ou hybride)	Moyen à élevé si diesel
Émissions de Carbone	20 - 50 (g CO_2e/km)	50 - 100 (g CO_2e/km)	100 - 200 (g CO_2e/km)
Émissions d'Oxydes d'Azote (NOx)	~0 g/km	~0 - 10 g/km	2 - 15 g/km
Émissions de Particules fines (PM)	~0 g/km	~0 - 0,1 g/km)	0,02 - 0,2g/km
Empreinte carbone	8 000 (TCO_2eq/km infrastructure)	5 000 (TCO_2eq/km infrastructure)	Variable (plus faible que BHNS, mais dépend du périmètre d'intervention)

Les critères pris en compte dans le choix du parti technologique du mode sont les suivants :

- un mode de transport peu voire non polluant ;
- une offre de transport fiable et efficace en temps de déplacement, ce qui implique une infrastructure de transport en site propre pour échapper aux contraintes de circulation générale ;
- une accessibilité accrue pour tous ;
- des logiques d'aménagement et logiques fonctionnelles impulsées par le réseau actuel de transport en commun.

Le mode tramway est aujourd'hui bien connu sur le territoire de Caen la mer. Sa mise en œuvre sur les corridors ouest de l'agglomération présente de forts intérêts :

Capacité de transport

Le tramway propose une capacité d'emport de voyageurs bien plus importante qu'un bus (de 210 à 370 passagers contre 100 à 120 dans un bus articulé). Cette capacité représente un important avantage pendant les périodes de pointe, et en particulier pendant les évènements des grands équipements situés le long des lignes, tels que le stade d'Ornano, le palais des sports, le parc des expositions et le Zénith.

Exploitation du système

Le système tramway permet de ne pas multiplier les technologies pour le réseau structurant de transports existant :

- Optimisation de l'organisation du réseau existant : à infrastructures constantes, il est possible d'imaginer une nouvelle organisation des services le matériel roulant étant identique et pouvant circuler sur l'ensemble du réseau, l'objectif étant de chercher à optimiser les coûts d'exploitation.
- Optimisation de l'infrastructure : la desserte en bus des quartiers desservis par le tracé B nécessiterait de maintenir dans l'hyper centre-ville une infrastructure routière conséquente (pôle bus Théâtre, voies bus sur le boulevard Leclerc et la rue de Bernières), qui bloquerait toute perspective d'extension du plateau piétonnier et de revalorisation urbaine telles que prévues dans le cadre de l'opération tramway. A contrario, le choix de l'option tramway permet de réduire l'espace dédié aux transports ou à la voiture et de valoriser plus encore l'infrastructure déjà existante sur le tronc commun, tout en assurant des conditions de correspondance optimales pour les voyageurs.
- Limitation des correspondances bus/tramway et des ruptures de charge pour les barreaux courts en rabattement sur le centre-ville en offrant une continuité de mode jusqu'à destination finale.

- Le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury sur Orne, occupé actuellement par 26 rames de tramway pourra servir au parc de matériel roulant complémentaire. Le CEMT est dimensionné pour remiser un total de 40 rames à terme moyennant une extension du remisage pour 8 rames supplémentaires prévue dans le cadre de l'opération. A contrario, le matériel BHNS impliquerait la construction d'un nouveau centre de maintenance, le dépôt existant d'Hérouville Saint-Clair n'étant pas suffisamment dimensionné ni adapté pour accueillir les véhicules supplémentaires qui seraient nécessaires et ne disposant pas de capacité d'extension.

Image, lisibilité, attractivité

L'attractivité et l'image du tramway sont plus importantes notamment pour accompagner le développement urbain. Les tramways offrent un voyage plus confortable avec des sièges plus larges, une température régulée, et un niveau sonore réduit par rapport aux bus. De plus, ils sont moins sensibles à la congestion routière, ce qui améliore l'expérience des passagers grâce à la fiabilité du temps de parcours.

Impact environnemental

Le tramway offre la possibilité d'une végétalisation de la plateforme tramway sur la plus grande part de son linéaire, souvent accompagnée de plantations d'arbres, ne portant ainsi pas atteinte aux paysages des quartiers traversés.

Le site propre BHNS, lorsqu'il existe, est nécessairement imperméabilisé pour être roulant. Sa largeur supérieure à celle d'une plateforme tramway augmente de plus l'artificialisation des sols.

La végétalisation de la plateforme prévue sur 70 à 80% du tracé du tramway serait ainsi totalement impossible dans le cas d'un bus avec ou sans site propre. La réalisation d'une plateforme bus (7 m de large) sur les 10,4 km du linéaire de projet représenterait ainsi une imperméabilisation supplémentaire de l'ordre de 60 000 m² par comparaison avec le tramway.

Le tramway permet plus de liberté en termes de choix de matériaux (pavés, gazon, etc.) afin de renforcer l'image moderne et de qualité du système, qui participe à la lisibilité du système. Avoir le choix des matériaux pour une plateforme tramway, contrairement à un BHNS, participe également à la lutte contre les îlots de chaleur et à une meilleure gestion des eaux pluviales.

Insertion urbaine

L'emprise de la plateforme tramway est plus réduite (la largeur d'une plateforme tramway est de 6 m contre environ 7 m pour un BHNS), favorisant une insertion plus aisée dans les secteurs contraints et laissant plus d'espaces aux autres modes, en particulier aux modes actifs.

Durée de vie des infrastructures

Bien que le coût d'investissement soit plus élevé pour le tramway que pour le BNHS, sa durée de vie est plus longue : environ 15 ans pour une système BHNS et de 30 à 50 ans pour un tramway selon les différents sous–systèmes : plateforme, voirie, systèmes de billettique. Ceci présente des avantages significatifs sur le long terme.

Par délibération du 21 octobre 2021, les élus du Bureau communautaire ont décidé **de retenir la solution du tramway** pour l'extension du réseau de transports urbains.

En effet, les densités de population, emplois et scolaires (PES) dans un corridor de 500 mètres sont identiques à celles des secteurs déjà desservis par les lignes tramway existantes (environ 10 000 PES par km²). Ce mode de transport est donc le plus adapté.

Par ailleurs, un tramway propose une capacité d'emport de voyageurs bien plus importante qu'un bus (plus de 200 passagers contre une centaine dans un bus articulé), ce qui permet d'apporter davantage de confort aux usagers, notamment aux heures de pointe.

Le tramway présente d'autres atouts : c'est un système de transport confortable, avec une durée de vie d'au moins 30 ans et qui nécessite une emprise au sol réduite grâce à son guidage matériel réalisé par les rails.

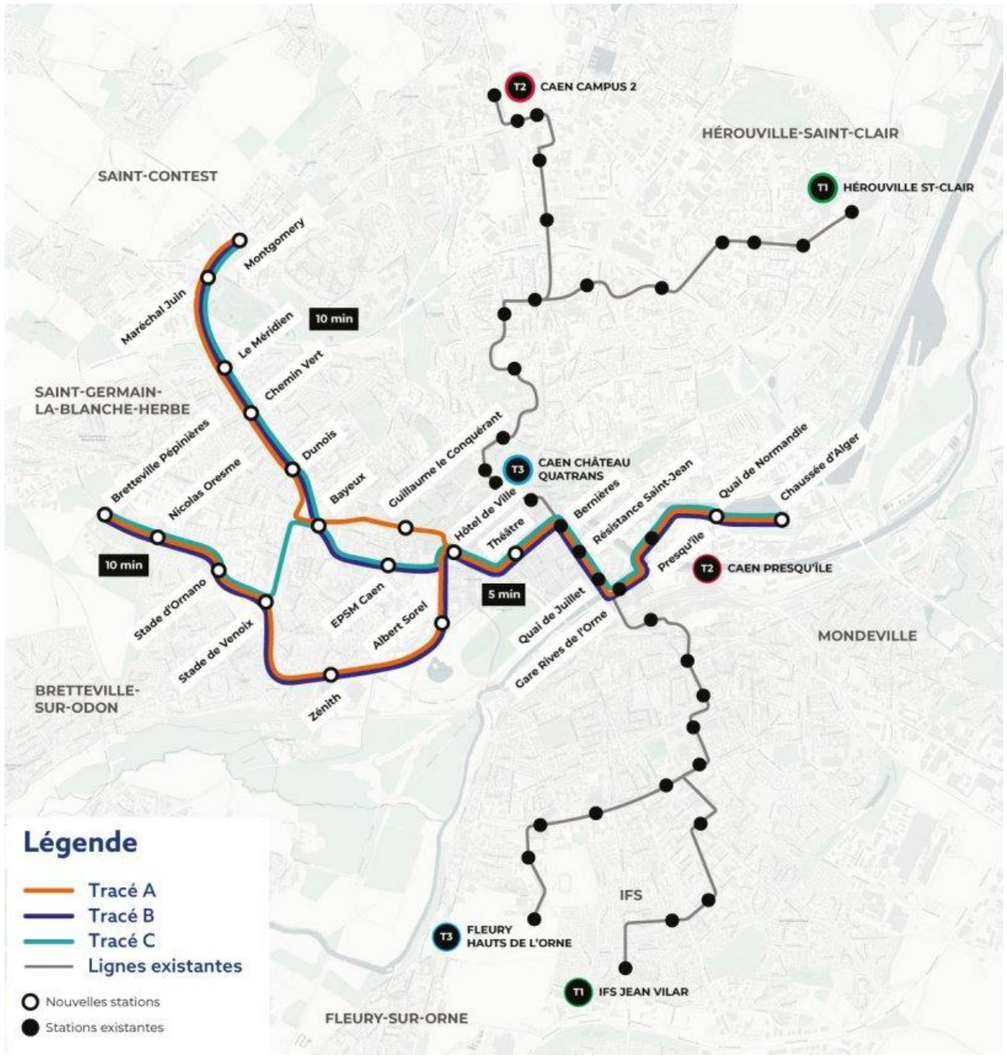
Le choix du même mode de transport permet également de limiter les correspondances sur des trajets en provenance des nouvelles zones desservies et à destination de celles desservies par les lignes de tramway existantes.

Enfin, choisir ce mode permet d'optimiser globalement la stratégie de maintenance du parc des transports en commun, par l'utilisation d'infrastructures existantes, telles que le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury sur Orne, qui peut notamment accueillir jusqu'à 40 rames de tramway. Tout autre mode aurait nécessité la construction d'un nouveau centre de maintenance, le dépôt bus situé à Hérouville Saint-Clair étant aujourd'hui déjà saturé.

3. LE CHOIX DE L'ITINERAIRE DE DESSERTE

3.1. VARIANTES DE TRACES ETUDIEES POUR LES EXTENSIONS DES LIGNES DE TRAMWAY

Trois variantes de tracés ont été étudiées lors des études préliminaires du projet d'extension du tramway de Caen la mer et soumises à concertation du public.



Trois variantes de tracés étudiées lors des études préliminaires (source : Caen la mer)

Ces trois variantes s'étendent sur un corridor Est-Ouest. Elles relient le secteur de la Presqu'île au quartier du Chemin Vert et à Saint-Contest par une première branche orientée Nord-Ouest, et au quartier de Beaulieu par une seconde branche orientée Ouest.

Les trois variantes comptent un tronc commun qui permet de desservir le centre-ville de Caen, ainsi que ses principaux équipements. Il s'étend de l'Hôtel de Ville jusqu'à la Presqu'île et emprunte 1,3 km d'infrastructures existantes entre les stations existantes « Bernières » et « Presqu'île ».

3.1.1. Le tracé A

La première branche (Branche Nord : Chaussée d'Alger – Montgomery) permet de desservir Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert via la rue éponyme, en empruntant les rues Guillaume le Conquérant et de Bayeux.

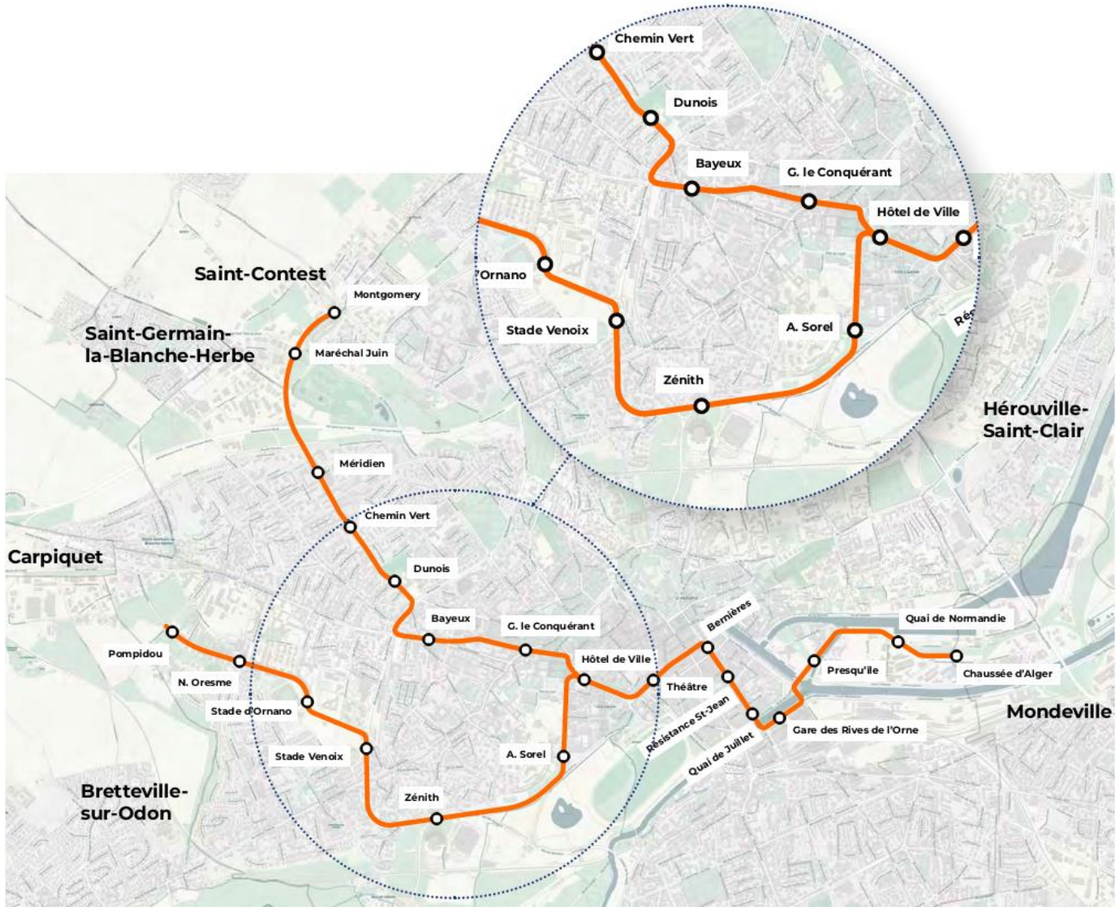
La seconde branche (Branche Sud : Chaussée d'Alger – Bretteville Pépinières) permet la desserte du quartier de Beaulieu via le boulevard Georges Pompidou, ainsi que de grands équipements comme le Stade d'Ornano, le Palais des Sports et le Zénith via le boulevard Yves Guillou.

Les rues empruntées d'Est en Ouest sont les suivantes :

- Chaussée d'Alger ;
- Quai de Normandie ;
- Avenue Victor Hugo ;
- Quai Hamelin ;
- Avenue du 6 juin ;
- Rue de Bernières ;
- Boulevard Maréchal Leclerc ;
- Boulevard Bertrand ;
- Place Guillouard ;
- Rue Guillaume le Conquérant ;
- Rue de Bayeux ;
- Boulevard Dunois ;
- Rue du Chemin-Vert ;
- Boulevard Maréchal Juin ;
- Avenue Albert Sorel ;
- Boulevard Yves Guillou ;
- Boulevard Detolle ;
- Boulevard Georges Pompidou.

Cette ligne compte 11,6 km d'infrastructures dont 1,3 km d'infrastructures existantes, 10,3 km d'infrastructures nouvelles (dont 1,1 km de voie unique). De plus, 22 stations sont réparties tout le long de son itinéraire, dont 5 existantes et 17 nouvelles.

La plateforme dédiée au tramway dispose d'un revêtement en gazon, partout où cela est possible, et en béton. Un réaménagement de façade à façade est prévu sur tout le linéaire, sauf sur le boulevard Pompidou, situé au sein du quartier de Beaulieu déjà aménagé pour accueillir un transport en commun en site propre.



Présentation du tracé A (source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

3.1.2. Le tracé B

La branche au Nord-Ouest permet de desservir le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest via la rue du Carel, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) Bon Sauveur et la rue Damozanne.

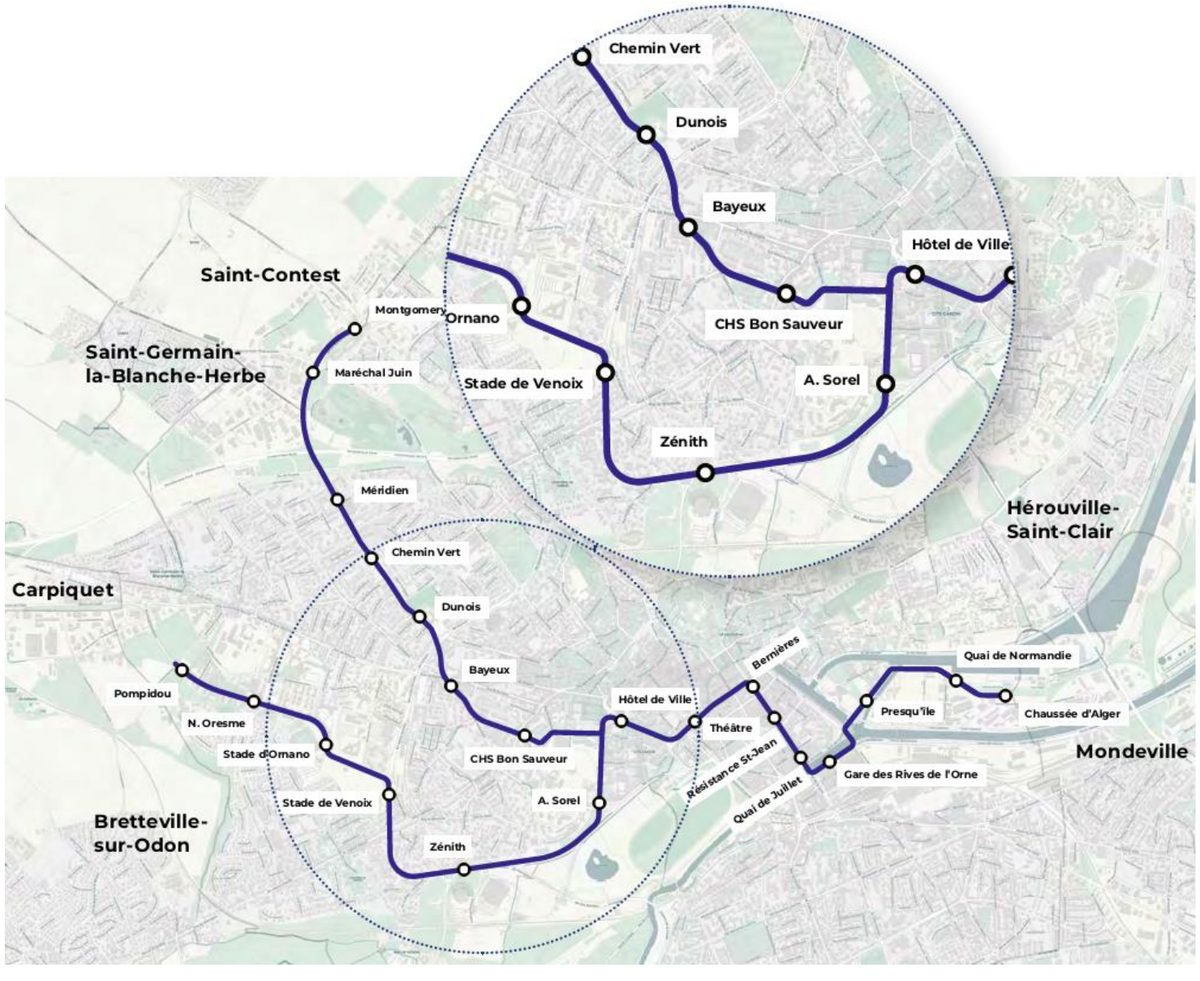
La branche Ouest vers Bretteville Pépinières permet la desserte du quartier de Beaulieu via le boulevard Georges Pompidou, ainsi que de grands équipements comme le stade d'Ornano, le Palais des Sports et le Zénith via le boulevard Yves Guillou.

Les rues empruntées d'Est en Ouest sont les suivantes :

- Chaussée d'Alger ;
- Quai de Normandie ;
- Avenue Victor Hugo ;
- Quai Hamelin ;
- Avenue du 6 juin ;
- Rue de Bernières ;
- Boulevard Maréchal Leclerc ;
- Boulevard Bertrand ;
- Avenue Albert Sorel ;
- Rue du Carel ;
- EPSM Bon Sauveur ;
- Rue du Capitaine Boualam ;
- Rue Damozanne ;
- Rue du Chemin-Vert ;
- Boulevard Maréchal Juin ;
- Avenue Albert Sorel ;
- Boulevard Yves Guillou ;
- Boulevard Detolle ;
- Boulevard Georges Pompidou.

Cette ligne compte 11,5 km d'infrastructures dont 1,3 km d'infrastructures existantes et 10,2 km d'infrastructures nouvelles (dont 1,1 km de voie unique). De plus, 22 stations sont réparties tout le long de son itinéraire, dont 5 existantes et 17 nouvelles.

Le tramway circule sur une plateforme dédiée en site propre intégral dont le revêtement est prévu en gazon, partout où cela est possible, et en béton. Un réaménagement de façade à façade est prévu sur tout le linéaire, sauf sur le boulevard Pompidou, situé au sein du quartier de Beaulieu déjà aménagé pour accueillir un transport en commun en site propre.



Présentation du tracé B (source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

3.1.3. Le tracé C

La branche Nord (Chaussée d'Alger – Montgomery) permet de desservir Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert via la rue du Carel, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) Bon Sauveur et la rue Damozanne.

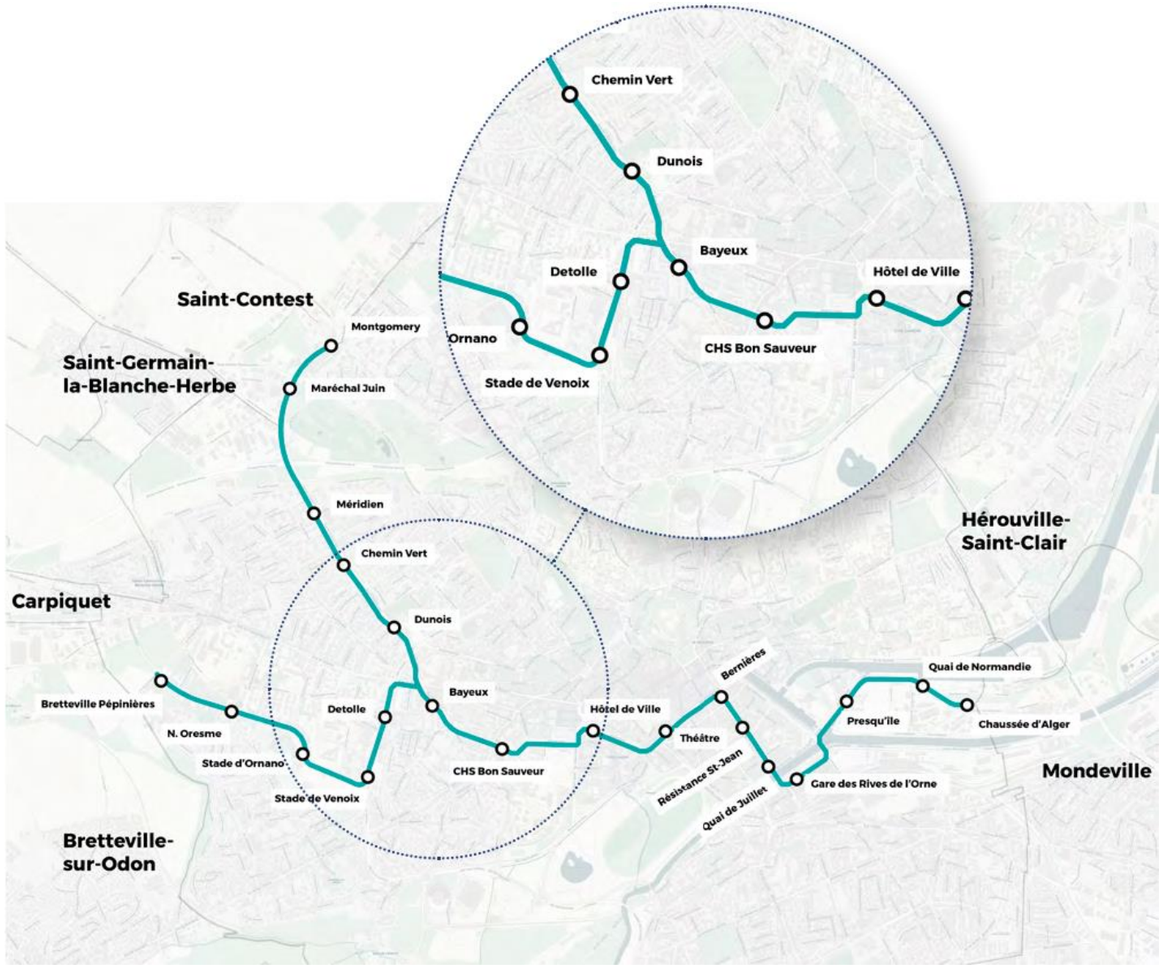
La branche Sud (Chaussée d'Alger – Bretteville Pépinières) permet la desserte du quartier de Beaulieu via le boulevard Georges Pompidou, ainsi que de grands équipements comme le Stade d'Ornano, le Palais des Sports et le Zénith via le boulevard Yves Guillou.

Les rues empruntées d'Est en Ouest sont les suivantes :

- Chaussée d'Alger ;
- Quai de Normandie ;
- Avenue Victor Hugo ;
- Quai Hamelin ;
- Avenue du 6 juin ;
- Rue de Bernières ;
- Boulevard Maréchal Leclerc ;
- Boulevard Bertrand ;
- Avenue Albert Sorel ;
- Rue du Carel ;
- EPSM Bon Sauveur ;
- Rue du Capitaine Boualam ;
- Rue Damozanne ;
- Rue du Chemin-Vert ;
- Boulevard Maréchal Juin ;
- Rue de Bayeux
- Boulevard Detolle ;
- Boulevard Georges Pompidou.

Cette ligne compte 9,8 km d'infrastructures dont 1,3 km d'infrastructures existantes et 8,5 km d'infrastructures nouvelles (dont 1,1 km de voie unique). 21 stations sont réparties tout le long de son itinéraire, dont 5 existantes et 16 nouvelles.

Le tramway circule sur une plateforme dédiée en site propre intégral dont le revêtement est prévu en gazon, partout où cela est possible, et en béton. Un réaménagement de façade à façade est prévu sur tout le linéaire, sauf sur le boulevard Pompidou, situé au sein du quartier de Beaulieu déjà aménagé pour accueillir un transport en commun en site propre.



Présentation du tracé C (source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

3.2. JUSTIFICATION DU CHOIX DU TRACE POUR LA POURSUITE DES ETUDES

Le tracé C est écarté pour 3 raisons principales :

- **Potentiel de desserte plus faible que les tracés A et B (environ -6%) :**

	Population + Emplois + Scolaires (PES)
Tracé A	87 000
Tracé B	87 000
Tracé C	82 000

- **Coût de fonctionnement à peine inférieur aux autres tracés (environ -3%) :**

	Production kilométrique annuelle
Tracé A	931 000 km
Tracé B	929 000 km
Tracé C	902 000 km

- **Il ne dessert pas d'importants générateurs de déplacements** d'intérêt communautaire : lycée Malherbe, stade nautique et patinoire, palais des sports, Zénith, parc des expositions.

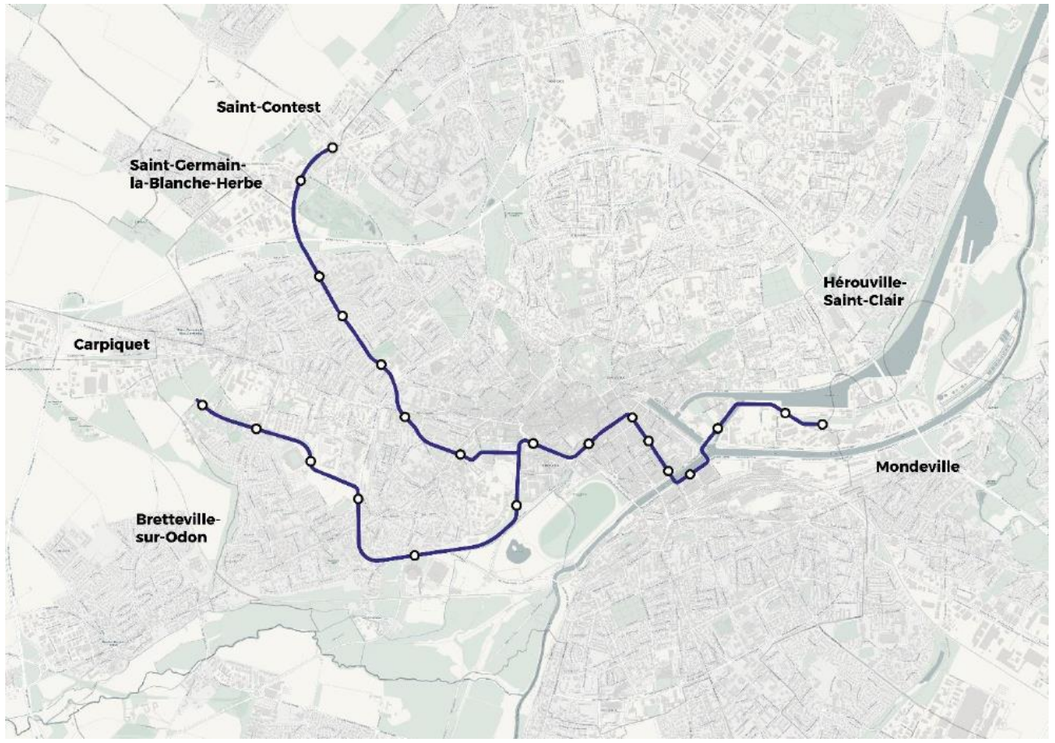
Afin de statuer entre le tracé A ou le tracé B, le tableau suivant permet de comparer le coût d'investissement/fonctionnement, la fréquence maximale, la réorganisation du réseau de bus, l'aménagement urbain et la circulation au niveau des deux tracés :

	Tracé A	Tracé B
Coût investissement – fonctionnement	291 M€ et 931 000 km/an	288 M€ et 929 000 km/an
Fréquence maximale	8 minutes (en raison de la voie unique)	Inférieure à 8 minutes (pas de voie unique)
Réorganisation bus	Très complexe rue Caponière	Maintien d'une bonne desserte sur tous les secteurs
Aménagement urbain	Requalification d'une entrée de ville	Mutation du secteur Quartier Loge
Circulation	Risque de report au cœur des quartiers	Moindre impact

3.3. CHOIX DU TRACE POUR LA POURSUITE DES ETUDES

Suite aux avis exprimés en concertation publique, d'une part, et à l'analyse des contraintes d'exploitation, d'autre part, **le choix retenu par les élus de la Communauté urbaine Caen la mer est celui du tracé B** (délibération du Bureau communautaire du 28 février 2023).

En effet, pour l'exploitabilité de la ligne avec une infrastructure en voie double, pour son évolutivité qui permettra d'augmenter la fréquence, pour le maintien de la bonne desserte en bus sur tous les secteurs et pour l'accompagnement de la mutation du secteur du centre-ville (Cité de l'Air, Quartier Lorge), ce tracé B est le plus approprié pour l'extension du réseau du tramway de Caen la mer.



Tracé B retenu pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer
(source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

3.4. ADAPTATIONS DU TRACE SUITE AU CHOIX DE LA SOLUTION RETENUE ET AU COURS DE LA CONCERTATION CONTINUE

Le projet a évolué pour intégrer au fil des études la meilleure solution possible pour le territoire. Plusieurs mesures d'évitement d'impacts environnementaux ont ainsi été prises pour aboutir au meilleur projet possible. Ce chapitre présente les principales mesures d'adaptation du projet adoptées depuis la concertation réglementaire.

3.4.1. La suspension de l'extension Est de la ligne de tramway au-delà du terminus « Presqu'île »

Le tracé B présenté en concertation préalable comprenait une extension Est de la ligne de tramway au-delà du terminus « Presqu'île » vers le Quai de Normandie, puis la Chaussée d'Alger.

Toutefois, la réalisation de cette extension Est a été suspendue en raison d'enjeux forts liés au risque d'inondation dans le secteur. En effet, suite au rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) de mars 2023, il est évoqué une élévation du niveau des mers de 1 m à l'horizon 2100. L'État et la Communauté urbaine vont engager une étude destinée à simuler l'impact de cette hausse, les effets attendus devant se faire sentir jusque dans l'agglomération caennaise, dont notamment la presqu'île située entre le canal et l'Orne, dont la desserte par la branche Est du futur tramway était prévue. En septembre 2023, la Communauté urbaine a donc annoncé sa décision de suspendre le projet d'aménagement de cette presqu'île (2 500 logements prévus) en l'attente des résultats de cette étude, et en conséquence, de ne pas engager les travaux prévus de prolongation Est de la ligne de tramway.

Par conséquent, deux stations initialement prévues ne seront pas aménagées : il s'agit des stations « Quai de Normandie » et « Chaussée d'Alger ».

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer conserve donc son terminus Est existant à l'arrêt « Presqu'île ».

Toutefois, le projet prévoit le réaménagement du terminus « Presqu'île », pour permettre le fonctionnement avec deux lignes et le remisage de deux rames supplémentaires. Ainsi, les voies existantes sont prolongées vers l'Est sur une longueur d'environ 130 mètres.

3.4.2. L'adaptation du tracé au niveau du lycée Malherbe

Afin d'éviter tout impact sur le site de la Prairie de Caen qui constitue un milieu naturel d'intérêt en cœur de ville, le tracé de la plateforme tramway a été décalé du côté du lycée Malherbe,

La Prairie est en effet un site qui abrite une biodiversité remarquable et constitue un site inscrit. Son évolution en site classé est en cours de réflexion. De plus, des arbres d'alignement sont présents en bordure du site de la Prairie, qu'il convient de préserver.

3.4.3. La modification du tracé boulevard Pompidou

Le projet présenté lors de la concertation préalable prévoyait que le tramway soit positionné dans la contre-allée côté stade d'Ornano sans empiéter sur les voies de circulation actuelles. Cette disposition aurait nécessité que les riverains traversent les voies pour accéder à leur parking résidentiel et aurait posé des difficultés pour la dépose des résidents de la maison de retraite.

La Communauté urbaine a modifié sensiblement son projet en choisissant de positionner les voies en axial du boulevard, les voies de circulation étant réparties de chaque côté du tramway, ce qui facilite les accès riverains et évite les conflits riverains/déplacements cyclables.

3.4.4. L'ouvrage de franchissement du périphérique (RN814)

Au niveau de la branche Nord-Ouest de l'extension du tramway, le projet doit franchir le périphérique de Caen (RN814) en passage supérieur.

Deux variantes ont été étudiées : l'élargissement de l'ouvrage routier existant ou la construction d'un nouvel ouvrage d'art accolé à l'ouvrage existant.

La solution de construction d'un nouvel ouvrage d'art accolé au passage supérieur existant a été retenue, car elle permet de limiter fortement l'impact du projet sur la circulation en phase travaux (plusieurs mois de travaux) et de réduire le coût d'opération.

3.4.5. L'insertion du tramway au niveau de la rue du Capitaine Boualam

La rue du Capitaine Boualam a fait l'objet de l'étude de différentes variantes d'insertion. Pour permettre le passage de différents usages sur cette voirie, la solution de voies entrelacées (voie unique de tramway pour les deux sens de circulation) a été retenue. Cette solution rend possible l'aménagement de pistes cyclables en plus des voies de tramway, alors que le secteur est très contraint d'un point de vue foncier. De plus, les voies entrelacées ne limitent pas la fréquence atteignable sur la ligne.

3.4.6. L'insertion du tramway au niveau de la rue de Bernières et du boulevard du Maréchal Leclerc

Le projet d'extension du tramway rejoint le boulevard Bertrand, par la rue de Bernières et le boulevard du Maréchal Leclerc, depuis le débranchement existant après la station « Bernières » sur l'avenue du Six juin.

Plusieurs contraintes ont été identifiées dans ce secteur. La position du débranchement insère la plateforme côté Nord de l'avenue. La rue de Bernières est plantée et les alignements d'arbres doivent être conservés. La place du Théâtre est plantée d'un immense platane qu'il faut conserver. Enfin, sous le boulevard du Maréchal Leclerc se trouve la Rigole Alimentaire, vieil ouvrage de plusieurs mètres de large canalisant le Petit Odon jusqu'à la Prairie. Sur cet ouvrage, il n'est pas possible de poser la plateforme tramway, il faut la ponter. Or à l'angle où la Rigole rejoint la rue de Bernières-le boulevard du Maréchal Leclerc, la Rigole est très proche d'un bâtiment et ce serait très risqué d'insérer la plateforme côté Nord. Cela implique donc la nécessité de passer la plateforme du Nord au Sud de la rue, au niveau du croisement Bernières/Leclerc.

De plus, le projet a pour ambition de s'accompagner d'un apaisement de la circulation sur cet axe, avec à terme un projet de piétonnisation possible. La circulation automobile n'est donc plus que de desserte.

Après l'élaboration de multiples scenarios, la solution retenue permet de conserver les alignements d'arbres et le grand platane. Les circulations cyclables sont sécurisées et la desserte riveraine est bien assurée.

3.4.7. L'insertion du tramway au niveau de la rue du Chemin Vert

Au Sud de la rue du Chemin Vert, entre la rue de Secqueville et le boulevard Dunois, le profil de voirie actuel est constitué d'une voie pour véhicules légers dans le sens descendant Nord-Sud, d'une voie dédiée aux bus dans le sens montant, et d'une piste cyclable bidirectionnelle avec trottoirs séparés par une haie d'arbres et d'arbustes de la voirie.

Dans cette configuration, il n'est pas possible de faire passer la plateforme tramway et une voie pour véhicules légers à sens unique sans détruire la haie.

Une configuration a donc été recherchée permettant de conserver la haie. La possibilité de passer la voie tramway en site mixte sur cette dernière partie a été étudiée.

Cette variante en site mixte présente cependant des défauts. La haie constitue un obstacle visuel pour le conducteur du tramway. Ainsi, au niveau des carrefours, il aurait fallu supprimer plusieurs mètres de haie pour assurer un minimum de visibilité pour des questions de sécurité. Par ailleurs, la nécessité de créer des refuges piétons et les largeurs minimum de voies pour le tramway et la voie mixte ne permet pas d'avoir des stationnements, plantations et trottoirs confortables côté Ouest.

Enfin, le site mixte est pénalisant pour l'exploitation du tramway. L'analyse circulation montre que les remontées de files du carrefour Dunois iraient au-delà du site mixte. Les phases de feux ne permettraient pas un écoulement satisfaisant des véhicules sur la rue du Chemin Vert sauf à bloquer la circulation du boulevard Dunois qui est un axe structurant de circulation pour Caen.

3.5. LE CHOIX DES STATIONS

3.5.1. Le choix de la localisation des stations

La localisation des stations a fait l'objet d'un travail approfondi de manière à proposer des stations qui répondent au mieux aux enjeux d'attractivité, d'environnement, de limitation des emprises et de prise en compte des autres usages locaux.

3.5.1.1. Branche Sud-Ouest vers Pompidou

- **L'implantation d'une nouvelle station au niveau du parking-relais « Chemin Vert »**

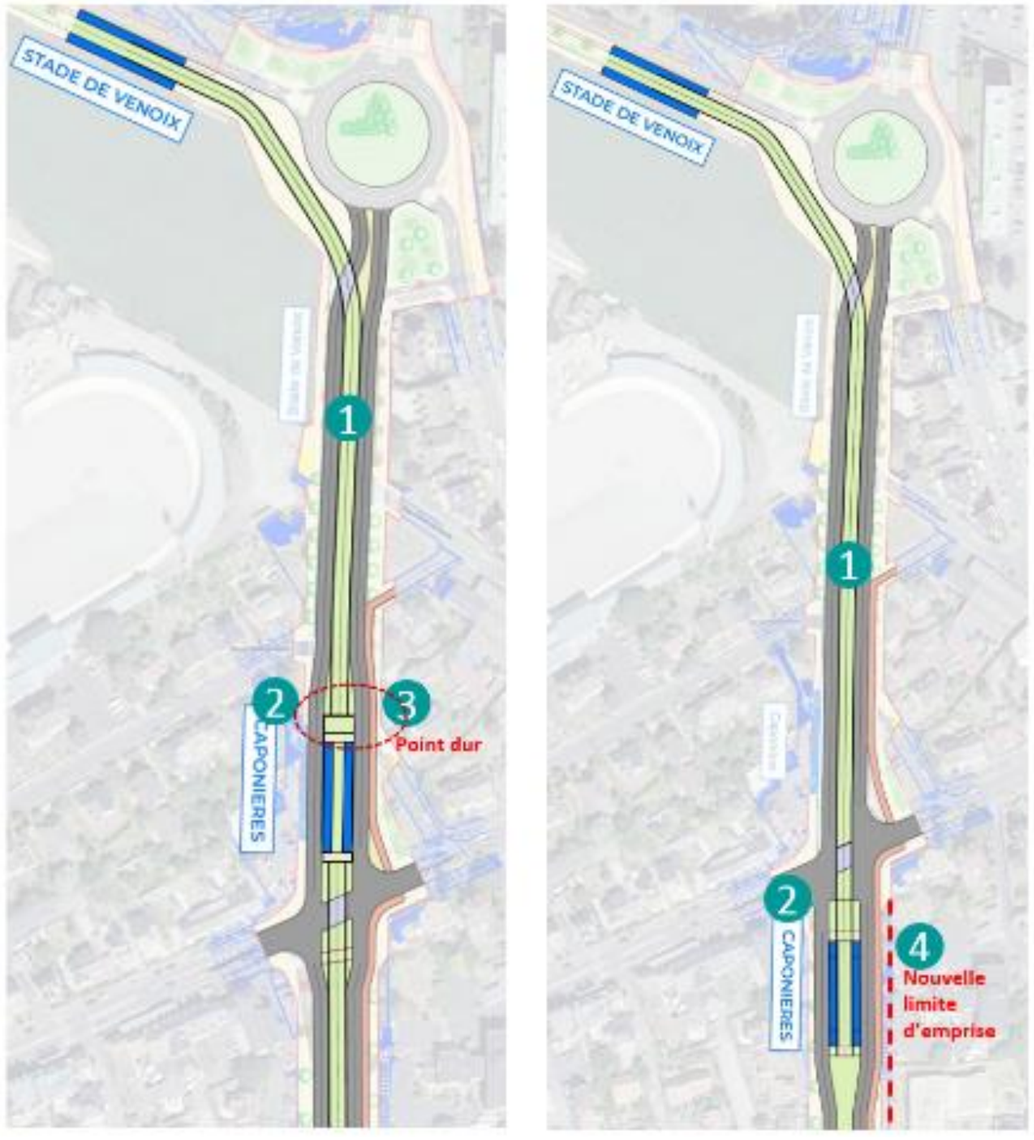
À la suite de la concertation préalable, la Communauté urbaine a décidé de prévoir une nouvelle station au droit du futur parking-relais « Chemin Vert », afin de favoriser le report modal malgré la proximité de celle-ci avec la station prévue centrée sur la zone résidentielle.

- **Station « Venoix »**

La station « Venoix » a été ajoutée suite à la concertation publique de fin 2022. Deux localisations possibles pour cette station ont été étudiées : au Nord (version 1 sur la figure ci-après) et au Sud (version 2 sur la figure ci-après) du carrefour avec la rue Caponière.

Suite à une étude comparative de ces deux variantes, il a été décidé de retenir la position Sud. Les raisons de ce choix sont notamment motivées par les éléments suivants :

- une meilleure intermodalité et une meilleure répartition avec les stations de part et d'autre (stations « Detolle » et « Zénith ») ;
- un trottoir plus large sur le boulevard Detolle au Nord du carrefour Caponière ;
- un meilleur potentiel de replantation d'arbres et d'aménagements cyclables ;
- la variante Nord ne permettait pas de proposer une continuité cyclable au niveau du point dur sans incidence foncière ni les traversées piétonnes.



Variantes de localisation de la station « Venoix » (à droite, solution retenue) (source : Trameo)

- **Station « Stade d'Ornano »**

Initialement, la station était positionnée au Sud du parvis vers l'espace Beaulieu. Il a été décidé de la déplacer vers le Nord, devant la rue Claude Chappe pour les raisons suivantes :

- nouvelle position devant l'entrée du public Caennais du stade, l'ancienne position étant face à l'entrée visiteurs ;
- meilleure gestion des flux piétons transport en commun / stade ;
- positionnement plus proche des générateurs de flux du quartier (rue Claude Chappe notamment) ;
- tracé mieux adapté (alignement droit) ;
- moindre impact foncier sur le parvis du stade ;
- station plus centrale.

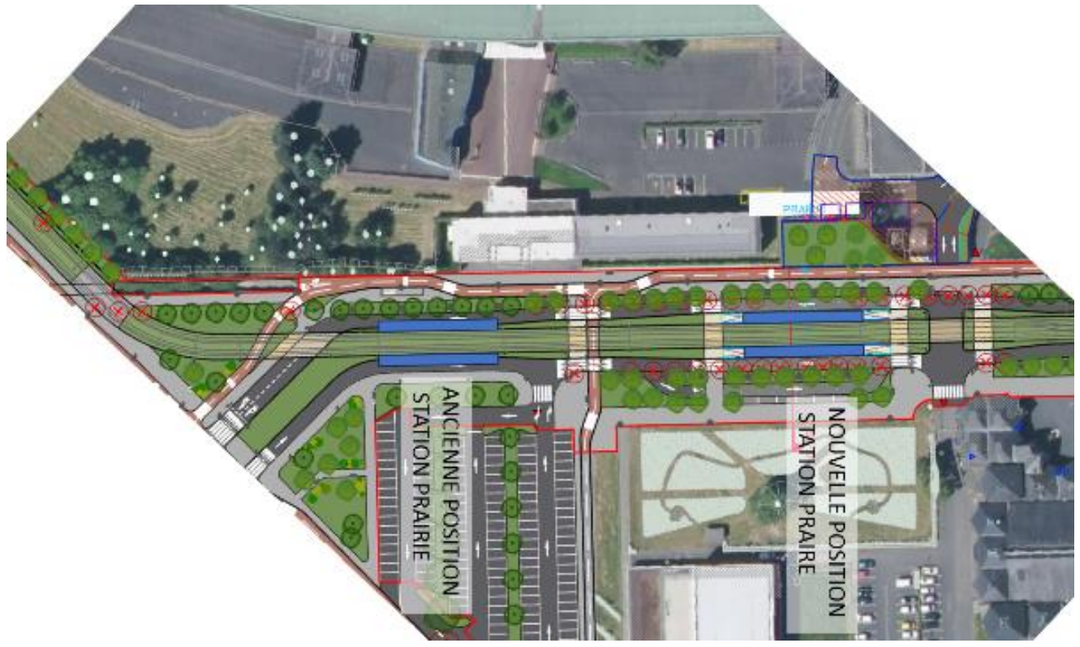


Variantes de localisation de la station « Stade d'Ornano » (à gauche, solution retenue) (source : Trameo)

- **Station « Prairie »**

La station « Prairie » a été repositionnée plus au Nord par rapport à sa localisation initiale. Cette modification fait suite à une demande du lycée Malherbe pour limiter les conflits de flux entrées/sorties du lycée et d'attente du tramway.

Le positionnement retenu pour la station « Prairie » est plus proche des générateurs de flux.



Variantes de localisation de la station « Prairie » (à droite, solution retenue) (source : Trameo)

3.5.1.2. Branche Nord-Ouest vers Saint-Contest via le quartier du Chemin Vert

- **Station « Caponière »**

La station « Caponière » a fait l'objet d'une étude en quais décalés ou quais alignés.

La solution en quais alignés a été retenue, car elle permet une meilleure gestion des flux piétons, une emprise moindre sur l'espace urbain et une meilleure lisibilité de l'aménagement.

- **Station « Haie Vigné »**

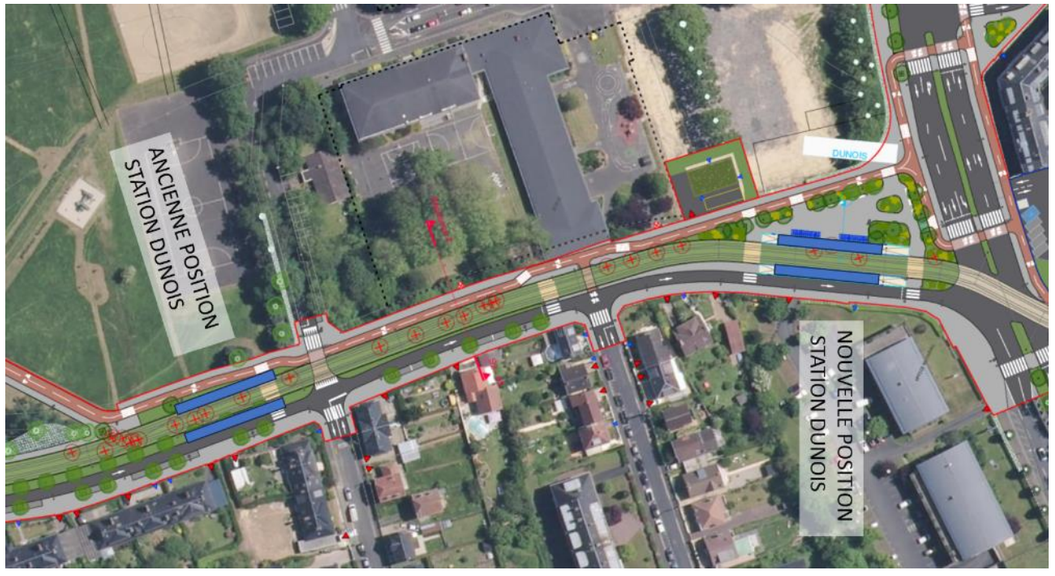
Deux variantes ont été étudiées au niveau de la station « Haie Vigné » : en quai latéral ou en quai central.

La position en quai central a été retenue car elle permet son insertion dans cette rue étroite, et présente par conséquent un impact moindre sur le foncier. Elle permet une meilleure préservation des flux automobiles/piétons et donne l'opportunité d'ajouter une infrastructure cyclable. Ainsi, au cours des études d'avant-projet, une piste cyclable bidirectionnelle a été positionnée entre la station « Haie Vigné » et le mur du gymnase en contrebas.

- **Station « Dunois »**

Deux variantes ont été étudiées et le choix du positionnement de la station « Dunois » s'est fait à l'angle du boulevard plutôt qu'au Nord dans la rue.

Cette localisation permet une meilleure visibilité, une aire d'influence jusqu'au quartier Hastings et un impact moindre sur les alentours (parc de Secqueville). Elle permet également de maintenir une infrastructure cyclable dédiée rue du Chemin Vert.



Variantes de localisation de la station « Dunois » (à droite, solution retenue) (source : Trameo)

Station « Stockholm »

La station « Stockholm » a été recalée suite au choix de la localisation de la station « Dunois » de manière à mieux répartir les distances entre stations. Cette nouvelle position nécessite la reprise de l'emplacement bus actuel.

Station « Molière »

Les contraintes altimétriques ont orienté les études de localisation de la station « Molière ».

Deux positions ont été étudiées :

- scénario 1 : station centrée sur la rue du Président Coty, accès difficile altimétriquement d'un côté de la station ;
- scénario 2 : station excentrée, plus accessible altimétriquement.



Variantes de localisation de la station « Molière » (source : Trameo)

La station « Molière » a été repositionnée face au centre commercial du Chemin Vert.

Station « Chemin Vert »

À la suite de la concertation préalable, la Communauté urbaine a décidé de prévoir une nouvelle station à proximité immédiate du futur parking-relais « Chemin Vert », proposé en haut du quartier du Chemin Vert. La station « Chemin Vert » sera donc attenante au P+R « Chemin Vert », ce qui favorisera l'intermodalité et l'attractivité du P+R.

Station « Saint-Contest Athéna »

Un travail sur le positionnement de la station « Saint-Contest Athéna » au plus près du rond-point du Débarquement a été réalisé. La localisation retenue permet de limiter l'incidence du projet sur les arbres au Sud (côté Unicité) et d'envisager un prolongement futur éventuel vers le Nord ou vers l'Ouest.

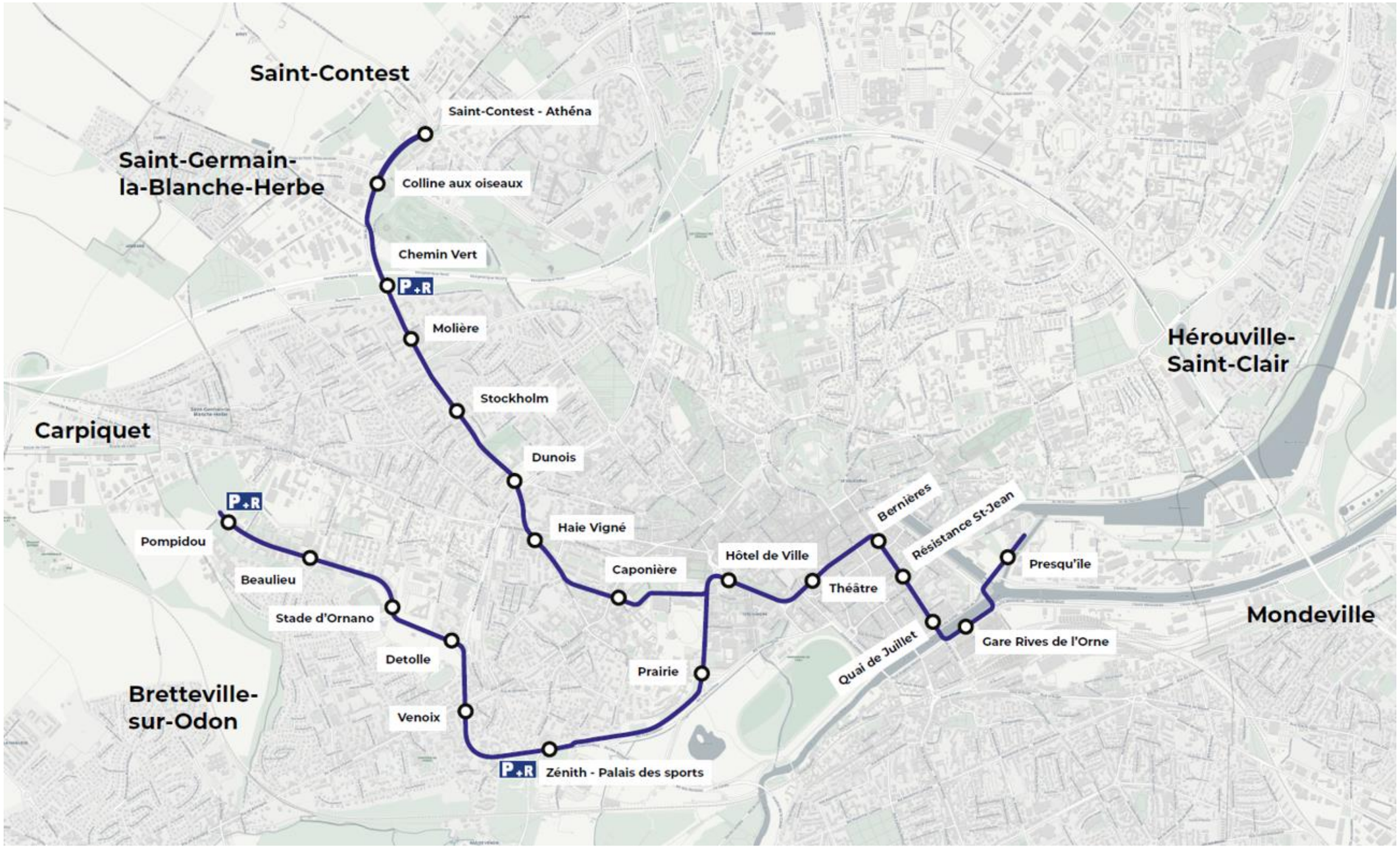
3.5.2. Le choix du nom des stations

Le nom des stations a fait l'objet d'une consultation du public. Après deux mois de consultation à l'été 2023, 4 665 personnes ont participé en ligne pour choisir les noms des nouvelles stations du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Le tableau suivant présente l'évolution des noms des stations, entre ceux présentés lors de la concertation préalable et les noms finalement retenus.

Nom donné aux stations lors de la concertation publique préalable	Nom définitif donné aux stations
Branche Nord-Ouest vers Saint-Contest via le quartier du Chemin Vert	
Montgomery	Saint-Contest - Athéna
Maréchal Juin	Colline aux oiseaux
Méridien	Chemin Vert
Molière	Molière
Stockholm	Stockholm
Dunois	Dunois
Bayeux	Haie Vigné
CHS Bon Sauveur	Caponière
Branche Ouest vers Pompidou	
A. Sorel	Prairie
Zénith	Zénith – Palais des Sports
-	Venoix (nouvelle station)
Stade de Venoix	Detolle
Stade d'Ornano	Stade d'Ornano
N. Oresme	Beaulieu
Pompidou	Pompidou
Tronc commun (centre-ville / Presqu'île)	
Hôtel de Ville	Hôtel de Ville
Théâtre	Théâtre

La figure en page suivante présente le tracé de l'extension du tramway de Caen la mer avec les noms définitifs attribués aux stations.



Localisation et nom des stations du projet d'extension du tramway de Caen la mer (source : Caen la mer)

3.6. LA PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX, PAYSAGERS ET DE L'INTERMODALITE

3.6.1. Paysage et urbanisme

La ligne de tramway est un projet de transport public, mais aussi un projet de recomposition de la ville. Le tramway s'insère dans une logique globale de déplacement avec l'ensemble des autres modes. Le projet d'extension du tramway vient compléter le réseau de transport en commun existant en permettant de mieux desservir l'Ouest de la Communauté urbaine Caen la mer tout en favorisant le report modal des voitures vers les transports en commun et les modes actifs.

Ce moyen de transport efficace et capacitaire va être un formidable outil pour la mise en valeur et le développement de ce territoire. Ce projet s'insère dans une vision commune du territoire et de son développement, où se mêlent les transports, l'aménagement du territoire, l'aménagement des espaces publics, développement urbain et environnement.

Il s'agit ici de proposer des aménagements à même de préserver les spécificités locales pour améliorer la vie des quartiers traversés tout en fédérant une identité commune. Le réaménagement des espaces publics de façade à façade sur les voiries empruntées par la nouvelle infrastructure de tramway permet de valoriser un aménagement urbain et une insertion paysagère qualitatifs :

- La ligne aérienne de contact (LAC) sera déployée sur la majorité du tracé à l'exception du centre-ville. Les élus de Caen la mer ont fait le choix d'effacer la LAC en centre-ville. Les rames de tramway fonctionneront alors sur batterie, impliquant une réadaptation des rames existantes. Ce choix est guidé par une volonté de préserver et mettre en valeur le patrimoine historique et architectural du centre-ville de Caen. Une partie de la LAC actuellement en place entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare » sera également déposée dans le cadre du projet.
- Afin de contribuer localement à la lutte contre le changement climatique et d'améliorer le confort en ville, la végétalisation de l'espace urbain est un objectif à atteindre. L'insertion de la plateforme de tramway est une opportunité pour apporter de la végétation grâce à la mise en place d'une plateforme végétalisée : sur 10,5 km de plateforme de tramway, de 70 à 80 % du linéaire sera végétalisé.

  La gestion classique des plateformes par de l'engazonnement entraine souvent une banalisation des espaces au prix d'un entretien coûteux en temps, en argent et traitements divers. L'utilisation de variétés de graminées locales ou de plantes vivaces, autres que les gazons traditionnels, peuvent répondre à une démarche environnementale de projet. Cette démarche a pour vocation de développer la diversité végétale pour permettre d'être le plus adapté aux lieux traversés en offrant une identité supplémentaire à ces espaces. Cette diversification végétale permet de favoriser l'installation d'une biodiversité en ville et de constituer de nouveaux corridors biologiques. La proposition est d'implanter autant que possible un mélange herbacé issu de collecte en milieu naturel, constitués de plantes vivaces, annuelles et bisannuelles d'origine locale/endémique, plus résistant aux variations climatiques et plus pérenne.
- Le développement de la ligne de tramway s'accompagne d'une mise en valeur et d'une requalification du paysage des espaces environnants. L'objectif est de préserver au maximum les arbres existants. Les aménagements paysagers du tramway sont pensés pour valoriser la biodiversité et le confort d'usage. L'implantation et le développement de strates végétales sont primordiales pour valoriser et favoriser la biodiversité. Le végétal joue également un rôle d'animation urbaine. Le projet paysager prévoit la plantation de trois strates (herbacée, arbustive, arborée) qui permet d'avoir une gestion saisonnière des floraisons avec en premier lieu une alternance d'espaces caducs et persistants, ainsi que des périodes de floraisons apportant différentes ambiances paysagères au fil des saisons. L'implantation de ces trois strates s'accompagne d'un objectif de désimperméabilisation des sols : les pieds d'arbres seront ouverts de façon à implanter la strate basse et moyenne dans le but de créer de espaces verts généreux le long de la ligne de tramway.
- La gestion durable et intégrée des eaux pluviales constitue actuellement un enjeu majeur de manière à prévenir les inondations, apporter des ilots de fraicheur en milieu urbain, favoriser la nature en ville et contribuer à l'adaptation au changement climatique. Les modalités de gestion des eaux pluviales du projet ont fait l'objet d'une étude comparative afin de tenir compte des spécificités locales de terrain. La solution d'infiltration et de rétention des eaux pluviales sous la plateforme du tramway, dans les zones favorables à l'infiltration, a été retenue. Cette solution permet de réduire les débits de rejet sous plateforme à 1 l/s, soit une diminution de 90% des rejets par rapport à la situation actuelle. Elle permet également d'infiltrer une partie de l'eau au moyen d'une structure réservoir de 50 cm d'épaisseur en moyenne constituée de matériaux granuleux avec une capacité de stocker de 30% environ. Cette structure est positionnée sous la voie du tramway, à une profondeur maximale de 1,50 m.

3.6.2. Intermodalité

Proposer un transport en commun en site propre, c'est avant tout desservir un territoire et ses points névralgiques. L'ensemble du linéaire, que ce soit dans le choix du tracé lui-même ou des stations, est destiné à permettre au plus grand nombre de bénéficier de l'effet tramway. L'extension du tramway de Caen la mer constitue un nouveau chaînon du réseau de transport en commun qui permettra, au-delà de la desserte locale, le rabattement des populations périphériques et proposera une offre complémentaire plus fine au réseau Twisto existant.

L'insertion d'un nouveau mode de transport doit forcément tenir compte des infrastructures actuelles, ainsi que du réseau de transports en commun existant, en étant connectée à ce dernier. Les connexions engendrées par le croisement de ces transports permettent de ce fait de simplifier les déplacements et assurent une meilleure accessibilité aux lieux d'emploi, d'études, d'affaires et de loisirs.

Ce nouveau mode de transport en commun s'accompagne d'un projet dédié aux modes actifs (piétons, cycles). Plutôt que de restituer à l'identique les fonctionnalités piétonnes et cyclables impactées par le projet de tramway, la Communauté urbaine Caen la mer a fait le choix de développer des itinéraires cyclables et dédiés aux piétons continus, sécurisés, confortables et attractifs.

Dans l'optique de développement de l'intermodalité, Caen la mer a également la volonté de proposer des aires de stationnement localisées aux points d'entrées dans la ville de Caen, qui permettent de favoriser l'usage des transports en commun et les déplacements doux pour les déplacements urbains.

Ainsi, un parking-relais accompagne le projet de tramway, le P+R « Chemin Vert ». Ce parking-relais a fait l'objet d'une réflexion quant à sa localisation. Initialement implanté sur une aire inscrite en zone naturelle au Plan Local d'Urbanisme de Caen, dans un parc arboré, ce P+R a été repositionné au droit d'une zone de stationnement existante, pour éviter une imperméabilisation supplémentaire, de plus en zone naturelle. Ce parking-relais bénéficie d'une position stratégique, à proximité du périphérique Nord et de la future station de tramway « Chemin Vert ». L'aménagement pourra évoluer à moyen/long terme avec une transformation possible du parking de surface en parking silo.

L'extension du tramway pourra bénéficier de la proximité de deux autres zones de stationnement réalisées dans le cadre d'opérations connexes, et qui serviront également de parkings-relais : les P+R « Zénith - Palais des sports » et « Pompidou ». Ces parkings-relais sont placés au niveau des terminus et des points d'entrées dans la ville de Caen. Ils favorisent ainsi les changements de mode de déplacements. Les automobilistes venant des communes voisines, n'ayant d'autres choix que d'utiliser leurs voitures pour se rendre dans l'aire urbaine de Caen peuvent, de ce fait, stationner dans ces stationnements incitatifs. Ils ont ensuite la possibilité de se déplacer en utilisant le réseau de transport en commun pour circuler dans l'agglomération. C'est une solution simple et flexible pour inciter les citadins à réduire l'utilisation de l'automobile au sein même de la ville.

Enfin, il était envisagé l'aménagement d'un pôle d'échanges multimodal à proximité de la Prairie de Caen, en face de l'avenue Albert Sorel. Localisé à proximité de nombreux équipements sportifs, culturels et institutionnels, il pouvait proposer une interface entre les lignes de bus et la ligne de tramway, ainsi que des connexions avec le parking automobile existant, conservé en l'état. Toutefois, l'étude du réseau de transport à terme amène à privilégier une desserte sur le boulevard Yves Guillou plus en adéquation avec le besoin.

De plus, afin de préserver un espace vert qualitatif sur lequel le pôle d'échanges multimodal se serait implanté, il a été retenu de préserver cet espace dégagé situé devant le stade nautique et de ne pas aménager de pôle d'échanges multimodal.

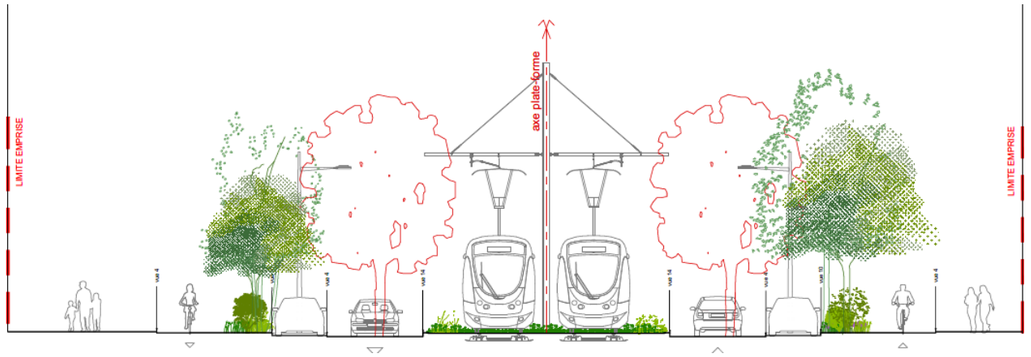
3.7. LE CHOIX DE L'INSERTION URBAINE

3.7.1.1. Branche Ouest vers Pompidou

Insertion boulevard Georges Pompidou

Aux études préliminaires, la plateforme du tramway était calée en site latéral Sud dans la contre-allée existante. Ceci imposait de fortes contraintes pour les accès riverains qui étaient situés à 2,5 m seulement de la plateforme et pour les cycles qui étaient collés à la plateforme. Cette insertion permettait d'impacter seulement la moitié du boulevard, mais était très contraignante pour les cycles et pour les riverains.

Au cours des études d'avant-projet, l'insertion de la plateforme en site axial a été étudiée. Cet aménagement est plus coûteux que la solution en site latéral Sud, car les travaux sont à réaliser de façade à façade, mais il permet de proposer des accès facilités aux riverains et d'avoir des trottoirs plus larges avec des pistes cyclables confortables du fait de la suppression des contre-allées. Le cheminement des cycles est amélioré car ils ne sont plus accolés à la plateforme. Cette modification concerne un linéaire de 840 m.



Coupe d'insertion boulevard Georges Pompidou (source : Trameo)

Insertion boulevard Yves Guillou

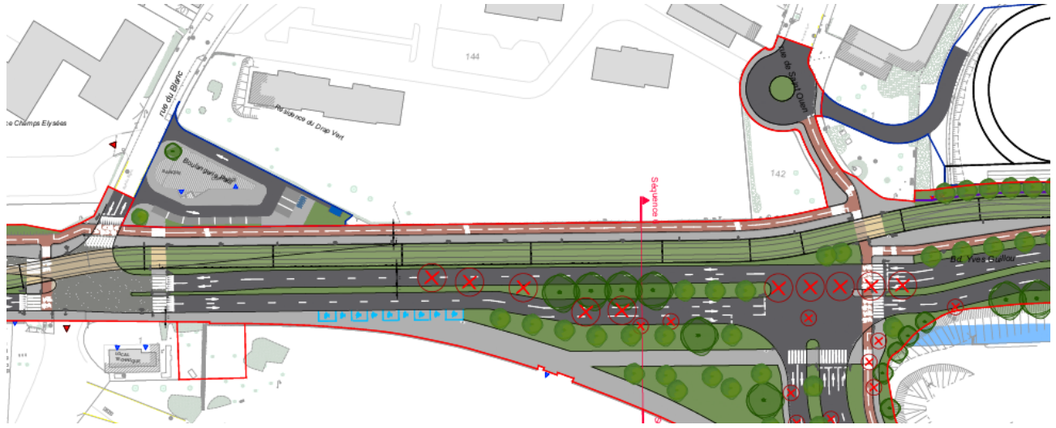
Deux variantes d'aménagement ont été étudiées le long du boulevard Yves Guillou entre la rue du Blanc et le lycée Malherbe (longueur d'environ 280 m).

- Variante 1 : tramway calé côté Nord du boulevard Guillou, piste cyclable et trottoir entre la plateforme du tramway et le boulevard ;

- Variante 2 : tramway calé côté Nord du boulevard Guillou, piste cyclable et trottoir au Nord de la plateforme.

La variante 1 était celle proposée aux études préliminaires, mais présentait l'inconvénient pour la piste cyclable de devoir traverser la plateforme au droit de la rue du Blanc, puis d'avoir une piste cyclable et des trottoirs coincés entre la plateforme et le boulevard Guillou.

La variante 2 proposée au cours des études d'avant-projet a permis aux cycles et aux piétons d'avoir un couloir plus éloigné du boulevard et donc plus apaisé. L'aménagement côté rue du Bac a été simplifié. La variante 2 a été retenue.



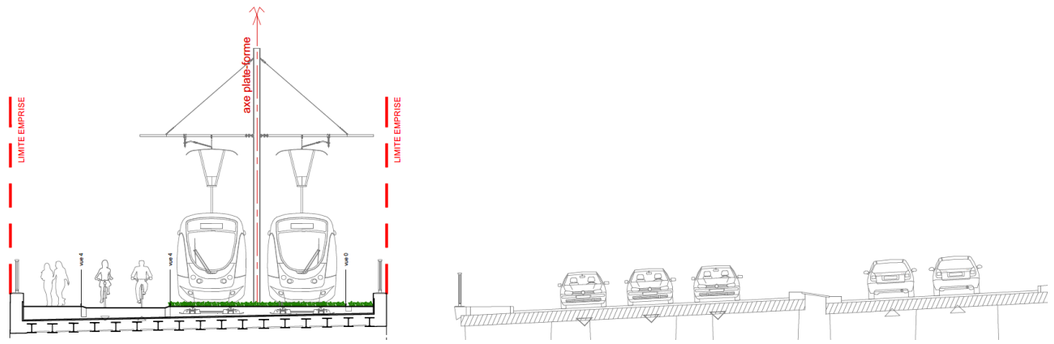
Insertion boulevard Yves Guillou entre la rue du Bac et le lycée Malherbe (source : Trameo)

3.7.1.2. Branche Nord-Ouest vers Saint-Contest via le quartier du Chemin Vert

Ouvrage d'art de franchissement de la RN814

Sur toute la longueur de la rue du Chemin Vert, le tramway est positionné en site latéral Est depuis la station « Dunois » jusqu'à la station « Chemin Vert ». Il se prolonge donc vers Saint-Contest naturellement sur le côté Est de la voirie au niveau du franchissement de la RN814. Il n'a pas été possible de positionner le tramway sur l'ouvrage existant, car cela aurait eu pour conséquence de réduire le nombre total de files de circulation de 5 à 3. Cela n'était pas envisageable compte tenu des niveaux de trafics existants et prévus à terme sur l'ouvrage, liés aux risques de remontée de file sur la RN814. Un élargissement de l'ouvrage existant n'était pas intéressant financièrement et aurait nécessité des phasages de réalisation complexes et très contraignants pour le maintien de la circulation existante.

Pour ces différentes raisons, il a été décidé de réaliser un ouvrage neuf dédié au tramway et aux modes actifs, situé à l'Est de l'ouvrage routier existant.



Coupe sur l'ouvrage d'art de franchissement de la RN814 (source : Trameo)

Insertion de la piste cyclable au Nord de la rue du Chemin Vert (entre les stations « Molière » et « Chemin Vert »)

Deux variantes d'aménagement ont été étudiées au Nord de la rue du Chemin Vert entre la rue de Bourgogne et l'avenue Robert Schumann.

- Variante 1 : tramway calé côté Est, voirie de 7 m et 4 m d'îlot entre la voirie et le tramway ;
- Variante 2 : tramway décalé vers l'Ouest, voirie de 6 m et 3 m d'îlot entre la voirie et le tramway.

La variante 1 était celle proposée aux études préliminaires, mais présentait l'inconvénient d'impacter la rangée d'arbres existants à l'Est de l'avenue.

La variante 2 proposée au cours des études d'avant-projet a permis d'épargner ces arbres et a donc été retenue.



Solution d'insertion au Nord de la rue du Chemin Vert (entre les stations « Molière » et « Chemin Vert ») (source : Trameo)

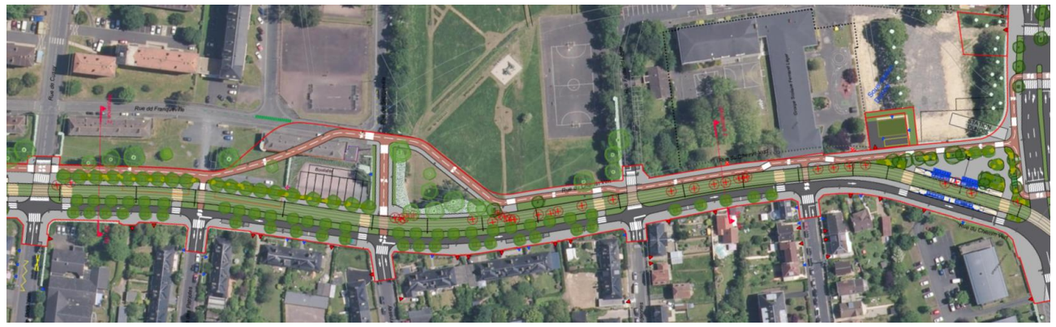
Rue du Chemin Vert Sud

Trois variantes d'aménagement ont été étudiées au Sud de la rue du Chemin Vert entre la rue de Cussy et le boulevard Dunois.

- Variante 1 : tramway en site propre, voie verte de 3 m, haie abattue ;
- Variante 2 : tramway en site mixte court (130 m) sur une voie, piste cyclable, trottoir, haie conservée ;
- Variante 3 : tramway en site mixte long (260 m) sur une voie, piste cyclable, trottoir, haie conservée.

Après une analyse multicritère et une étude détaillée, il a été décidé de retenir la variante 1.

En effet, les variantes 2 et 3, en site mixte, rendaient l'accès aux propriétés privées très complexe du fait de la proximité de la plateforme avec ces accès, et présentaient de fortes contraintes au niveau du carrefour rue du Chemin Vert / boulevard Dunois. Des risques de blocage de ce carrefour, et donc du tramway, et des problèmes de régulation de la circulation sur cette section de la rue du Chemin Vert pouvaient subvenir. De plus, l'offre en stationnement était la meilleure avec la variante 1 qui a été retravaillée par la suite pour remplacer la voie verte par une piste cyclable bidirectionnelle plus un trottoir.



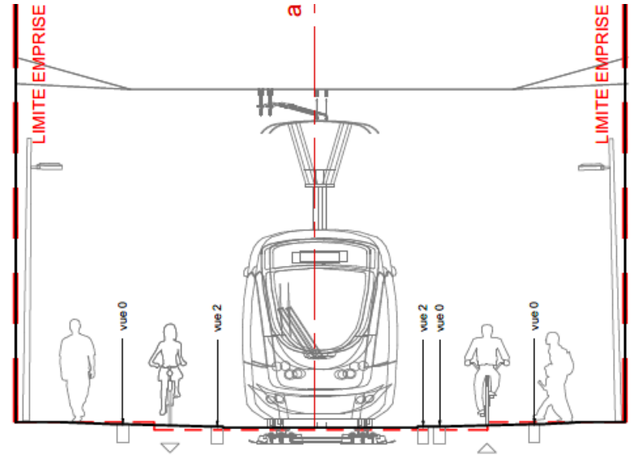
Solution d'insertion au Sud de la rue du Chemin Vert entre la rue de Cussy et le boulevard Dunois (source : Trameo)

Insertion rue du Capitaine Boualam

Le tramway présente des voies entrelacées dans la rue du Capitaine Boualam en raison de la largeur réduite disponible dans cette rue. En effet, la rue présente une distance de façade à façade de 11 m (voire localement de 9,5 m), ce qui avec une voie double classique de 7 m aurait induit des trottoirs réduits à 1 m de part et d'autre de la plateforme. Compte tenu du nombre important d'entrées charretières dans cette rue, du manque de visibilité en sortie de résidence et des problèmes de giration des particuliers sur la plateforme, il a été décidé de passer en voies entrelacées. Les voies entrelacées permettent de réduire la largeur de la plateforme à 3,25 m en croisant les rails des deux voies.

Les tramways n'ont pas la possibilité ponctuellement de se croiser, ce qui leur impose donc de circuler en mode alterné. La voie entrelacée, appliquée sur une longueur réduite de 160 m, fonctionne un peu comme une voie unique, mais ne nécessite pas d'aiguillage coûteux et pénalisant la vitesse. Cette longueur réduite permet également de ne pas contraindre la fréquence d'exploitation de la ligne.

L'utilisation de cette voie entrelacée libère un espace de 3,0 m de part et d'autre de la plateforme au point le plus contraignant, ce qui permet à la fois d'améliorer grandement la visibilité en sortie d'accès riverains, mais aussi de passer une piste cyclable monodirectionnelle de chaque côté de la plateforme.



Coupe sur voies entrelacées dans la rue du Capitaine Boualam (source : Trameo)

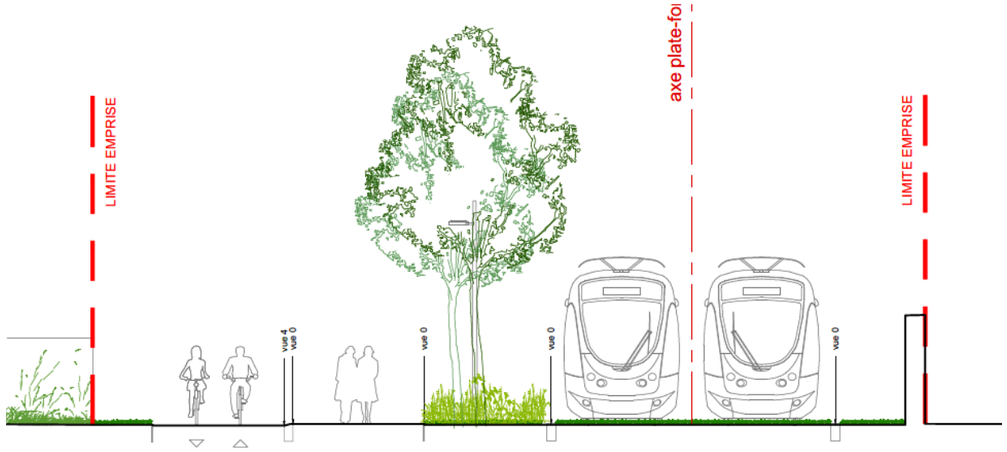
Insertion dans les emprises actuelles de l'Établissement Public de Santé Mentale de Caen

Le tramway traverse l'EPSM sur une longueur totale de 180 m depuis le carrefour avec le chemin du Petit Odon à l'Ouest jusqu'à la rue du Carrel à l'Est. Une station (station « Caponière ») est prévue dans l'enceinte de l'EPSM au croisement du chemin du Petit Odon et de l'allée du Père Jamet.

Le passage du tramway nécessite l'acquisition d'une bande de 19 m incluant la voie du tramway, une piste cyclable, un trottoir et une bande plantée. Cette acquisition se fait à la fois sur deux parkings de surface, sur une partie de voirie interne, ainsi que sur le fond du jardin de la résidence du Père Jamet, appartenant à l'EPSM.

Un mur d'enceinte de l'EPSM sera reconstruit au Sud du tramway.

La résidence du Père Jamet et son jardin sont séparés du reste de l'EPSM par le tramway et seront à terme relocalisés sur une autre parcelle à l'intérieur de l'EPSM.



Coupe d'insertion à l'intérieur de l'EPSM (source : Trameo)

Insertion du débranchement rue du Carel

Deux variantes de tracé ont été étudiées au niveau du débranchement sur l'avenue Albert Sorel :

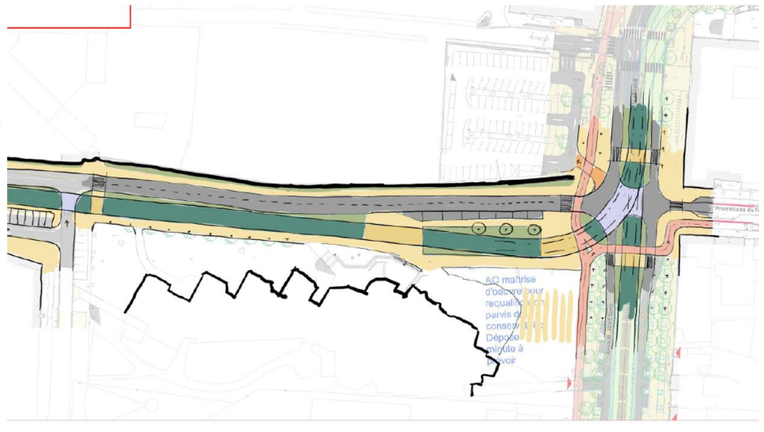
- Variante 1 : débranchement en rayon en plan de 25 m, appareil de voie R50-R25m ;
- Variante 2 : débranchement en rayon en plan de 35 m, appareil de voie R50-R35m.

La variante 1 permet à la voie du tramway d'être un peu plus éloignée du conservatoire de musique, mais présente l'inconvénient d'être en rayon 25 m impliquant des risques de crissement, une faible vitesse, une usure importante.

La variante 2 présente un rayon de 35 m impliquant moins de risques de crissement, une vitesse plus importante du tramway et une usure acceptable des appareils de voies. Cette variante a été retenue considérant que la distance au conservatoire restait acceptable (distance de 12 m) vis-à-vis des risques de vibrations. Elle permet également la mise en place d'une zone de dépose-minute le long de la rue du Carel.

Solution avec R 35m
+ Valeur de rayon plus confortable
+ permet de libérer une zone pour la dépose minute le long de la rue du Carel
+ AD unique le long de Carel

- plateforme plus proche du conservatoire de musique (plateforme à 12m)
- Plateforme par parallèle à la voirie dans la rue du Carel



Débranchement sur l'avenue Albert Sorel depuis la rue du Carel (source : Trameo)

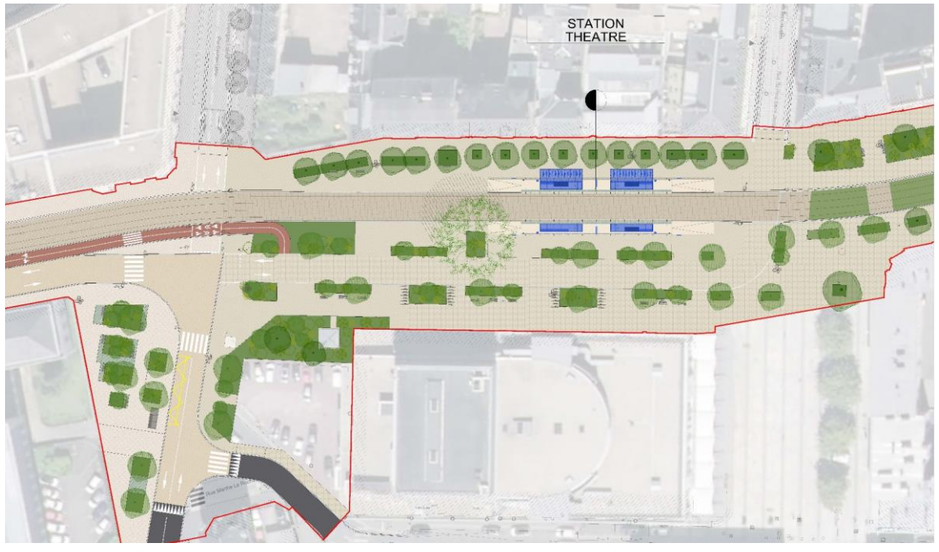
3.7.1.3. Tronc commun

Insertion Bernières/Leclerc

Plusieurs variantes de tracé ont été étudiées au niveau de la station « Théâtre » afin d'éviter l'arbre remarquable situé sur le boulevard du Maréchal Leclerc, ainsi que de limiter l'impact sur la rigole alimentaire, ouvrage hydraulique situé sous le boulevard Leclerc.

- Variante 1 : tracé du tramway au Sud de l'arbre remarquable ;
- Variante 2 : tracé du tramway au Nord de l'arbre remarquable, circulation automobile à l'Est du boulevard du Maréchal Leclerc ;
- Variante 3 : tracé du tramway au Nord de l'arbre remarquable, zone piétonne à l'Est du boulevard du Maréchal Leclerc.

En conclusion de ces études, la variante 3 a été retenue, car elle permet une mise en valeur et une extension du plateau piétonnier de l'hyper centre-ville, tout en limitant les enjeux techniques liés à la rigole alimentaire en évitant la zone la plus contrainte dans la courbe du boulevard du Maréchal Leclerc, et en préservant la desserte locale des parkings, commerces et résidences de la zone.



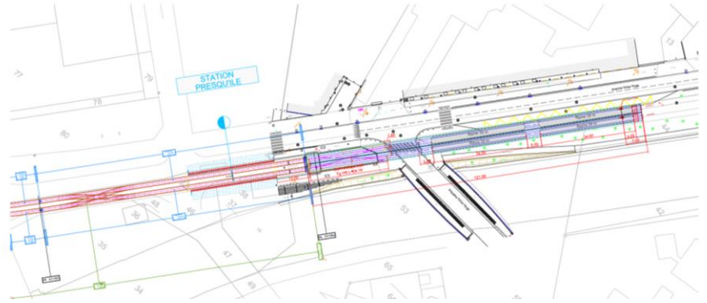
Insertion du tramway au niveau de la station « Théâtre » (source : Trameo)

Aménagement du terminus « Presqu'île »

Le projet du terminus « Presqu'île » consiste à rajouter une communication croisée et quatre positions de remisage en arrière-gare. L'étude a porté sur la position de la communication croisée d'arrière-gare avec l'analyse de deux variantes :

- Variante 1 : communication croisée avant le carrefour de l'impasse Victor Hugo ;

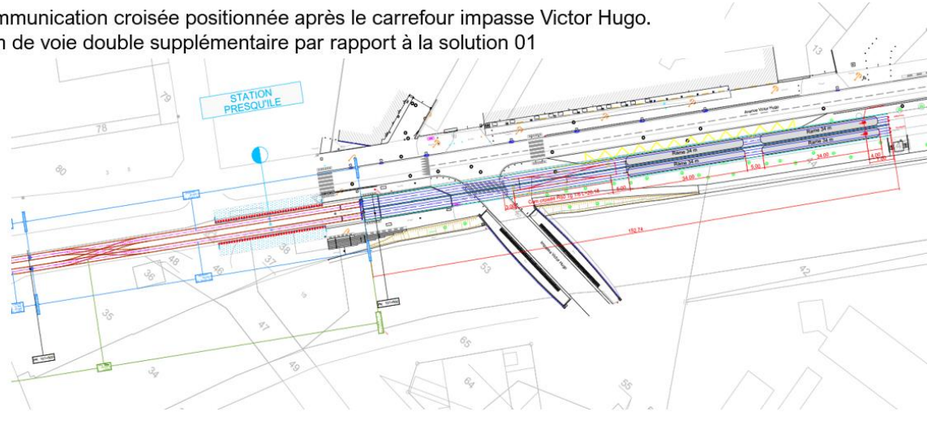
Communication croisée positionnée avant le carrefour impasse Victor Hugo



Aménagement du terminus « Presqu'île » - Variante 1 (source : Trameo)

- Variante 2 : communication croisée après le carrefour de l'impasse Victor Hugo.

Communication croisée positionnée après le carrefour impasse Victor Hugo.
50m de voie double supplémentaire par rapport à la solution 01



Aménagement du terminus « Presqu'île » - Variante 2 (source : Trameo)

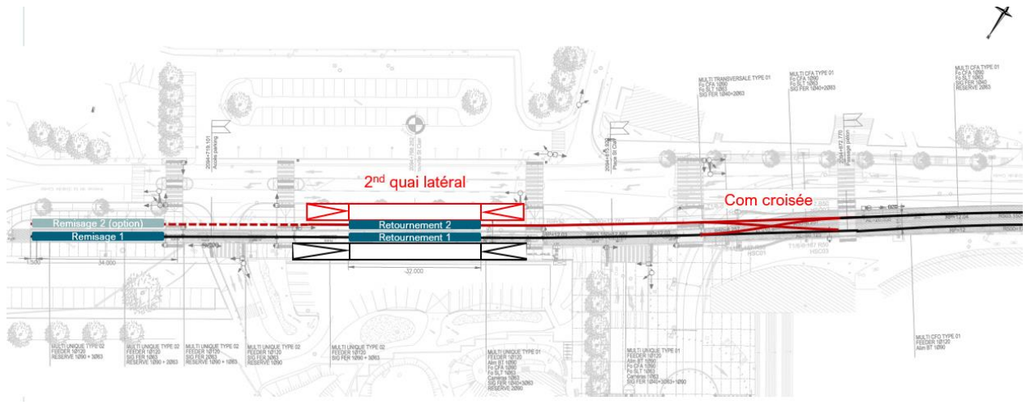
La variante 1 a été retenue car elle nécessite moins de longueur de voie nouvelle et permet donc d'épargner quelques arbres existants. La signalisation ferroviaire et routière sera adaptée en conséquence.

Aménagement du terminus « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair

L'aménagement du terminus « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair consiste à rajouter un ou des appareils de voie, un deuxième quai en face du quai existant et un certain linéaire de voie nouvelle pour manœuvrer des rames et ainsi permettre d'augmenter à terme la fréquence des tramways à ce terminus. L'étude a porté sur la position des appareils de voie ainsi que le linéaire de voie supplémentaire à réaliser :

- Variante 1 : deux communications en avant-gare, un quai supplémentaire côté Sud et une voie supplémentaire jusqu'au quai avec une option pour prolonger cette voie en une position d'arrière-gare ;
- Variante 2 : une communication croisée en avant-gare, un quai supplémentaire côté Sud et une voie supplémentaire jusqu'au quai avec une option pour prolonger cette voie en une position d'arrière-gare ;
- Variante 3 : une communication en avant-gare et un branchement en arrière-gare, un quai supplémentaire côté Sud et une voie supplémentaire jusqu'au quai.

La variante 2 a été retenue sans l'option de position d'arrière-gare supplémentaire, car elle répond au mieux à la demande d'exploitation et présente les travaux les plus concentrés.



Aménagement du terminus « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair - Variante 2 retenue (source : Trameo)

PARTIE 5. ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN CAS DE MISE EN ŒUVRE ET EN CAS DE NON MISE EN ŒUVRE DU PROJET

L'objectif de ce chapitre est d'établir l'évolution probable de l'environnement, à l'horizon de mise en service du nouveau système d'exploitation du réseau de transport en commun, soit 2028, en l'absence et en cas de mise en œuvre du projet.

L'évaluation des incidences du projet sur l'environnement est traitée de manière précise en Partie 6 « Incidences notables du projet et des travaux sur l'environnement et mesures en faveur de l'environnement » de la présente étude d'impact.

1. POPULATION ET SANTE HUMAINE

	Évolution de l'état initial sans projet de tramway	Évolution de l'état initial avec projet de tramway
Démographie	En l'absence de mise en œuvre du projet, la population de la Communauté urbaine de Caen la mer va continuer à croître, indépendamment du projet d'extension de la ligne de tramway. Soixante-trois projets de développement urbain générant des habitants ont été identifiés à l'échelle de l'agglomération autour du tracé, représentant environ 9 380 logements à terme. À ce stade de l'étude, une hypothèse de 1,82 personnes par logement a été retenue par Caen la mer, ces 9 380 logements représentent donc une augmentation de 17 000 habitants.	De même que dans le cadre du scénario de référence, il est attendu une évolution à la hausse de la population et de l'emploi dans le cadre du scénario projet. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer vers le Nord (Saint-Contest via le Chemin Vert) et l'Ouest (Beaulieu-Pompidou) facilitera l'accès aux équipements et projets urbains le long de son tracé et sera à l'origine d'une meilleure attractivité et desserte. Ainsi, avec le scénario projet, il est attendu une évolution positive plus marquée en terme de population et d'emplois. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer répond à un besoin grandissant de déplacements venant en accompagnement des projets urbains et facilitant ainsi la desserte et améliorant l'attractivité à l'Ouest de l'agglomération caennaise.
Santé humaine	Les projets programmés à l'échelle du territoire seront générateurs de déplacements, sources de nouvelles nuisances sonores, vibratoires et atmosphériques. Il en sera de même en ce qui concerne les nuisances sonores qui tendront à augmenter en raison d'une augmentation des trafics liés à l'urbanisation des quartiers. Les transports en commun existants n'offrent pas une qualité de service suffisante pour inciter au report modal. Ainsi, la situation au fil de l'eau risque de voir se dégrader les conditions de déplacements que ce soit par l'utilisation de la voiture individuelle ou par l'usage des transports en commun. Ainsi, à l'échelle de l'agglomération, il peut être attendu une dégradation de la qualité de l'air et des nuisances acoustiques liées à l'augmentation du trafic routier.	Les projets urbains de l'agglomération vont entraîner une augmentation des déplacements. La mise en service du nouveau système d'exploitation du réseau de transport en commun de Caen la mer permettra d'offrir un transport en commun efficace, fiable et attractif du fait de la mise à disposition de nouvelles lignes et de lignes de tramway modifiées. Ceci incitera au report modal et donc à une réduction des émissions atmosphériques et des nuisances acoustiques liées au trafic routier. Les déplacements modes doux seront également plus conséquents du fait de la réalisation d'aménagements cyclables et destinés aux piétons dédiés et sécurisés. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer réduit donc globalement les émissions de de polluants atmosphériques et les nuisances acoustiques, ce qui est positif au regard de la santé humaine.

2. BIODIVERSITE

	Évolution de l'état initial sans projet de tramway	Évolution de l'état initial avec projet de tramway
Habitats / faune / flore	Le projet s'inscrit en milieu fortement urbanisé, en grande partie sur des axes imperméabilisés, en enrobés. Les secteurs urbains, le long des axes déjà existants, sont très largement aménagés et ne présentent pas d'enjeu particulier au niveau des habitats naturels et/ou des espèces. En l'absence de mise en œuvre du projet de tramway, ces secteurs ne changeront pas, le paysage urbain évoluerait peu en ne considérant aucun autre projet d'amélioration des espaces publics. Concernant les arbres, certains d'entre eux poursuivraient leur évolution normale au fil des ans, tandis que d'autres devraient être coupés au motif d'un mauvais état phytosanitaire ou d'un risque potentiel qu'ils pourraient présenter aux abords de voies circulées ou au sein d'espaces publics.	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer implique une réduction des voiries et un engazonnement du site propre, c'est-à-dire une amélioration du milieu de vie (acoustique, air) et la création de nouveaux habitats d'alimentation, notamment pour les pollinisateurs. Aussi, le projet préserve les alignements d'arbres ayant une fonction de corridor écologique, permettant de fait d'améliorer les continuités écologiques. À cela s'ajoute la mise en œuvre de davantage d'enherbement (plateforme du tramway majoritairement végétalisée) et la plantation d'arbres en compensation des arbres coupés dans une logique d'amélioration éco-paysagère. D'un point de vue qualitatif, les essences d'arbres et d'arbustes plantés seront adaptées au contexte local (caractéristiques biogéographiques, écologiques et climatiques typiques de la région du Bassin parisien Nord). Les essences seront également choisies en fonction de leur capacité d'adaptation au changement climatique (essences qui résistent aux épisodes de sécheresse notamment). Les aménagements paysagers associés au projet d'extension du tramway proposent en outre la plantation d'espèces arbustives et d'une strate herbacée qui permettent d'offrir de nouveaux milieux favorables à la biodiversité. Le projet renforce donc la biodiversité en ville avec de nouveaux habitats, de nouveaux axes structurants de la trame verte et bleue (TVB) et un apaisement du cadre de vie.

3. TERRES, SOLS, EAU ET CLIMAT

	Évolution de l'état actuel <u>sans</u> projet de tramway	Évolution de l'état actuel <u>avec</u> projet de tramway
Relief	Aucune évolution significative de ces thématiques n'est à prévoir à l'échelle de temps de la réalisation du projet (2028) et de son exploitation.	
Géologie		
Sol		
Eaux souterraines	L'évolution quantitative de la ressource en eau souterraine est fonction des conditions climatiques et des aménagements anthropiques. L'évolution qualitative est complexe, mais notamment liée aux usages de surface. Il s'agit de paramètres dont l'évolution est délicate à déterminer.	Le projet occasionnera des perturbations réduites sur le sous-sol qui n'entraîneront aucune conséquence directe sur les écoulements souterrains sous-jacents. Le projet consiste en la création d'une plateforme de tramway et des aménagements accompagnant cette nouvelle infrastructure. Les risques de pollutions chroniques ou encore accidentelles ne sont pas augmentés, ces différents aménagements étant accompagnés d'ouvrages de récupération et d'infiltration des eaux pluviales lorsqu'ils le nécessitent. Le fonctionnement normal de l'infrastructure de tramway n'occasionne que peu de rejet (ruissellement) susceptible de polluer les eaux souterraines en direction du sol et du sous-sol.
Eaux superficielles	La réalisation des projets urbains va tendre à une artificialisation des sols et donc à une augmentation des surfaces imperméabilisées. Ces projets appliqueront une gestion de eaux pluviales adaptée de manière à limiter leur impact quantitatif et qualitatif sur les eaux superficielles.	La situation sera améliorée par rapport à l'existant, du fait de la réduction globale des surfaces imperméabilisées (réduction des surfaces de voiries actuellement en enrobés du fait de l'aménagement de la plateforme de tramway majoritairement végétalisée). Une gestion des eaux pluviales du projet sera mise en œuvre permettant de favoriser l'infiltration dans les secteurs où cela est techniquement réalisable et en limitant le débit de rejet dans le réseau de collecte des eaux pluviales de Caen la mer. Des structures de rétention des eaux pluviales seront mises en place.
Climat	L'évolution la plus évidente concerne celle liée au changement climatique. Celui-ci a pour conséquence une augmentation de la moyenne annuelle des températures et des précipitations, même si de nombreuses incertitudes existent quant à la vitesse prévisionnelle des changements, ainsi que leurs intensités. Sur l'échelle de temporalité considérée, soit l'horizon 2028, il est toutefois difficile d'évaluer les évolutions réelles liées au changement climatique. En l'absence de mise en œuvre du projet, les déplacements en voiture individuelle augmenteront en lien avec la réalisation des projets urbains du secteur, ce qui augmentera les émissions de gaz à effet de serre.	L'évolution avec projet est similaire à celle sans projet et concerne donc celle liée au changement climatique. La mise en place du projet favorise l'utilisation des transports en commun et permettra donc une diminution des émissions de gaz à effet de serre par rapport à la situation de référence (situation future sans projet de tramway)..

4. BIENS MATERIELS ET ACTIVITES

	Évolution de l'état initial sans projet de tramway	Évolution de l'état initial avec projet de tramway
Urbanisation, habitat, équipements, activités et réseaux	Les secteurs concernés par le projet s'inscrivent dans un contexte urbanisé. Dans les quartiers Ouest de Caen, de nombreux projets d'aménagement sont identifiés, qui amèneront à une croissance de la population à moyen terme, pour certains dès l'horizon 2028. Les déplacements pourront s'avérer compliqués dans certains secteurs et les temps de parcours souffriront par conséquent de régularité pour la desserte des principaux équipements publics, sportifs et culturels, communautaires et de la ville de Caen.	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de mieux desservir le Nord de l'agglomération (Saint-Contest via le Chemin Vert) et l'Ouest (vers Beaulieu-Pompidou via le boulevard Yves Guillou). Ces nouvelles dessertes par le tramway augmenteront l'attractivité et le dynamisme des quartiers traversés. Outre le bus actuellement, le projet permettra une meilleure desserte de l'ensemble des équipements situés à proximité des futures stations, comme le Théâtre de Caen, l'Hôtel de Ville, le Conservatoire à rayonnement régional, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, le lycée Malherbe, le parc des Expositions, le Zénith, le palais des sports, le stade d'Ornano, etc.) et les zones d'activités économiques (zone d'activités de Saint-Contest, Halle Molière, etc.). Le développement du réseau de tramway jouera un rôle de liaison vers ces équipements et les commerces pour les habitants des quartiers traversés et pour les habitants venant du Nord et de l'Ouest. Les habitants au Sud de l'agglomération et à l'Est, déjà desservis par le réseau existant du tramway, pourront aussi rallier plus facilement ces lieux.
Infrastructures de transport et trafic	Sans alternative à la voiture individuelle attractive et efficace, les demandes de déplacements continueront dans une tendance à l'augmentation avec les projets urbains prévus ces prochaines années. Les transports en commun existants n'offrent pas une qualité de service suffisante pour inciter au report modal. Ainsi, la situation au fil de l'eau risque de voir se dégrader les conditions de déplacements que ce soit par l'utilisation de la voiture individuelle ou par l'usage des transports en commun. En 2029, le réseau Flex sera mis en place sur tout le territoire, avec une restructuration associée de certaines lignes. Six zones Flex sont identifiées. Dans ces zones, une navette à la demande viendra récupérer les usagers et les transporter à des points de rabattement sur le réseau. Enfin, sans réalisation du projet de tramway, il est attendu peu d'amélioration en ce qui concerne la circulation des modes actifs. Des projets de mise en œuvre de bandes cyclables pourraient être localement projetés, mais ce type d'aménagement serait moins attractif et moins sécurisé que des pistes cyclables dédiées.	Un projet de tramway, tel que celui proposé, entraîne différents types de modifications directes sur le réseau routier initial : • Le changement du plan de circulation sur certains axes qui seront empruntés par le tramway ; • Le réaménagement de certains carrefours du tracé, pour permettre le passage du tramway ou l'accueil d'un trafic de report ; • La reprogrammation de carrefours pour assurer la priorité au tramway ; • La création de nouveaux carrefours avec les voies existantes. Ces modifications sont susceptibles de provoquer des impacts indirects consistant en des perturbations sur la circulation automobile : • Certaines voies perdent du trafic routier, alors que d'autres en gagnent selon un processus de report de trafic vers de nouveaux itinéraires ;

	Évolution de l'état initial <u>sans</u> projet de tramway	Évolution de l'état initial <u>avec</u> projet de tramway
		• Des points durs capacitaires peuvent se créer au niveau de zones de circulations sensibles, notamment au niveau des carrefours ; • Sur d'autres secteurs, le projet de tramway en réduisant les trafics, permet de créer des conditions de circulation apaisées. Les aménagements de voirie et des carrefours, ainsi que les nouveaux équipements de régulation du trafic, qui seront réalisés dans le cadre du projet, permettront de mettre en œuvre un nouveau concept de déplacement multimodal. De plus, l'exploitation du réseau de transport en commun sera améliorée étant donné la modification des terminus « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair et « Presqu'île » à Caen, qui permettra le stockage de rames au niveau de ces terminus. Enfin, du fait de l'aménagement de pistes cyclables dédiées et d'aménagements sécurisés pour les piétons, le projet encourage les mobilités douces.

5. PAYSAGE ET PATRIMOINE

	Évolution de l'état initial sans projet de tramway	Évolution de l'état initial avec projet de tramway
Contexte paysager et urbain	L'évolution du paysage est un phénomène complexe, fonction de facteurs naturels, humains et de leurs interrelations. La perception du paysage peut également varier selon la sensibilité des populations et l'époque. Sans la mise en place du projet, la présence de la ligne aérienne de contact au niveau des lignes de tramway actuelles sera maintenue et continuera de marquer le paysage en traversée du centre-ville de Caen.	Le projet va faire évoluer le paysage urbain du Nord et de l'Ouest caennais, et plus généralement de l'entrée de ville de Caen par le Nord (Saint-Contest/Chemin Vert) et l'Ouest (Beaulieu/Pompidou), de manière qualitative et positive par l'intégration d'espaces verts, d'arbres plantés et par le traitement paysager de l'espace public en cohérence avec les aménagements urbains prévus sur le secteur et le patrimoine architectural en place. Une modification importante du paysage urbain en cœur de ville de Caen est attendue du fait de la suppression de la ligne aérienne de contact entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare », situées sur les actuelles lignes de tramway. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer prévoit également le renforcement de cheminements doux pour les cycles et les piétons, qui permet de réorganiser les usages au sein de l'espace public, tout en améliorant la sécurisation des modes doux. Ainsi, une évolution positive du paysage urbain est attendue dans le cas du scénario projet.
Patrimoine archéologique et historique	Dans le cadre des aménagements urbains, des diagnostics archéologiques pouvant aboutir sur des fouilles préventives peuvent être demandés par le service régional de l'archéologie de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC). Dans le cas de fouilles préventives, des vestiges archéologiques peuvent être découverts, ce qui aurait un effet positif en ce qui concerne les connaissances sur les richesses archéologiques de l'agglomération.	Concernant l'archéologie, le projet fait l'objet d'un diagnostic archéologique, qui conclura sur la nécessité ou non d'engager des fouilles préventives. Dans ce cas, des vestiges archéologiques pourraient être découverts, ce qui aurait un effet positif par rapport aux connaissances sur les richesses archéologiques de l'agglomération. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit en partie dans le périmètre du site patrimonial remarquable de Caen et recoupe de nombreux périmètres de protection de monuments historiques. Il a été conçu afin de mettre en valeur la qualité architecturale et les prescriptions appliquées à ces secteurs. Ainsi, il est attendu une évolution positive de la thématique « Patrimoine » dans le cas du scénario projet.

6. RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

	Évolution de l'état initial sans projet de tramway	Évolution de l'état initial avec projet de tramway
Risques naturels	L'évolution des risques naturels est complexe à évaluer, fonction des conditions climatiques, mais également des actions de l'Homme. Le secteur de projet présente surtout des enjeux vis-à-vis des risques d'inondation par débordements et par remontée de nappes, ainsi que de mouvements de terrain. En l'absence de projet, ces risques ne subiront pas d'évolution notable. La réalisation des projet urbains d'ores et déjà programmés, tiendront donc des risques naturels dans leur conception.	La réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer tient compte des risques naturels identifiés dans le secteur. En ce qui concerne le risque d'inondation par débordement, le projet a recherché dans sa conception un impact minimal sur des secteurs inscrits en zone bleue du Plan de Prévention des Risques Majeurs de la basse vallée de l'Orne. Des adaptions de tracé ont donc été étudiées et une solution technique à l'aide de la mise en place d'un mur de soutènement limitant le remblai dans le lit majeur de l'Orne a été retenue.
Risques technologiques	De manière générale, les risques technologiques devraient diminuer grâce à une meilleure maîtrise axée sur la prévention et le principe de précaution.	Le projet d'extension du tramway n'a pas d'effet sur les risques technologiques.

PARTIE 6. INCIDENCES NOTABLES DU PROJET ET DES TRAVAUX ; MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

1. DEMARCHE GENERALE D'EVALUATION DES IMPACTS ET DE PROPOSITION DE MESURES

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans une démarche de développement durable, consistant à rechercher dans la définition des fonctionnalités et des possibilités d'aménagement à éviter les principaux enjeux environnementaux, puis lorsque cela n'était pas possible, rechercher une moindre incidence des ouvrages et des aménagements sur les milieux.

Développée dans le respect de la réglementation environnementale en vigueur, cette démarche repose sur trois principes :

- d'abord **Éviter** les impacts potentiels, grâce à une conception prenant en compte les enjeux environnementaux en présence et la moins impactante possible ;
- ensuite **Réduire** les impacts qui n'ont pu être évités ;
- et, si nécessaire, **Compenser** les impacts résiduels, après application des mesures de réduction.

1.1. LES EFFETS, LES IMPACTS : UNE ANALYSE DES CONSEQUENCES DU PROJET D'EXTENSION DU TRAMWAY DE CAEN LA MER

Après avoir analysé l'état actuel de l'environnement (cf. partie 3 de la présente étude d'impact), l'analyse des effets du projet s'attache à déterminer les conséquences positives et négatives de la réalisation du projet sur cet environnement.

Les différents types d'effets

L'une des étapes clés de l'étude d'impact présentée ici consiste à déterminer la nature, l'intensité, l'étendue et la durée de tous les impacts que le projet risque d'engendrer. Ces impacts pourront être positifs ou négatifs, directs ou indirects, temporaires ou permanents.

Les **impacts directs** sont directement liés au projet, à sa réalisation (travaux) et à son exploitation.

Les **impacts indirects** sont des conséquences secondaires du projet. Ils résultent le plus souvent d'interactions entre différentes composantes de l'environnement ou de mesures de correction des impacts directs. Dans ce cas, ils proviennent souvent d'aménagements accompagnant le projet, mais dont la consistance n'est pas exclusivement liée à celui-ci.

Les **impacts permanents** correspondent à des impacts irréversibles dans le temps. Ils peuvent néanmoins avoir une origine dont l'action est temporellement limitée (par exemple des travaux ponctuels).

Les **impacts temporaires** sont réversibles dans le temps. Ils sont appelés à régresser, voire disparaître totalement, plus ou moins rapidement, soit parce que leur cause aura disparu, soit parce que la situation se sera restaurée, naturellement ou après travaux d'aménagement. Il s'agit essentiellement des impacts de la phase de travaux.

Les impacts qui seront identifiés dans le cadre de la présente étude seront soit jugés **négatifs**, signifiant leur effet néfaste sur un ou plusieurs compartiments de l'environnement, soit jugés **positifs**, traduisant un effet bénéfique du projet par rapport à la situation décrite dans l'état initial.

Conformément à une pratique commune en matière d'analyse des effets, il a été adopté une présentation pour cette étude sous deux angles :

- les **effets temporaires :** il s'agit d'analyser les effets temporaires, liés au déroulement des travaux d'aménagement du projet, avant sa mise en service, hors effets d'emprise définitifs du projet ;
- les **effets permanents** : il s'agit d'analyser les effets permanents, liés à l'emprise du projet et à son exploitation.

Méthodologie d'analyse des effets du projet sur l'environnement

L'analyse des impacts, résultant du croisement entre un effet et une sensibilité locale, a été réalisée en superposant l'emprise du projet avec les cartographies des différents facteurs de l'environnement.

L'appréciation du niveau d'impact s'effectue selon l'échelle ci-après :

Impact positif	
Impact non significatif	
Impact faible	
Impact modéré	
Impact fort	

Cette partie d'analyse des effets présente les impacts généraux et localisés du projet, en indiquant, thème par thème, les effets liés à la phase travaux et ceux liés à la phase d'exploitation, c'est-à-dire lorsque le projet d'extension du tramway de Caen la mer sera mis en service.

À l'intérieur de ces deux catégories d'effets, il est précisé, chaque fois que possible, s'il s'agit d'effets directs ou indirects, ainsi que leur temporalité (à court, moyen ou long terme).

1.2. DES DISPOSITIFS EN REPONSE AUX EFFETS : LES MESURES PREVUES DANS LE CADRE DU PROJET

En réponse aux effets déterminés, des mesures environnementales adaptées sont proposées pour être mises en œuvre, c'est-à-dire des dispositifs, actions ou organisations dont l'objectif est de supprimer, réduire, et le cas échéant compenser un effet négatif des aménagements. Ces mesures sont considérées sur toutes les phases de déroulement du projet :

Les **mesures d'évitement** sont prises lors de la conception du projet. Elles peuvent consister à renoncer à certains éléments de projets qui pourraient avoir des impacts négatifs, ou à modifier la conception du projet de manière à éviter les zones fragiles du point de vue de l'environnement. Il peut également s'agir de mettre en place des mesures préventives, afin d'éviter que les impacts potentiels se produisent. Ce dernier point est couramment mis en œuvre dans le cadre d'impacts potentiels liés à des risques accidentels ou à des dysfonctionnements.

Les **mesures de réduction** des impacts sont mises en œuvre dès lors qu'un effet négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception du projet et visent à atténuer les effets négatifs du projet sur le lieu et au moment où ils se développent. Les mesures de réduction portent aussi bien sur les dimensions géographiques et temporelles des impacts que sur la force des effets induits. Elles peuvent consister à réduire la taille de l'élément impactant du projet, modifier la conception de certains éléments de projet, ou prendre des mesures supplémentaires de gestion des impacts.

Les **mesures de compensation** interviennent lorsqu'un impact ne peut être supprimé ou réduit. Elles n'agissent pas directement sur les effets dommageables du projet, mais offrent une contrepartie lorsque subsistent des impacts non réductibles. Elles peuvent consister en :

- la réhabilitation ou la reconstruction ailleurs d'éléments de l'environnement affectés par le projet ;
- la protection ou la mise en valeur d'éléments de l'environnement d'intérêt comparable à celui affecté par le projet.

Les mesures de compensation peuvent ainsi être intégrées au projet, mais peuvent aussi être localisées hors de l'emprise finale du projet et de ses aménagements connexes.

À noter que les mesures de compensation peuvent ne pas agir directement sur les effets dommageables du projet, mais offrent une contrepartie lorsque subsistent des impacts non réductibles.

Le schéma ci-dessous illustre les trois types de mesures qui peuvent être mises en œuvre face aux impacts identifiés :

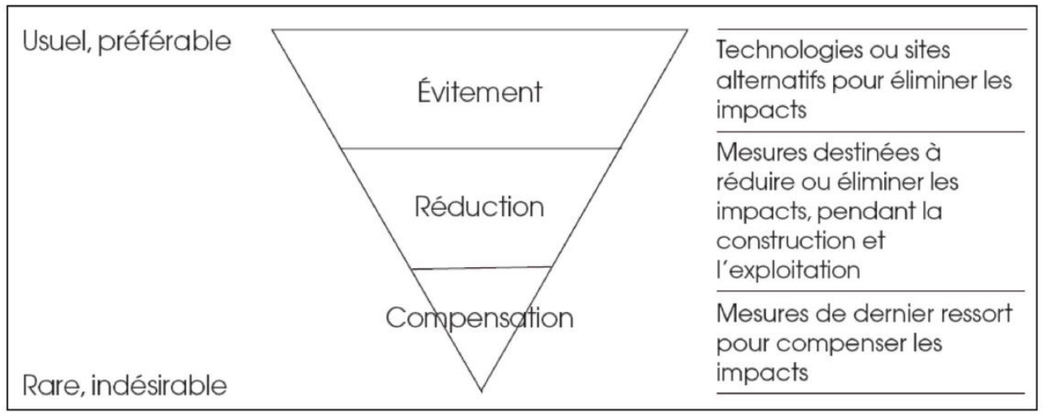


Schéma du principe et de la hiérarchisation des mesures en faveur de l'environnement

Ce schéma traduit bien le principe général qui est de privilégier les mesures d'évitement et de réduction des incidences du projet par rapport aux mesures de compensation.

En complément des types de mesures précitées, des **mesures d'accompagnement** sont également ponctuellement proposées, en complément des mesures d'évitement, de réduction, de compensation. Ces mesures permettent de renforcer leur pertinence et leur efficacité, mais ne sont pas en elles-mêmes suffisantes pour assurer une compensation.

L'ensemble de ces mesures fera l'objet de suivis.

1.3. REDACTION DES FICHES MESURES ERC

Pour chacune des thématiques environnementales, une analyse des impacts est présentée en différenciant la phase travaux de la phase exploitation. Les impacts permanents, qui perdurent en phase d'exploitation, mais dont les effets débutent dès la phase travaux, sont présentés dans les chapitres relatifs aux impacts de la phase d'exploitation.

L'analyse des impacts comprend :

- une présentation des impacts bruts et potentiels ;
- une évaluation des impacts du chantier puis de l'exploitation propre au projet d'extension du tramway de Caen la mer : en cas d'impact notable, des mesures sont proposées. Elles sont présentées dans l'ordre suivant : évitement (E), réduction (R) ;
- une analyse des impacts résiduels, aboutissant à la justification de mesures compensatoires (C). Ces dernières sont présentées dans un volet spécifique.

Un texte générique présente l'analyse environnementale. Les impacts et mesures présentant un enjeu significatif dans le cadre du projet sont présentées dans des **fiches de mesures ERC** dédiées et numérotées. Le référencement de ces fiches suit les principes suivants :

- d'abord une première lettre pour définir la catégorie de mesure : E pour évitement, R pour réduction et C pour compensation, les modalités de suivi sont décrites dans la fiche ;
- puis un numéro de référence pour définir le type dans lequel s'inscrit la mesure :
  - E.1. pour un Évitement « amont » (stade anticipé) ;
  - E.2. pour un Évitement géographique ;
  - E.3. pour un Évitement technique ;
  - E.4. pour un Évitement temporal ;
  - R.1. pour une Réduction géographique,
  - R.2. pour une Réduction technique ;
  - R.3. pour une Réduction temporelle ;
  - C.1. pour une Compensation création/renaturation de milieux ;
  - C.2. pour une Compensation restauration/réhabilitation ;
  - C.3. pour une Compensation évolution des pratiques.
- puis un numéro pour identifier la catégorie dans laquelle s'inscrit la mesure : « 1. » pour la phase de conception du dossier de demande ou la phase travaux, « 2. » pour la phase exploitation/fonctionnement ;
- enfin une lettre qui indique la sous-catégorie de la mesure.

Ces codes sont élaborés d'après le « Guide d'aide à la définition des mesures ERC » développé par le Commissariat général au développement durable et le CEREMA.

L'évaluation environnementale du projet a été établie selon les recommandations du guide de la DREAL Normandie : « *Prise en compte de la biodiversité dans les projets terrestres normands / Livret 3 : éviter/réduire/compenser* » paru en février 2023.

Les fiches mesures ERC identifient des cibles d'application de la mesure.

La correspondance avec les facteurs de l'environnement présentés en partie 3 de la présente étude d'impact est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Facteur environnement	Cible de la mesure
Population et santé humaine	Population
	Bruit & vibrations
	Air
	Autres pollutions / nuisances
Biodiversité	Habitats naturels
	Faune et flore
	Continuités écologiques
Terres, sol, eau, climat	Eau
	Sol
	Facteur climatique
Biens matériels et activités	Population
	Biens matériels
	Espaces agricoles, forestiers ou de loisirs
	Activités économiques
Paysage et patrimoine	Sites et paysages
	Patrimoine culturel et archéologique
Risques	Risques naturels
	Risques technologiques

2. EFFETS ET MESURES D'ORDRE GENERAL EN PHASE TRAVAUX

2.1. PRINCIPES GENERAUX D'ORGANISATION DES CHANTIERS

2.1.1. Durée des travaux

Le démarrage des travaux de l'extension du réseau de tramway est prévu à l'horizon du deuxième trimestre 2026 pour une mise en service en 2029.

La durée des travaux est estimée à 33 mois à compter de la maîtrise foncière de l'ensemble des emprises nécessaires à l'aménagement.

Les premiers travaux concerneront :

- les travaux préparatoires (libérations des emprises, abattages des arbres) ;
- les dévoiements des réseaux ;
- les travaux d'ouvrages d'art (pontage du passage souterrain parking Hôtel de Ville, pontage du passage cyclable souterrain Yves Guillou, mur de soutènement Quartier Lorge, mur de soutènement rue Damozanne,, remblai renforcé au niveau du lycée Malherbe et pontage de la rigole alimentaire) ;
- les travaux de reconstitution riveraine (par exemple, la restitution de la piste d'athlétisme du lycée Malherbe).

Les premiers travaux d'infrastructure commenceront fin 2026.

Les premières poses de voies sont prévues mi-2027.

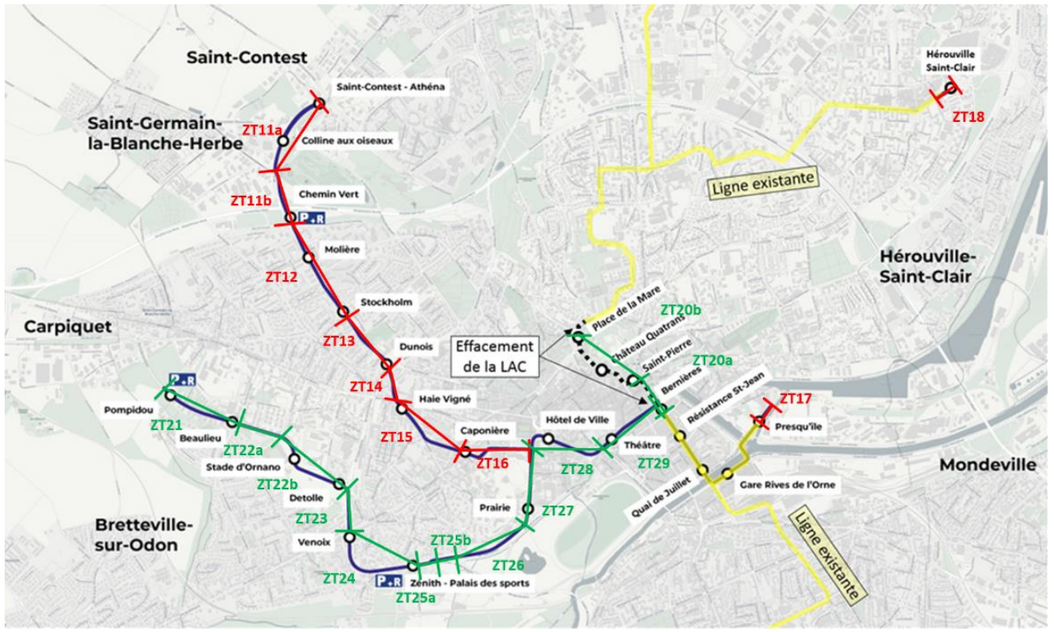
Les travaux se termineront en fin d'année 2028, date à partir de laquelle se dérouleront les essais et la marche à blanc nécessaires pour une mise en service de la nouvelle infrastructure tramway à l'été 2029.

2.1.2. Principes sommaires de phasage des travaux

Afin de former des emprises de chantier cohérentes et indépendantes les unes des autres, le projet est décomposé en 22 tronçons de travaux.

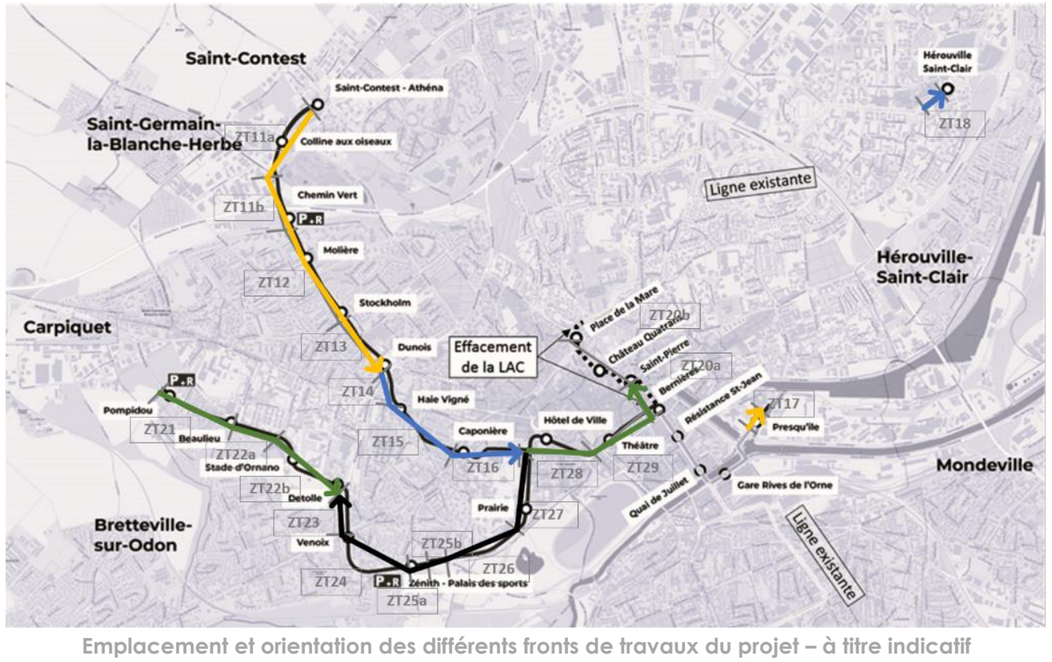
Ces tronçons sont déterminés en fonction :

- des carrefours structurants afin de pouvoir organiser la circulation autour de ces tronçons de travaux ;
- de l'insertion de la plateforme car celle-ci modifie le phasage et l'organisation de la circulation.



Découpage du projet en tronçons de travaux

Le délai relativement court de l'opération nécessite de mettre en place 4 fronts de travaux.



Emplacement et orientation des différents fronts de travaux du projet – à titre indicatif (source : Trameo)

Le projet nécessite la réalisation des différents travaux tels que décrits ci-après.

Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires consistent à libérer, dès que nécessaire, les emprises dans lesquelles vont se situer les interventions, afin de disposer des espaces nécessaires et de pouvoir organiser les chantiers tout en maintenant toutes les fonctions urbaines, ainsi que des conditions générales de circulation acceptables.

Les travaux préparatoires concernent notamment les opérations suivantes : abattage d'arbres et arbustes (à anticiper selon période requise), aménagements mineurs de voirie, création ou déplacement d'arrêts de bus, dépose et/ou (re)pose de mobilier urbain, dépose des panneaux publicitaires sur trottoirs, mise en place provisoire de l'éclairage public.

Dévoiement et renouvellement des réseaux

Les travaux de dévoiement et de renouvellement des réseaux concernent le déplacement des canalisations et des câbles enterrés qui vont se retrouver directement sous la plateforme ou dans une zone qui change de régime en passant de trottoir à chaussée par exemple.

Sont concernés les réseaux d'assainissement, d'adduction d'eau potable, de gaz, d'électricité, de télécommunication, d'éclairage public… Chaque gestionnaire de réseau fait appel à des entreprises spécialisées, ce qui amène à coordonner entre-elles de nombreuses entreprises. Les réseaux entre eux ont de plus des contraintes techniques de profondeur, de superposition et de voisinage qui imposent un ordre précis d'exécution.

Restitutions riveraines

Les restitutions riveraines consistent à rendre à un riverain une fonctionnalité impactée par le projet de tramway. La nature de ces travaux est donc très diverse, pouvant aller de la plantation d'arbres à la reconstitution de la piste d'athlétisme au niveau du lycée Malherbe.

Travaux de voirie

Les travaux de voirie comprennent notamment :

- la réalisation des trottoirs, pistes cyclables et zones de stationnements ;
- les structures de chaussée ;
- l'assainissement de surface, les réseaux d'éclairage ;
- les revêtements minéraux de plateforme.

Ces travaux sont généralement organisés en deux phases. La première phase est effectuée avant le début des travaux tramway afin d'élargir la voirie. Cela permet de maintenir un certain niveau de circulation durant toute la période des travaux. La deuxième phase est effectuée après les travaux de tramway afin de finaliser l'aménagement de l'espace public.

Les revêtements de chaussée définitifs seront réalisés en pleine largeur, donc en fin de chantier, par un travail en horaire de jour ou de nuit selon les contraintes de circulation. Les revêtements définitifs doivent être réalisés avant le démarrage des essais afin de permettre la réalisation des marquages définitifs au niveau des carrefours, ainsi que la réalisation des boucles de détection sous voirie.

Les espaces verts, le mobilier urbain et l'éclairage sont posés en temps masqué à l'achèvement des travaux de voirie sur les zones considérées.

Travaux spécifiques au tramway (multitubulaire, plateforme, voie ferrée)

Les travaux de plateforme comprennent les terrassements, la réalisation du « support » de la future voie ferrée (y compris la période de séchage) et la réalisation de la multitubulaire. La réalisation des massifs pour les lignes aériennes de contact est généralement intégrée dans cette phase.

Les travaux de voie ferrée comprennent, pour une pose classique, la distribution des traverses, la pose des rails, leur soudure et le réglage de la voie, puis le béton de calage. Les travaux de voie ferrée constituent la « véritable colonne vertébrale » du planning, autour de laquelle sont organisés les autres travaux, afin de garantir un avancement linéaire de l'entreprise sur les fronts de travaux identifiés.

Travaux de bâtiments

Les travaux de bâtiments concernent la réalisation des bâtiments techniques réalisés dans le cadre du projet.

La construction des locaux techniques tels que les sous-stations est organisée en chantiers indépendants. Leur construction doit être suffisamment anticipée pour permettre l'installation des équipements électriques nécessaires aux essais des équipements qu'ils alimentent.

Les sous-stations électriques doivent être opérationnelles suffisamment en amont de la mise en service du système de transport pour alimenter les équipements basse tension (signalisation ferroviaire, équipements courants faibles) et pour la traction lors des essais.

Travaux d'ouvrages d'art

Les travaux d'ouvrages d'art sont organisés en chantiers indépendants et sont commencés au plus tôt. Cela afin de permettre le passage de la voie ferrée.

Les ouvrages d'art réalisés sur le projet sont de différents types :

- un ouvrage de franchissement supérieur du périphérique (RN814) au niveau de l'échangeur du Chemin Vert ;
- un remblai renforcé au niveau du lycée Malherbe ;
- des murs de soutènement au niveau du centre sportif de la Haie Vigné et du quartier Lorge ;
- des renforcements d'ouvrages d'art existants au niveau du passage souterrain cycles Sorel-Guillou, du passage de la bibliothèque (au niveau de l'Hôtel de Ville) et de la Rigole Alimentaire au niveau du boulevard du Maréchal Leclerc.

2.1.3. Principes généraux d'organisation des chantiers

Les voies parcourues par le projet de tramway ayant des profils très différents, les phasages suivront des logiques bien particulières pour chacune.

Cependant, des principes généraux s'appliquent :

- maintien de la circulation routière (réduction possible à un sens de circulation sur certaines voies) ;
- travaux d'aménagement successifs de la plateforme tramway, puis des voiries définitives, ou inversement, permettant de mettre en place une emprise travaux sans bloquer complétement l'axe.

2.2. NATURE ET QUANTITE DE MATERIAUX UTILISES ET ESTIMATION DES EMISSIONS ATTENDUES

2.2.1. Phase travaux

Nature et quantité des matériaux et des ressources utilisés

La phase travaux entraîne la consommation :

- d'eau (nettoyage, arrosage du chantier, eau de boisson, fonctionnement des locaux sanitaires…) ;
- de matériaux de construction de la plateforme de tramway et de l'aménagement des espaces publics ;
- de végétaux pour la réalisation des plantations ;
- d'énergies et carburants pour l'alimentation des engins de chantier et des véhicules de transports de matériaux. Cette énergie pourra être électrique (réseau électrique ou groupe électrogène) ou thermique (engins de chantier).

La réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer nécessite une quantité importante de matériaux de construction, dont les principaux matériaux utilisés sont le béton, le sable, la pierre, les graves/bitume et enrobés, l'acier (rail/poteaux).

L'aménagement de la plateforme, des voiries et des espaces publics nécessite également des mouvements de terres (déblais/remblais). La conception du projet veille à se caler au plus près du terrain naturel afin de limiter l'incidence du projet et les besoins en matériaux.

Le bilan des terrassements (déblais / remblais) à réaliser dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer a été évalué. À ce stade des études, les volumes estimés sont de :

- Déblais : environ 140 000 m^3 (dont environ 20 000 m^3 de terre végétale) auxquels s'ajoutent environ 31 000 m^3 de voirie démolie ;
- Remblais : environ 136 000 m^3, dont environ 80 000 m^3 de couche de forme d'apport, environ 18 000 m^3 de remblais d'apport et environ 38 000 m^3 de terre végétale.

Production de déchets

La réalisation du projet sera à l'origine de production de déchets de chantier comme pour tout chantier de terrassement et de génie civil. Les déchets et émissions pourront être notamment :

- Des **déchets de démolition de voiries** : enrobés de voiries pouvant contenir de l'amiante et des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), couches de

formes, collecteurs, regards, descentes d'eau, bordures, trottoirs, équipements de signalisation routière, etc. ;

- Des **déchets de démolition de canalisations et équipements associés** : dépose de canalisations diverses (alimentation en eau potable, assainissement, etc.), dépose du Réseaux Mixtes Technologiques (RMT), etc. ;
- Des **déchets de Bâtiments et Travaux Publics (BTP)** liés à la démolition des bâtiments : des **déchets inertes** (bétons, verre -partie vitrage uniquement-, matériaux bitumineux sans goudron, terres et pierres -y compris déblais mais hors terre végétale-, des **déchets non dangereux non inertes** (métaux et leurs alliages, bois bruts ou faiblement adjuvantés, papiers, cartons, plastiques, laines minérales, mélanges de ces différents déchets, y compris les mélanges contenant des déchets inertes), et des **déchets dangereux** (bois traité avec des substances dangereuses, emballages souillés par des substances dangereuses, produits contenant du goudron, lampes à économie d'énergie, Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE) contenant des substances dangereuses, de l'amiante friable et liée et tous matériaux amiantés, etc.) ;
- Des éventuels terres et sols pollués à évacuer ;
- Des déchets solides divers liés à la réalisation des travaux de voirie, du génie-civil : coulis de ciments ou bétons, ferrailles, bois, etc. ;
- Des rejets ou émissions liquides : eaux pluviales de lessivage de terrassements ou de chantiers, assainissement de chantiers, hydrocarbures… ;
- Des déchets verts : terre végétale, arbres coupés, espaces verts ;
- Des déchets alimentaires liés à la vie sur le chantier.

Les déchets liés à toute activité humaine dans la base vie (déchets non liés au chantier) font l'objet d'un tri sélectif au moyen de containers mis à disposition dans la base vie. Ces derniers seront évacués selon le mode de collecte actuel. Les déchets du personnel seront mis en sacs et collectés via le système de collecte des ordures ménagères.

Les déchets industriels banals (bois, cartons, papiers), ainsi que les résidus métalliques, sont collectés et récupérés par une filière adaptée.

Les déchets polluants seront rassemblés dans des containers étanches et évacués par une entreprise agréée sur un site autorisé.

Les déchets de chantier seront évacués vers des décharges établies conformément à la réglementation générale en vigueur.

Les déblais, notamment ceux provenant des déconstructions de voiries existantes, seront évacués par poids-lourds. Les enrobés et bétons seront recyclés au maximum selon leur qualité.

Autres résidus générés en phase travaux

La construction du projet d'extension du tramway de Caen la mer générera plusieurs types de résidus, liés à l'activité humaine et à l'activité du chantier, qu'il conviendra de traiter afin de limiter la nuisance visuelle et olfactive, mais également le risque de pollution qu'ils pourront engendrer.

Chaque type de résidus, généré par le projet, sera pris en charge par une filière adaptée.

- Gestion des matériaux : Les principes généraux retenus résident en premier lieu dans la recherche de réutilisation (valorisation) au maximum : équilibre déblais/remblais dans les zones de terrassement, réutilisation d'une partie des matériaux d'excavation des réseaux ou des voiries pour les besoins du projet (remblais et granulats à béton par exemple).
- Dépôts provisoires : Les matériaux issus des « purges » de terrassement ou de démolition des réseaux et voiries existants, nécessitent parfois une mise en dépôt provisoire avant leur lieu de destination définitif (qu'ils soient valorisés ou mis en dépôt définitif).
- Dépôts définitifs : Les matériaux qui seront mis en dépôts définitifs, si besoin après traitement, sont des matériaux naturels extraits du milieu, inertes et ne représentant aucun danger pour l'environnement et les populations. À ce jour, aucun matériau potentiellement amiantifère ou anormalement radioactif n'a été mis en évidence par les reconnaissances réalisées.
- Transports de matériaux : Du point de vue des échanges de matériaux, le projet est proche d'infrastructures structurantes permettant une circulation facilitée des camions. Cela permettra de limiter l'impact de ces transports. Cependant, sur tout le linéaire du projet, les voiries locales seront également utilisées pour les approvisionnements extérieurs et pour les transports de déblais vers certains sites de dépôts.

Les autres principales émissions attendues lors de la phase de construction sont les émissions de poussières et le bruit. L'évaluation des effets temporaires liés à la phase de construction, ainsi que les mesures mises en œuvre pour réduire ces effets, sont traitées plus précisément à partir du chapitre 2.3 de la présente partie 6 de l'étude d'impact.

2.2.2. Phase d'exploitation

Ressources naturelles utilisées en phase d'exploitation

En phase opérationnelle, divers matériaux et ressources naturelles sont susceptibles d'être utilisés (eau potable, papier, plastique, verre, bois, …) pour l'exploitation et l'entretien des équipements des futures lignes de tramway :

- Récupération et réutilisation des eaux pluviales pour l'arrosage des espaces végétalisés. Cet arrosage sera fortement limité par l'utilisation d'essences végétales ne nécessitant pas ou très peu d'arrosage ;
- Besoins en eau pour les locaux techniques (dont le nettoyage des rames) ;
- Consommation de bois, en faible quantité : des palettes et caisses en bois pour la livraison et le stockage des pièces de rechange.

Pour les apports en eau potable, les locaux du tramway seront raccordés au réseau d'alimentation en eau potable de Caen la mer.

Émissions en phase d'exploitation

Le projet, en favorisant les déplacements en transports collectifs et les modes de déplacement actifs, en alternative à la voiture particulière, s'inscrit dans une logique de développement durable. Ces conceptions de la mobilité urbaine, destinées à réduire la nécessité du recours aux énergies fossiles génératrices de gaz à effet de serre, concourent à réduire les comportements anthropiques à l'origine du réchauffement climatique et n'engendrent pas d'émissions atmosphériques.

Les principales émissions liées au projet d'extension du tramway de Caen la mer sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Eaux pluviales	Mise en place d'un système d'assainissement pour traiter les eaux pluviales avant leur rejet dans le milieu naturel, destiné à protéger les écoulements superficiels naturels et les eaux souterraines de toute pollution liée à l'infrastructure.
Émissions lumineuses	Éclairage de milieu urbain, adapté et limité
Émissions sonores	Émissions sonores provenant de la circulation des tramways et de la circulation routière

2.2.3. Bilan des émissions de gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre (GES) sont des constituants gazeux de l'atmosphère qui absorbent et renvoient certains rayonnements émis par la surface de la terre, l'atmosphère et les nuages. L'augmentation exagérée de ces gaz, en raison des activités humaines, est responsable du réchauffement climatique actuel.

Les principaux gaz à effet de serre sont : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O), l'hexafluorure de soufre (SF_6), les hydrochlorofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et le trifluorure d'azote (NF_3).

L'évaluation, réalisée à partir de la méthodologie Bilan Carbone® de l'ADEME, prend en compte les émissions de gaz à effet de serre (GES) :

- générées par les travaux d'infrastructures ;
- générées et évitées en phase d'exploitation suite aux évolutions des circulations et des consommations énergétiques.

Périmètre de l'évaluation

Afin d'évaluer les impacts potentiels sur le changement climatique générés par le projet, il est indispensable de définir précisément le périmètre de l'évaluation.

La présente évaluation prend en compte la phase de construction et d'exploitation du projet :

- Études et conception :
  - L'exécution des études : études topographiques, géotechniques, environnementales, etc. ;
  - La mobilisation de la maîtrise d'ouvrage hors installations sur chantier ;
  - La mobilisation de la maîtrise d'œuvre hors installations sur chantier ;
- La construction du projet :

Les facteurs d'émissions de cette partie intègrent la production des matériaux (déblais, granulats, bitume, ciment, etc.), le transport des matériaux et des matériels et l'utilisation des engins pour la mise en œuvre.

  - Les acquisitions foncières et libérations d'emprises, comprenant les démolitions et reconstruction associées ;
  - L'exécution des travaux préliminaires et des dévoiements de réseaux (y compris ceux comptabilisés à la charge des concessionnaires réseaux) ;
  - Les installations de chantier ;
  - La réalisation de l'infrastructure et du système de transport et des aménagements urbains associés ;
  - Les travaux d'ouvrages d'art ;
  - Les travaux d'extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne ;
- L'exploitation du projet :

Comprend les émissions de GES imputables à l'exploitation et à la maintenance du système de transport pendant une période donnée, nous prenons ici une hypothèse de 50 ans d'exploitation, cette hypothèse peut être considérée comme une durée de vie moyenne de l'ensemble du projet.

  - L'exploitation, la consommation et la maintenance du système de transport ;
  - L'évolution des trafics, notamment les reports modaux de la voiture et du bus vers le nouveau service de transport en commun ;

- La restructuration du réseau de transport associée à la mise en œuvre du projet ;
- La captation carbone des arbres plantés.

Estimation de l'empreinte carbone en phase d'étude et de construction des infrastructures

Sur la base des données et hypothèses présentées ci-après, les émissions de gaz à effet de serre générées lors de la phase d'étude et de construction des infrastructures seraient d'environ 66 790 téqCO_2, soit un coût carbone comparé à la durée de vie de l'infrastructure (50 ans) d'environ 1 335 téqCO_2 par an.

Ce total, équivaut à environ 7 560 téqCO_2 par kilomètre de tracé.

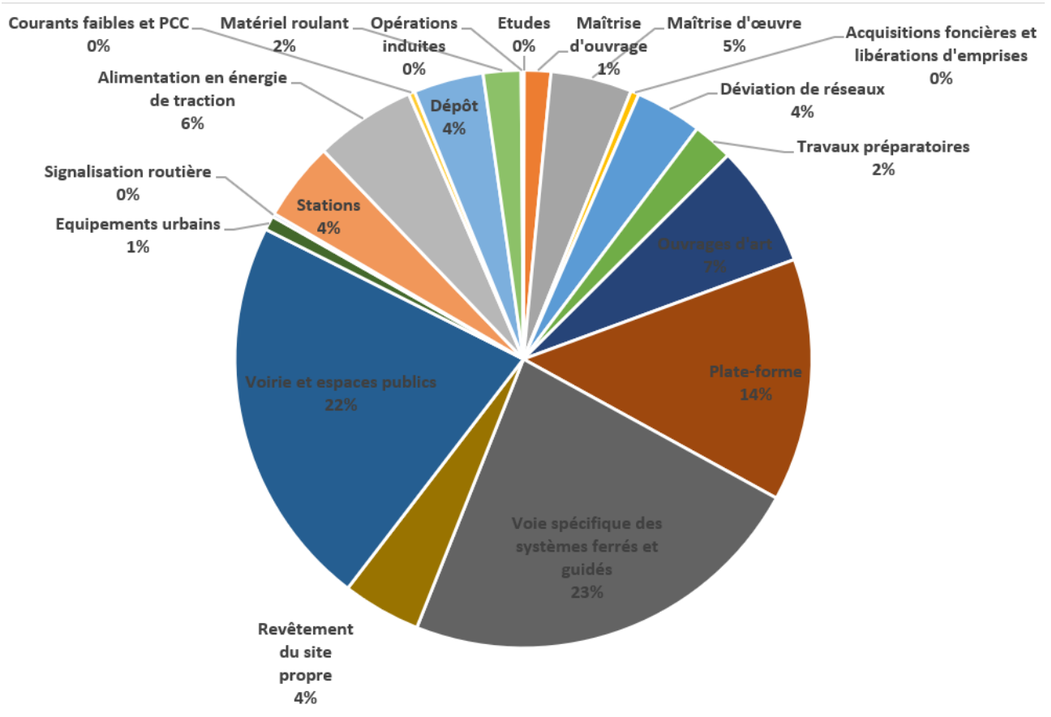
Ces émissions sont détaillées par poste dans le tableau ci-après.

		Coût carbone de l'opération en (TeqCO2)	
n°	Poste	Coût yc chantier	%
1	Etudes	27	0,0%
2	Maîtrise d'ouvrage	996	1,5%
3	Maîtrise d'œuvre	3 040	4,6%
4	Acquisitions foncières et libérations d'emprises	312	0,5%
5	Déviation de réseaux	2 500	3,7%
6	Travaux préparatoires	1 499	2,2%
7	Ouvrages d'art	4 584	6,9%
8	Plate-forme	9 075	13,6%
9	Voie spécifique des systèmes ferrés et guidés	15 386	23,0%
10	Revêtement du site propre	2 936	4,4%
11	Voirie et espaces publics	14 690	22,0%
12	Equipements urbains	534	0,8%
13	Signalisation routière	124	0,2%
14	Stations	2 955	4,4%
15	Alimentation en énergie de traction	3 784	5,7%
16	Courants faibles et PCC	236	0,4%
17	Dépôt	2 615	3,9%
18	Matériel roulant	1 413	2,1%
19	Opérations induites	83	0,1%
	Total phase de construction	66 790	100%

Émissions de GES en phase d'étude et de construction

Parmi les postes les plus émissifs en GES liés aux travaux :

- La plateforme du tramway (postes n°8, 9 et 10) représente environ 40% des émissions. Les terrassements (engins, évacuation des terres), la pose de béton (multitubulaire, fondation et plateforme bétonnée) et la production des rails en acier sont les principaux postes d'émissions de GES. ;
- Les travaux de voirie et espaces publics représentent environ 22% des émissions ;
- Les ouvrages d'art et de confortement génèrent environ 7% des émissions.



Répartition des émissions induites du projet par postes

Les principaux éléments considérés pour chacun des postes sont explicités dans le tableau ci-après.

N°	Poste	Descriptif contenu	Hypothèses générales
0	**Chantier**	Base-vie, engins de chantier, gestions des déchets, des transports de la main d'œuvre, etc.	Émissions (6% du total) réparties dans l'ensemble des catégories 4 à 19
1	**Études**	Études hors maîtrise d'œuvre et d'ouvrage : relevés topographiques, géotechniques et de reconnaissance des sols, acoustiques et air. Missions OQA, contrôle technique et SPS.	Durée de la notification de la MOE à la mise en service : 52 mois
2	**Maîtrise d'ouvrage**	Direction de la maîtrise d'ouvrage (directeur, adjoint, administratif, financier, technique, etc.) et mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (procédure, exploitabilité, et juridique).	Durée de la notification de la MOE à la mise en service : 52 mois
3	**Maîtrise d'œuvre**	Direction de la maitrise d'œuvre (y compris technique, administrative, financière et juridique) et ensemble du personnel de suivi technique.	Durée de la notification de la MOE à la mise en service : 52 mois
4	**Acquisitions foncières et libérations d'emprises**	Démolitions et reconstruction des bâtis et clôtures des parcelles impactées.	Démolition de plusieurs bâtiments et mur de soutènement. Restitutions urbaines complémentaires (VRD et terrain d'athlétisme)
5	**Déviation de réseaux**	Totalité des dévoiements de tous types de réseaux (assainissement, eau potable, gaz, électricité, télécom, chauffage) associés au projet : fabrication, transports des nouveaux câbles et conduites et émergences et terrassements.	Totalité du linéaire de l'extension concerné : 9,1 km d'infrastructure nouvelle
6	**Travaux préparatoires**	Dépose de mobilier urbain, éclairage et signalisation.	Surface projet de façade à façade : 305 000 m²
7	**Ouvrages d'art**	Travaux de terrassement, confortations, fondations et gros-œuvre.	Construction de 7 nouveaux ouvrages d'art : franchissement du périphérique de Caen (RN814), passage souterrain parking Hôtel de Ville, passage souterrain piste cyclable Yves Guillou, canalisation de l'Odon en souterrain Rigole Alimentaire, mur de soutènement Quartier Lorge, mur de soutènement rue Damozanne, mur de soutènement lycée Malherbe
8	**Plateforme**	Purges locales, terrassement et couche drainante localisée de la plateforme. Assainissement et raccords à la voirie, multitubulaire et chambres de tirages.	Linéaire de plateforme de 9,1 km Multitubulaire 2x6 fourreaux
9	**Voie ferrée**	Pose de voie et appareils de voies de toutes natures	Linéaire de voies : 9,1 km de voie double 5 communications simples 5 communications croisées 6 branchements simples
10	**Revêtement du site propre**	Fabrication, transport et pose de revêtements de tous types : enherbement, pavés pierre, enrobés coloré ou grenaillé, béton.	Prise en compte des surfaces en béton désactivé, béton armé, pavé pierre et plateforme végétalisée

11	**Voirie et espaces publics**	Terrassements de réseaux, structure et revêtement de chaussée et trottoir.	Environ 90 000 m³ de terrassement
12	**Équipements urbains**	Plantation d'arbres et mobilier urbain : bancs, potelets, arceaux, corbeille, etc.	
13	**Signalisation routière**	Signalisation horizontale et verticale et Signalisation Lumineuse Tricolore (SLT).	52 carrefours équivalent simples
14	**Stations**	Terrassement, génie civil, gros œuvre, second œuvre et équipements (mobilier, éclairage et panneaux d'informations) des stations.	14 stations type : quais latéraux de 3,20 m de large en finition béton 1 station en finition béton à quai central 2 stations à quais latéraux de 3,20 m de large en finition minérale Modification de la station terminus « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair
15	**Alimentation en énergie de traction**	Construction des postes de redressement (sous-stations électrique) et installations de Lignes Aériennes de Contact (fondations, amenée, pose et armement).	5 postes de redressement en ligne Modification d'une sous-station existante Approximativement 290 poteaux LAC
16	**Courants faibles et PCC**	Bâtiments et systèmes de contrôle et d'exploitation de la ligne de tramway : SAEIV, distribution et oblitération des titres de transport, signalisation et commandes spécifiques à la gestion d'un tramway, poste de commande en ligne correspondant.	Extension des systèmes existants
17	**Dépôt**	Construction de l'extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne	1 300 m² supplémentaire et 2 voies de remisage à l'extérieur
18	**Matériel roulant**	Les émissions liées à la fabrication des rames de tramway supplémentaires nécessaires, y compris frais de mise en service du matériel et formation du personnel.	10 rames supplémentaires
19	**Opérations induites**	Opérations induites par le projet, indirectement générées par l'exploitation du système de transports ou par l'aménagement de voirie.	Parking-relais « Chemin Vert »

Principaux éléments considérés pour chacun des postes de l'évaluation

Estimation de l'empreinte carbone en phase d'exploitation

Les hypothèses issues du bilan socio-économique du projet sont les suivantes :

- Veh.km produits par l'ensemble du réseau tram : **737 000 veh.km/an ;**
- Veh.km économisés grâce au projet par le report modal à la première année de mise en service : **15 188 624 veh.km** ;
- Veh.km économisés grâce à la restructuration du réseau bus : **556 000 veh.km/an** ;

Sur cette base :

- Les émissions de gaz à effet de serre générées lors de la phase exploitation seraient d'environ **441 téqCO₂/an**, soit **22 503 téqCO₂** sur toute la période.

Ces émissions sont essentiellement dues aux émissions (évaluées en cycle de vie) du matériel roulant, composées majoritairement de sa consommation électrique. Environ 12% des émissions liées à l'exploitation proviennent de la part de l'extension du CEMT de Fleury-sur-Orne.

De plus, l'extension comprenant une partie du linéaire sans ligne aérienne de contact (LAC), ainsi qu'une opération d'effacement de la LAC sur le réseau existant en centre-ville, il est nécessaire de chiffrer l'empreinte carbone d'un fonctionnement des tramways sur batterie. Cette opération nécessite d'équiper l'entièreté du parc, soit 36 rames qui disposeraient chacune d'une batterie de 25 kWh, soit un coût carbone de 90 tCO2e pour l'équipement de tout le parc.

Une durée de vie de 8 ans est considérée pour les batteries, ce qui implique au total 7 acquisitions complètes des 36 batteries sur la période 2028-2078 (période d'analyse retenue selon le calendrier initial de l'opération). Le coût carbone des batteries est donc estimé à **630 téqCO₂**.

Enfin, on considère que 704 arbres seront conservés dans le périmètre de l'opération et 810 nouveaux arbres seront plantés. Environ **2 033 téqCO₂** sont ainsi captés jusqu'en 2078 (comptées négativement).

Pour conclure, **le tableau suivant récapitule l'estimation de l'ensemble des émissions imputables au projet pendant sa période d'exploitation**.

	Émissions entre 2028 et 2078 (téqCO₂)
Exploitation du système tramway et du SMR	22 503
Acquisitions et renouvellements des batteries	630
Captation des arbres	-2 033
TOTAL	**21 100**

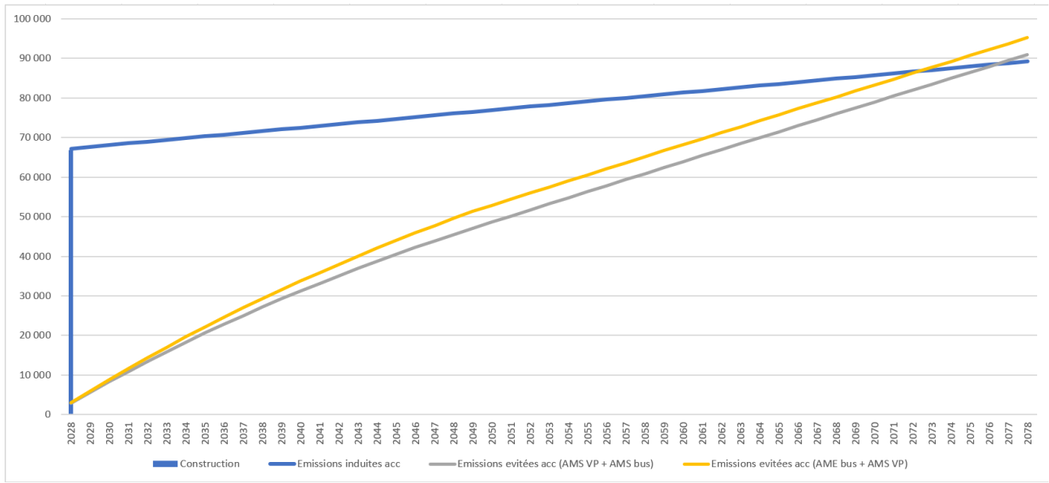
Émissions induites par le projet en phase d'exploitation (sur 50 ans - en téqCO₂)

- Les émissions de GES évitées et captées annuelles sur la période 2028-2078 sont estimées à :
  - Report modal : environ **83 934 téqCO₂** évitées
  - Restructuration bus :
    - Environ **7 032 téqCO₂** évitées selon le scénario AMS
    - Environ **11 300 téqCO₂** évitées selon le scénario AME
  - Captation carbone des arbres : 358 arbres supplémentaires par rapport à l'existant : environ **418 téqCO₂ captées**.

Par conséquent, le bilan d'émissions de GES en phase d'exploitation est de -70 284 téqCO₂ pour le scénario AMS et -74 552 téqCO₂ pour le scénario AME.

Le graphique suivant représente les émissions carbone estimées sur la période 2028-2078, dont leur évolution au cours du temps sur la base de 66 790 téqCO₂ émises lors de la construction de l'extension du tramway.

Les courbes grises et jaunes correspondent respectivement aux émissions évitées par les scénarios AMS et AME.



Évolution des émissions carbone du projet sur 50 ans en téqCO₂

Selon ces estimations, le temps de retour carbone est estimé entre 45 (scénario AMS) et 49 (scénario AME) années.

Ces estimations tiennent compte des dernières tendances et hypothèses prises en compte pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre (forte révision à la baisse des émissions carbone des véhicules particuliers et bus en partie liée à l'évolution de la composition du parc automobile et nouvelles hypothèses d'intégration de bus roulant au gaz naturel et électriques).

Synthèse

D'après cette estimation des émissions carbone, sur la base des hypothèses et entrants considérés à ce stade et présentés ci-avant, le projet génèrerait environ :

- Coût carbone de l'infrastructure et des travaux : **66 790 téqCO_2** ;
- Coût carbone de l'exploitation/maintenance : **21 100 téqCO_2** ;
- Gain carbone par km évité de véhicule particulier et de bus : **entre - 90 966 et - 95 234 téqCO_2** ;
- Gain carbone capté par les arbres plantés en supplément de l'existant :**- 418 téqCO_2/an.**

Au terme de la période 2028-2078, l'ensemble des émissions carbone émises lors de la construction auront été évitées ou captées.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

La phase de fin de vie du projet, incluant la déconstruction de l'ouvrage, le transport des déchets et leur traitement dans des filières adaptées est un module distinct du bilan carbone tout comme la phase de réutilisation potentielle.

Les scénarios envisageables de fin de vie du projet, qui comptera plusieurs dizaines d'années d'exploitation à cet horizon, sont nombreux : démantèlement totale de l'installation, rénovation et/ou allongement de la ligne, requalification des installations pour un usage différent, etc. Ces différents scénarios présentent une empreinte carbone très variable. Également, en cas de démantèlement de l'installation, la performance des filières de re-usage des matériaux est difficilement mesurable à cet horizon. A l'horizon à 50 ans, le démantèlement parait peu probable.

Pistes d'amélioration

Plusieurs pistes d'amélioration existent pour améliorer l'empreinte carbone du projet :

- Phase travaux :

- L'optimisation et la réduction des distances d'acheminement et d'évacuation des matériaux, en particulier pour les terrassements (volumes de déblais/remblais importants). Plus de la moitié des émissions liées aux terrassements sont en général dues au fret, le potentiel d'amélioration est donc très significatif ;
- L'usage de matériaux moins émissifs en GES, pour les opérations de voirie (voirie, pistes cyclables, etc.) : graves non traitées recyclées, béton bas carbone, etc.

- Phase exploitation :

- La récupération d'énergie sur le réseau, en ligne entre les rames, permet une économie substantielle des consommations liées à la traction et donc des émissions de gaz à effet de serre ;
- La diminution des consommations énergétiques des matériels roulants. Ce point reste à pondérer face aux enjeux climatiques : les épisodes de fortes chaleurs nécessiteront une augmentation de la climatisation afin d'assurer un maintien du confort voyageur ;
- La formation des conducteurs de tramway à l'éco-conduite (jusqu'à 30% de gain annuel sur l'énergie de traction) ;
- La mise en place d'une politique d'incitation à l'utilisation du tramway (coût attractif du billet) pour augmenter le report de la voiture individuelle vers le nouveau service de transport ;
- L'achat d'électricité verte, c'est-à-dire produite (en totalité ou en partie) à partir d'énergies renouvelables.

2.3. EFFETS GENERAUX EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIEES

Les effets temporaires regroupent les contraintes générales qui découlent des travaux d'aménagement nécessaires à la construction de la plateforme tramway vers Saint-Contest et le quartier de Beaulieu, mais aussi en lien avec la dépose des lignes aériennes de contact entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare », ainsi que la modification du terminus existant de la ligne T1 « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair et la modification du terminus existant de la ligne T2 « Presqu'île » à Caen. Il faut aussi prendre en compte les aménagements des espaces publics prévus au projet (voiries, pistes cyclables, cheminements piétons, mobilier urbain, etc.).

Ces effets temporaires peuvent se traduire notamment par des interruptions momentanées de réseaux, des modifications et allongements de parcours pour les utilisateurs de l'espace public (riverains notamment), des restrictions de stationnement (notamment aux abords des commerces), des nuisances acoustiques, des envols de poussières, etc.

Les recommandations environnementales énumérées dans le cadre des mesures en phase travaux doivent servir à établir un cahier des prescriptions relatives à l'environnement listant les mesures techniques à prendre pendant le chantier pour supprimer ou réduire ces effets.

Chaque entreprise consultée justifiera ses méthodes de travail au regard des nuisances sur l'environnement dans son SOPAE (Schéma Organisationnel du Plan Assurance Environnement) et incorporera le coût afférent à son devis. L'entreprise retenue fera ensuite

évoluer son SOPAE en PAE (Plan Assurance Environnement) pendant la période de préparation du marché pour traduire ses mesures de façon opérationnelle.

Les effets et mesures développés ci-après concernent des effets généraux et des mesures générales à mettre en œuvre en phase travaux. Les effets et mesures spécifiques aux différentes thématiques environnementales sont présentées au chapitre 4 de la présente partie 6 de l'étude d'impact.

2.3.1. Emprises des travaux

2.3.1.1. Effets

Le principe type constructif du tramway s'articule autour de la plateforme selon le schéma ci-dessous :

- la plateforme du tramway (insertion centrale ou latérale) ;
- une voie de service de chantier ;
- deux voies de circulation routière (le plus souvent regroupées d'un même côté de la plateforme tramway).

Des effets d'emprises sont également liés à la modification du terminus existant de la ligne T1 « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair et à la modification du terminus existant de la ligne T2 « Presqu'île » à Caen, ainsi que les aménagements des espaces publics prévus au projet (pistes cyclables, cheminements piétons, aménagements paysagers).

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : modéré

2.3.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets liés aux emprises travaux, plusieurs mesures sont définies :

- R1.1a Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier : cette mesure vise à travailler les emprises pour réduire autant possible les incidences sur les espaces publics et privés ;
- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux : cette mesure vise à limiter l'impact paysager du chantier en veillant notamment à la propreté du site et à sa remise en état à la fin des travaux ;
- R2.1r – Dispositif de repli du chantier : cette mesure vise à remettre en état les emprises travaux une fois ces derniers terminés.

Ces mesures sont détaillées au chapitre 2.3.5. de la présente Partie 6.

2.3.1.3. Effets résiduels

Après la mise en place des mesures de réduction, les effets résiduels liés aux emprises chantier sont faibles.

Impact résiduel : faible

2.3.2. Sécurité du chantier

2.3.2.1. Effets

La sécurité du chantier concerne aussi bien les usagers de l'espace public que le personnel travaillant sur le chantier.

Les causes d'insécurité sont principalement dues à la cohabitation entre engins de chantier, circulation automobile et circulation cycliste-piétonne. Cette insécurité est liée aux problématiques d'accessibilité, ainsi qu'aux multiples usages qui cohabitent sur les zones concernées par les travaux : riverains, activités des commerces, accès à des pôles d'emploi, activités propres au chantier.

Les voies empruntées par les poids-lourds lors des phases de terrassements ou de nivellement peuvent être rendues glissantes ou salies lors du transport des déblais ou matériaux.

Les principaux risques pour les piétons sont dus à la circulation des engins de chantier, à l'état des revêtements provisoires, à la présence de nombreuses tranchées et à la mise en place de nouveaux itinéraires. Les risques pour les usagers des voies (voitures, véhicules légers, cycles, ...) sont liés à la signalisation provisoire des carrefours, au rétrécissement des chaussées, qu'il s'agisse de la diminution du nombre de voies ou de la réduction d'emprise de la chaussée. Ils sont également liés à la circulation des engins de chantier.

Pendant la période de travaux, des problèmes de sécurité pourront se poser, essentiellement, lorsque les travaux seront localisés sur les axes fréquentés (boulevard Yves Guillou, boulevard André Detolle, rue du Chemin Vert, etc.).

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : modéré

2.3.2.2. Mesures

Afin de réduire les risques pour les usagers de l'espace public et pour le personnel travaillant sur le chantier, la mesure suivante est définie :

- R2.1j Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux : cette mesure présente en détails les dispositions prises par le maître d'ouvrage afin de limiter les nuisances sur le cadre de vie de la population.

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5. de la présente Partie 6.

2.3.2.3. Effets résiduels

Après la mise en place de la mesure de réduction, les effets résiduels liées à la sécurité du chantier sont faibles.

Impact résiduel : faible

2.3.3. Risque d'interférence avec les projets connexes

2.3.3.1. Effets

La réalisation des travaux peut engendrer des contraintes, notamment liées à l'encombrement des voiries, aux déviations de la circulation. Ces contraintes, ainsi que la nature des opérations projetées durant la phase de travaux, peuvent présenter des incompatibilités avec d'autres projets connexes qui pourraient également avoir lieu dans à proximité.

Comme spécifié dans la partie 8 de la présente étude d'impact, relative à l'analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus, plusieurs projets ont été identifiés dans l'aire d'étude rapprochée, dont certains à proximité immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Il s'agit par exemple de l'aménagement de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) « Nouveau Bassin » à Caen ou de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts-de-l'Orne à Fleury-sur-Orne.

Les risques d'interférences du développement du réseau de tramway sont liés au transport des matériaux et matériels nécessaires à ces projets connexes qui pourra être perturbé par les travaux de réalisation de l'infrastructure au droit d'axes routiers importants.

Impact indirect et temporaire avant proposition de mesures : faible

2.3.3.2. Mesures

Afin de réduire le risque d'interférence avec les projets connexes, la mesure suivante est définie :

- R2.1z – Concertation des maîtres d'ouvrages des projets connexes : cette mesure consiste à recenser les projets connexes et à assurer la cohérence entre chaque projet afin de limiter le risque d'interférence.

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5. de la présente Partie 6.

2.3.3.3. Effets résiduels

Après la mise en place de la mesure de réduction, les effets résiduels liés aux risques d'interférence avec les projets connexes sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

2.3.4. Stockage des matériaux

2.3.4.1. Effets

Les travaux, qui mobilisent des matériaux (fourniture en pierre naturelle, fourniture en nez de quai et bordures, etc.) nécessitent des zones de stockage de ces derniers, qui peuvent engendrer des nuisances comme de l'encombrement, des pollutions (fuite, envol de poussières, etc.), en fonction du type de matériau entreposé et de la localisation de la zone de stockage.

À ce stade des études, une zone de stockage des matériaux est envisagée au Sud du palais des sports, au droit d'un terrain qui est actuellement inoccupé, mais qui a déjà servi de base-vie dans le cadre d'une autre opération.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : modéré

2.3.4.2. Mesures

Afin de réduire les effets du stockage des matériaux, les mesures suivantes sont définies :

- R1.1a – Limitation /adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier ;
- R2.1c – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais) : cette mesure consiste à optimiser les mouvements de terre afin de minimiser les volumes à extraire ou à apporter.

Ces mesures sont détaillées au chapitre 2.3.5. de la présente Partie 6.

2.3.4.3. Effets résiduels

Après la mise en place des mesures de réduction, les effets résiduels liés au stockage des matériaux sont faibles.

Impact résiduel : faible

2.3.5. Présentation détaillée des mesures d'ordre général en phase travaux

2.3.5.1. A6.1a – Management environnemental du chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Management environnemental du chantier	**Code mesure : A61a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

✅ Faune et flore	✅ Sites et paysages	✅ Air
✅ Bruit & vibrations	✅ Population	✅ Sol
✅ Eau	✅ Habitats Naturels	✅ Biens matériels
✅ Patrimoine culturel et archéologique	✅ Continuités écologiques	✅ Activités économiques
✅ Facteurs climatiques	✅ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	✅ Risques technologiques
✅ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Le Maître d'ouvrage mettra en place un système basé sur le management environnemental, se traduisant par une organisation particulière vis-à-vis de la protection de l'environnement.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Management environnemental du chantier	**Code mesure : A61a**

Les Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE) élaborés avant le début des travaux doivent comporter des exigences particulières en matière de protection de l'environnement durant la phase chantier.

Des dispositions particulières de cadrage seront prises, comme :

- La mise en place de prescriptions particulières dans les cahiers des charges des entreprises (justification du contrôle technique des véhicules, gestion des déchets de chantier et des eaux de ruissellement, protection des riverains vis-à-vis du travail des engins de chantier et des nuisances acoustiques…) ;
- L'établissement d'un Cahier des Contraintes Fonctionnelles de Chantier (CCFC) rédigé par la maîtrise d'œuvre et prescrit aux entreprises adjudicataires des travaux : il décrit, pour chaque marché, les dispositions à prendre par l'entreprise pour protéger et respecter l'environnement ;
- Le contrôle et le suivi par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre du respect des prescriptions et moyens prévus au CCFC.
- La présence d'un ingénieur écologue qui vérifiera la bonne mise en œuvre des mesures écologiques prévues au CCFC.

Afin de réduire les nuisances et désagréments générés par le projet vis-à-vis des riverains, des usagers et de leur environnement, les mesures générales suivantes sont prévues et formalisées par un CCFC :

- Sensibilisation du personnel ;
- Limitation des emprises en périphérie du chantier par piquetage précis ;
- Mise en place de dispositifs de rétention pour les stockages d'engins et de produits (huiles, hydrocarbures) et aménagement de places de stationnement en retrait des zones sensibles ;
- Nettoyage régulier des voies de desserte de proximité, afin de garantir en permanence des conditions de circulation satisfaisantes ;
- Pendant les terrassements et en période sèche, aspersion d'eau sur le sol afin de fixer les poussières soulevées par les véhicules de chantier circulant sur les accès et aires non revêtues ;
- Mise en place d'écrans de protection lors des opérations de soudure alumino-thermique, afin d'éviter les projections et l'éblouissement des passants ;
- Évacuation des déchets produits sur le chantier sur des filières de valorisation ou d'élimination dûment autorisées, et remise en état du site à l'achèvement des travaux ;
- Installation de panneaux de signalisation et d'information du public et des riverains, adaptés à tous les mouvements de véhicules et évolutifs, afin de tenir compte de l'avancement des travaux. Le phasage de travaux fera l'objet d'une signalisation spécifique pour assurer des conditions de déplacement satisfaisantes durant les travaux (alternatives, ...) ;

Afin de limiter les émissions de poussières, les recommandations suivantes seront à mettre en œuvre :

- Stocker les produits pulvérulents tels que le ciment, en silos avec un filtre à manches ;
- Utiliser la technique d'humidification pour réduire la production et la diffusion des grosses poussières lors des travaux de terrassements. En effet, un temps sec et venteux accroîtra le développement des poussières et la diffusion de celles-ci ;
- Bâcher les camions qui transportent des terres ou des matériaux poussiéreux.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Management environnemental du chantier	**Code mesure : A61a**

Afin de limiter la gêne sonore chez les riverains, des protections à la source peuvent être mises en place :

- Lorsqu'une activité ou un équipement bruyant est clairement identifié et localisé, son impact peut être réduit par la mise en œuvre de protections à la source de type écrans acoustiques amovibles tout autour du périmètre. Ces écrans (de type palissades ou bâches) devront posséder des propriétés d'absorption acoustique en plus d'assurer une atténuation des nuisances sonores transmises ;
- Le capotage des groupes électrogènes et autres engins, à l'aide de tôle d'acier doublée d'un matériau absorbant, peut également être utilisé. Ces capotages permettent de réduire considérablement les niveaux de bruits émis dans l'environnement ;
- Respect de la réglementation en vigueur sur le bruit émis par les véhicules de chantier ou les camions devant emprunter les axes de circulation proches des habitations ;
- Utiliser des engins de chantier disposant d'un avertisseur de recul à fréquence mélangée (cri du lynx plutôt que bip sonore) ;
- Limitation des périodes de travaux à certaines plages horaires (jours ouvrables et limitation des interventions nocturnes) ;

Afin de limiter les nuisances lumineuses, les mesures suivantes seront prises :

- Niveaux d'éclairage basés sur le minimum de la règlementation en termes de sécurité des personnes ;
- Éclairages orientés vers le sol avec un cône d'émission de 70° (éclairage directionnel) ;
- Éclairage non permanent, par détecteur de mouvement ;

En ce qui concerne les engins de chantier :

- Éteindre les moteurs dès que c'est possible ;
- Utiliser des véhicules conformes à la règlementation en vigueur et régulièrement entretenus (limitation des GES) ;
- S'assurer de la présence et du bon fonctionnement des filtres à particules ;
- Privilégier des équipements fonctionnant à l'électricité plutôt qu'aux hydrocarbures.

L'emprise des travaux sera balisée à l'aide d'un dispositif clair et adapté, assurant la sécurité des riverains, des ouvriers et des usagers des voies publiques. Cet espace sera également isolé et interdit au public. Pendant les travaux, le Maître d'ouvrage assurera une information régulière du public.

Lors des opérations d'abattage d'arbres, un agent du service des Espaces Verts de Caen la mer sera présent, afin de s'assurer du bon déroulement des abattages. Un expert arboricole sera présent lors de toutes les phases de terrassement à proximité des arbres existants et sera la seule personne habilitée à prendre des décisions quant au maintien ou non des arbres (possibilité de couper des racines, nécessité de mettre en place un suivi spécifique de l'arbre, possibilité d'abattre).

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Management environnemental du chantier	**Code mesure : A61a**

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Par ailleurs, un dispositif de concertation permanent avec les riverains, et en particulier les établissements accueillant du public sensible, sera mis en œuvre tout le long des travaux, comprenant notamment, pour la remontée des doléances et l'information des personnes et institutions concernées :

- Formulaire et adresse email de contact sur le site internet de l'opération ;
- Mobilisation d'agents de proximités (ambassadeurs du projet) en contact permanent avec les instances de coordination des travaux d'une part, et disponibles auprès du public (téléphone / email). Le rôle de ces agents sera de centraliser les doléances de tout type des riverains, notamment sur le volet acoustique, afin de relayer les demandes et d'animer la recherche de solutions de médiations auprès des équipes de coordination du chantier ;
- Campagnes de communication régulières (par ex. trimestrielle ou au démarrage des tronçons de travaux) pour informer largement la population sur les travaux à venir et les impacts prévisionnels, ainsi que pour rappeler les modalités de contact de l'organisation de l'opération.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Présence d'un ingénieur écologue et reconnaissance de ce dernier auprès du personnel des différentes entreprises présentes sur le chantier.
Présence d'un expert arboricole pendant toutes les phases de chantier.
Les actions de sensibilisation et de formation du personnel seront réalisées de manière régulière.

Modalités de suivi de la mesure

Schéma d'Organisation et de Gestion pour l'Élimination des Déchets (SOGED).
Dossier Bruit de chantier.
Réalisation des comptes rendus, tableaux de bord et suivi des documents des entreprises.
Comptes rendus des réunions de chantier et suivis menés par l'ingénieur écologue.
Constat de fin de chantier.

egis

2.3.5.2. R1.1a – Limitation /adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Limitation / adaptation des emprises de travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier	**Code mesure : R1.1a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ Faune et flore
- ☑ Sites et paysages
- ☑ Air
- ☑ Bruit & vibrations
- ☑ Population
- ☑ Sol
- ☑ Eau
- ☑ Habitats Naturels
- ☑ Biens matériels
- ☑ Patrimoine culturel et archéologique
- ☑ Continuités écologiques
- ☑ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☑ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☑ Risques technologiques
- ☑ Autres pollutions/ nuisances

Description de la mesure

Le stockage des divers matériaux et produits doit se faire dans le respect de tous les textes réglementaires en vigueur.

L'environnement très urbanisé des futurs secteurs concernés par les travaux ne présente pas de surfaces disponibles de grande taille pour y implanter des bases vie. À ce jour, la localisation des bases vie n'est pas déterminée.

➢ ***Matérialisation des emprises***

Les travaux de construction de la plateforme de tramway comprennent des terrassements, du bétonnage de support, de la distribution des traverses, de la pose des rails, des soudures et du réglage de voie, puis du béton de calage. Ces travaux feront systématiquement l'objet de barrières de chantier, sauf cas particuliers soumis à accord du maître d'ouvrage.

L'emprise du chantier occupe toute la largeur du futur site de tramway, multitubulaires comprises et sur toutes les zones de travaux, il existera une voie latérale dite « de service » qui permet de desservir le chantier pour les approvisionnements. Avant tout début d'intervention, les emprises sont entourées de barrières continues, avec des points fixes d'accès. Ces points d'entrée et de sortie sont organisés de manière que l'irruption des engins à l'extérieur de l'emprise se fasse toujours dans le sens de la circulation environnante, et de même pour les entrées.

Dès que possible et toutes les fois que les activités le permettent, les emprises sont réduites. Des passerelles pourront être mis en place pour permettre les traversées du chantier au droit de certaines intersections et pour les accès de certains riverains (à pied et en voiture).

➢ ***Pistes de chantier***

Dans la mesure du possible, les engins emprunteront les zones de circulations existantes ou circuleront sur les zones de travaux.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Limitation / adaptation des emprises de travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier	**Code mesure : R1.1a**

En cas de nécessité, des pistes de circulation provisoires pourront être créées en dehors des pistes existantes ou zones de travaux, mais sur des surfaces limitées au strict nécessaire et en-dehors des zones à enjeux forts.

Ces pistes seront soigneusement balisées afin d'empêcher tout débordement.

➢ ***Localisation des bases-vie***

Les bases de vie seront destinées à l'accueil du personnel de chantier. Leur superficie est liée au nombre de personnes concernées et à la distance séparant les ouvriers de leur poste de travail. Le stockage sera géré depuis ces bases, la gestion du stock sur le site même du chantier se faisant en flux tendu, c'est-à-dire via un ramassage quotidien

Six secteurs de bases-vie, localisés sur des zones ne présentant pas d'enjeux environnementaux, sont prévus dans le cadre du présent projet :

- une base-vie au niveau de la branche Nord-Ouest, sur un parking existant localisé le long de la rue de Villons-les-Buissons ;
- une base-vie à l'extrémité Ouest de la branche Ouest, le long de l'avenue Nelson Mandela ;
- une base-vie au Sud du palais des sports ;
- une base-vie à l'extrémité Est, à proximité du terminus « Presqu'île » ;
- une base-vie centrale au projet, à proximité de la sous-station « Dunois » ;
- une base-vie, à proximité de la sous-station « Prairie ».

➢ ***Zones de stockage***

Les entreprises exprimeront leurs besoins en ce domaine au moment de la présentation de leurs plans d'installation de chantier et proposeront des aires de stockage secondaires pour leurs besoins propres de réalisation des chantiers. Le stockage des divers matériaux et produits doit se faire dans le respect de tous les textes réglementaires en vigueur.

À ce stade des études, une zone de stockage des matériaux est envisagée au Sud du palais des sports, au droit d'un terrain qui est actuellement inoccupé, mais qui a déjà servi de base-vie dans le cadre d'une autre opération.

➢ ***Accès riverains***

Les accès riverains pourront être perturbés en période de travaux. Des passerelles munies de garde-corps permettront de maintenir des cheminements matérialisés. Les accès aux parkings seront maintenus ou, s'ils ne peuvent l'être, des parkings provisoires pourront être mis à la disposition des riverains.

L'organisation des travaux garantira l'accessibilité aux équipements, commerces et logements situés aux abords immédiats du projet dans les meilleures conditions de sécurité.

Ces principes seront affinés lors des phases ultérieures d'études du projet.

➢ ***Modification des conditions de circulation liées aux travaux***

Afin de limiter les impacts sur les conditions de circulations liées aux emprises des travaux sur les voiries concernées, les mesures suivantes seront mises en place :

- Demande de permission de voiries et/ou d'arrêtés de circulation nécessaires auprès des gestionnaires des voiries concernées ;

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Limitation / adaptation des emprises de travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier	**Code mesure : R1.1a**

- Mises en place de déviations ou d'alternats de circulation ;
- Limitation des emprises de travaux au strict nécessaire ;
- Mise en place de dispositifs de sécurité (panneaux de chantiers…).

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise en place de fiches descriptives présentant les emprises travaux et les sites écologiques à enjeu à éviter sur chaque zone de chantier, intégrées dans les exigences demandées aux entreprises travaux.

L'évitement des sites sensibles doit être total, sinon il s'agit d'une mesure de réduction.

Cette mesure est complétée par le déploiement d'un plan de circulation des engins de chantier.

Modalités de suivi de la mesure

Mode opératoire des travaux.

Visites de chantier régulières pour constat de mise en œuvre effective et appropriée de la matérialisation et du respect des prescriptions associées.

2.3.5.3. R2.1c – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Nom de la mesure : Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	**Code mesure : R21c**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ **Faune et flore**
- ☐ Bruit & vibrations
- ☑ **Eau**
- ☑ **Patrimoine culturel et archéologique**
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances
- ☑ **Sites et paysages**
- ☑ **Population**
- ☑ **Habitats Naturels**
- ☑ **Continuités écologiques**
- ☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**
- ☑ **Air**
- ☑ **Sol**
- ☑ **Biens matériels**
- ☑ **Activités économiques**
- ☑ **Risques technologiques**

Description de la mesure

La gestion des déblais / remblais constitue une part importante de la préparation et de l'organisation du chantier. Les mouvements de terre seront dans tous les cas optimisés, afin de minimiser les volumes à extraire ou à apporter.

Pour cela, les mesures suivantes sont envisagées :

- Dans le cadre des études de détail liées au projet, des études géotechniques continueront à être menées sur l'ensemble du tracé, afin de vérifier les caractéristiques mécaniques du sol (portance, compressibilité ou sensibilité à la présence d'eau, etc.) et la présence de cavités souterraines (carrières secteur Beaulieu notamment).
- En début de chantier, une reconnaissance par des sondages à la pelle peu profonds devra être réalisée après décapage de l'emprise pour bien identifier les zones de purges, ainsi que les éventuels dépôts de matériaux impropres à la réutilisation qui auraient pu être faits lors de travaux antérieurs.
- La provenance des matériaux d'apports sera surveillée, afin de s'assurer de l'adéquation de leur qualité avec leur usage de destination dans le cadre du projet.
- Les apports de matériaux de remblais seront limités aux besoins spécifiques du projet, afin de limiter la consommation, en particulier de matériaux nobles issus des gravières locales. La réutilisation des matériaux issus des déblais sera dans la mesure du possible privilégiée. A ce stade des études, les volumes estimés de déblais sont d'environ 170 000 m³ et les volumes estimés de remblais sont d'environ 136 000 m³.
- Les déblais seront donc majoritainement réutilisés pour le projet, sur site, et l'excédent sera évacué.
- Le phasage du chantier sera programmé de façon à limiter l'importance des éventuels dépôts temporaires de matériaux. Les excédents de matériaux seront, à chaque fois que cela est possible, disposés à l'intérieur des emprises du projet.
- Le projet étant situé en zone très urbanisée, la gestion des stockages sera faite afin de réduire au maximum les besoins de stockage et de fonctionner en « flux tendu » sur le

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Nom de la mesure : Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	**Code mesure : R21c**

chantier. Les entreprises exprimeront leurs besoins en ce domaine au moment de la présentation de leurs plans d'installation de chantier et proposeront des aires de stockage secondaires pour leurs besoins propres de réalisation des chantiers.

- Les zones de stockage doivent aussi permettre le stationnement des engins qui ne stationnent jamais sur la voie publique en-dehors des heures de travail et de l'emprise des chantiers. Ces zones comportent également un espace permettant les travaux de soudure, d'assemblage, de petit usinage et de petit entretien d'engins. Les zones de stockage seront mutualisées au même endroit que les bases vie du chantier afin de limiter l'impact surfacique du chantier dans un environnement très urbanisé ne laissant que peu de place disponible.
- Le plan des installations des entreprises indique les aires réservées au stockage d'agrégats, ciments, agglomérés, éléments de coffrage, et autres. L'implantation de ces surfaces est préalablement proposée à la maîtrise d'œuvre et au maître d'ouvrage. Les matériaux à reprendre, tels que déblais, pavages, bordures, mobiliers divers et autres, sont sélectionnés dans les conditions définies au marché de l'entreprise et entreposés exceptionnellement sur site.
- Les stockages de produits combustibles ou explosifs (carburants, huiles, etc.) sont proscrits à priori, ou accordés exceptionnellement par les maîtrises d'œuvre et d'ouvrage, sous réserve du respect de tous les textes réglementaires en vigueur.
- Les déblais, gravats, matériaux refusés par le maître d'œuvre ou l'organisme de contrôle sont immédiatement évacués, sans entreposage sur site, même de courte durée.
- Excepté pour les ouvrages ponctuels (sous-stations…) dans les zones sensibles et dans tous les cas soumis à accord du maître d'ouvrage, les stocks de matériaux sont limités au strict minimum nécessaire (2-3 journées d'activité). Ces stocks sont constitués par des éléments préfabriqués ou manufacturés (tuyaux ciment, acier, fonte, regards, bordures, pavés, rails, fers béton...).
- Les stocks volumineux d'agrégats ou remblais sont limités, par jour de consommation. Les bétons prêts à l'emploi sont acheminés par camion malaxeur stationné seulement aux points de livraison et évacués immédiatement. Les déblais et les matériaux défectueux ou refusés sont évacués au jour le jour.

Des dispositions particulières de cadrage seront prises, comme :

- La mise en place de prescriptions particulières dans les cahiers des charges des entreprises ;
- L'établissement d'un Cahier des Contraintes Fonctionnelles de Chantier (CCFC) rédigé par la maîtrise d'œuvre et prescrit aux entreprises adjudicataires des travaux : il décrit, pour chaque marché, les dispositions à prendre par l'entreprise pour protéger et respecter l'environnement ;
- Le contrôle et le suivi par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre du respect des prescriptions et moyens prévus au CCFC ;
- L'évacuation des déchets produits sur le chantier sur des filières de valorisation ou d'élimination dûment autorisées, et remise en état du site à l'achèvement des travaux.

Le coût de la mesure est intégré dans le coût global des prestations de travaux.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Nom de la mesure : Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	**Code mesure : R21c**

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Le scénario proposé par l'entreprise devra tenir compte des enjeux environnementaux recensés et justifier des raisons techniques ou organisationnelles pour le positionnement proposé des installations.

Modalités de suivi de la mesure

Validation des modes opératoires des entreprises.

Vérification du respect des prescriptions par des visites de chantier pour s'assurer de la conformité des travaux aux modes opératoires.

Tableau de suivi de la gestion des matériaux et déblais (date, volume, destination, etc.).

egis

2.3.5.4. R2.1z – Concertation des maîtres d'ouvrage des projets connexes

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Concertation des maîtres d'ouvrage des projets connexes	**Code mesure : R21z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☑ **Activités économiques**
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Afin de réduire les interférences avec des projets connexes liées à l'encombrement des voiries ou aux déviations de circulation durant la phase de travaux, un recensement des opérations prévues dans le secteur concerné par les travaux sera réalisé, puis une concertation avec les différents maîtres d'ouvrage sera entreprise.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Concertation des maîtres d'ouvrage des projets connexes	**Code mesure : R21z**

Des réunions régulières seront réalisées permettant aux différents maîtres d'ouvrage de s'informer mutuellement et de s'assurer de la cohérence de la mise en œuvre de chaque projet connexe.

Les maîtres d'ouvrage des opérations connexes seront conviés autant que nécessaire aux réunions de coordination du chantier tramway pour être informés des conditions de circulation et de l'organisation de l'interface avec leur chantier.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise en place de fiches descriptives présentant les emprises travaux et les sites à enjeu à éviter sur chaque zone de chantier, intégrées dans les exigences demandées aux entreprises travaux.

Modalités de suivi de la mesure

Comptes rendus des concertations réalisées avec les maîtres d'ouvrage de projets connexes.

Validation des modes opératoires des entreprises.

Visites de chantier régulières pour s'assurer de la conformité des travaux aux modes opératoires prévus.

egis

2.3.5.5. R2.1j – Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☑ **Sites et paysages**
- ☑ **Air**
- ☑ **Bruit & vibrations**
- ☑ **Population**
- ☑ **Sol**
- ☑ **Eau**
- ☐ Habitats Naturels
- ☑ **Biens matériels**
- ☑ **Patrimoine culturel et archéologique**
- ☐ Continuités écologiques
- ☑ **Activités économiques**
- ☑ **Facteurs climatiques**
- ☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**
- ☑ **Risques technologiques**
- ☑ **Autres pollutions/ nuisances**

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**

Description de la mesure

Afin de minimiser la gêne occasionnée aux riverains et aux usagers des voiries et de coordonner les interventions sur le domaine public, un calendrier prévisionnel des travaux sera établi.

Un Cahier des Contraintes Fonctionnelles des Chantiers (CCFC) définira les mesures à prendre par les entreprises pour délimiter les chantiers, sécuriser les abords et pour garantir l'accessibilité aux propriétés riveraines.

Des clôtures solides et régulièrement entretenues seront mises en place, afin de délimiter le chantier. Toutes les propriétés riveraines devront rester accessibles tant aux véhicules qu'aux piétons.

De manière à réduire les effets sur les usagers des voies, il est essentiel que :

- les limites de la chaussée disponible soient bien identifiées ;
- la signalisation prévienne à temps les usagers ;
- de nuit, les zones de transition soient suffisamment éclairées.

En cas d'intervention nocturne, le chantier sera éclairé et les riverains systématiquement informés. Une signalisation de chantier spécifique sera mise en place. Les engins utilisés seront systématiquement pourvus de signaux sonores déclenchés lors de certaines manœuvres.

Les riverains seront avisés des plannings prévisionnels des chantiers qui s'ouvriront devant chez eux, de leur organisation pratique, des dispositions prises pour garantir le maintien des diverses fonctions de l'espace public : conservation des circulations générales, accès aux commerces, aux logements, aux garages, etc.

Les riverains recevront une information sur l'ensemble du dispositif de communication et d'écoute qui sera mis en place durant la période des travaux, et plus particulièrement sur les moyens mis à leur disposition pour apporter des solutions aux difficultés qui pourraient survenir du fait des travaux ou de la présence du chantier.

➢ ***Pollution atmosphérique***

L'emploi d'engins et d'équipements conformes à la réglementation en vigueur relative aux émissions de gaz d'échappement permettra de limiter la charge polluante supplémentaire à l'atmosphère.

Du point de vue des émissions de poussières, l'aspersion du sol durant les terrassements réduit notablement l'envol des poussières. Cette manœuvre contribue non seulement au confort des usagers, mais également à la sécurité des ouvriers.

D'une manière générale, l'adoption des techniques d'intervention de bonne conduite du chantier est également à privilégier pour réduire ces nuisances temporaires.

Pour limiter la dégradation de la qualité de l'air :

- Les opérations de brûlage seront interdites ;
- L'envol de poussières depuis la zone de travaux sera limité par le compactage rapide des terres. Les chaussées souillées seront nettoyées par des balayeuses afin d'éviter l'accumulation de poussières ;

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**

- Les camions de chantier seront bâchés lors des mouvements de terre et autres matériaux, de manière à éviter l'envol des poussières et de réduire les risques de déversement sur les voies ;
- Les entreprises œuvrant sur le chantier devront justifier du contrôle technique des véhicules utilisés afin de garantir, entre autres, le respect des normes d'émissions gazeuses en vigueur ;
- Les vitesses aux abords du chantier seront limitées à 30 km/h.

Ces obligations de prestations figureront dans le cahier des charges des entreprises retenues pour les travaux.

➢ ***Nuisances sonores***

Le bruit des engins de travaux publics sera limité en application de la réglementation en vigueur et en informant les communes (respect du niveau sonore relatif aux bruits aériens émis par les moteurs à explosion ou combustion interne selon l'arrêté du 2 janvier 1886).

L'arrêté du 22 mai 2006 modifiant l'arrêté du 18 mars 2002, relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments, indique le niveau de puissance nette installée et la catégorie de matériel concernée (compresseurs, pelles, …).

D'une manière générale, les engins de chantier devront présenter un bon état et les limitations de vitesses de circulation en charge devront être respectées. En effet, il est fait obligation aux entreprises d'utiliser du matériel insonorisé répondant aux normes et règlements en vigueur (possession des certificats de contrôle). Tous les engins présents sur le chantier seront tenus de respecter ces prescriptions et un contrôle rigoureux sera assuré par le maître d'œuvre.

Le matériel fixe bruyant sera implanté à l'extérieur des zones sensibles (petits quartiers, zones naturelles).

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

A proximité de certains lieux ou établissement sensibles, (hôpital, crèche, maison de soins de convalescence, établissements scolaires, etc.), il sera demandé aux entreprises, dans le cadre normal de l'exécution de leurs marchés, d'interrompre les activités bruyantes à certaines heures, par exemple entre 12h et 14h à proximité des restaurants. Ces mesures seront déterminées en concertation avec les gestionnaires concernés afin de déterminer un juste équilibre entre la gêne subie et les moyens raisonnablement admissibles dans l'organisation du chantier pour ne pas bloquer son déroulement.

D'une manière générale, à proximité de ces lieux et établissements, les entreprises évitent les livraisons, les évacuations de matériaux et les déplacements d'engins aux heures de grande affluence.

De même, plusieurs mesures seront prises afin de limiter la nuisance sonore sur chantier :

- Horaires de travail limités aux périodes diurnes (8h – 18h) et aux jours ouvrables, hors opérations ponctuelles ou mesures exceptionnelle d'accélération du chantier.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**

Le travail en-dehors des heures légales est soumis à des autorisations administratives préalables réglementaires.

Les travaux de nuit ou le week-end, limités au maximum, seront soumis aux conditions suivantes :

- Justification de la réalisation de nuit ou le week-end par l'incompatibilité avec le maintien de la circulation de jour ou en semaine ;
- Programmation au minimum 15 jours à l'avance et accord du maître d'œuvre sur le programme d'intervention ;
- Maintien des accès riverains pendant la durée de l'intervention de nuit.

- Mise à disposition des entreprises de zones de bases-vie et de stockage situées hors des zones résidentielles et autant que possible à distance des établissements sensibles, au moins pour les zones accueillant les activités les plus bruyantes ;
- Réduction des découpes de pierre sur site par la commande d'éléments aux dimensions adaptées au calepinage à mettre en œuvre. Ainsi, les opérations de découpe sur site seront limitées aux contours des émergences et façades ;
- Études géotechniques pour optimiser le nombre et la longueur des pieux à réaliser sur les ouvrages avec fondations profondes (ex. : boulevard Guillou, boulevard Leclerc) ;
- Limitation de l'emploi d'outillage bruyant, type brise-roche hydraulique (BRH) au cas de nécessité absolue (sous-sol rocheux ou démolition de blocs bétons) ;
- Adoption d'engins et de matériels conformes aux normes en vigueur sur le bruit, correctement entretenus et disposant de certificats de contrôle.

Un autocontrôle du chantier pourra être effectué par l'entreprise afin de bannir tout comportement anormalement bruyant non strictement nécessaire au bon déroulement du chantier.

Au cours des travaux, le maître d'œuvre général aura tout pouvoir et pour mission de contrôler la bonne mise en œuvre, par les entreprises, des mesures décrites au stade de l'appel d'offres, ainsi que des obligations réglementaires.

Le maître d'ouvrage dispose par ailleurs de la faculté, au travers du marché contracté avec son prestataire acousticien, de mettre en œuvre une campagne ponctuelle de mesures acoustiques en cas de besoin d'objectiver les nuisances rencontrées par les riverains, de contrôler le respect des engagements contractuels ou réglementaires et d'évaluer les mesures à prendre par les entreprises de travaux.

➢ ***Nuisances vibratoires***

Afin d'éviter les problèmes de vibrations liés aux engins de chantier, les opérations de compactage seront réalisées, en évitant dans la mesure du possible le compactage dynamique.

Un autocontrôle de chantier sera mis en place, ainsi qu'un suivi des vibrations dans les bâtiments susceptibles d'être impactés et situés le long des travaux de la nouvelle infrastructure. Les engins de chantier devront également respecter les normes en vigueur et les horaires seront adaptés.

Une attention particulière sera portée aux effets des vibrations en phase travaux sur les établissements sensibles à proximité immédiate des zones de travaux, tels que les écoles et les établissements de santé.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**

➢ ***Nuisances lumineuses***

De manière générale, les travaux ne se dérouleront pas durant la nuit afin de ne pas perturber la tranquillité des riverains et de la faune. Si des interventions nocturnes ponctuelles devaient avoir lieu exceptionnellement, les dispositifs d'éclairage public provisoires qui pourraient éventuellement être nécessaires seront choisis de manière à rendre leur impact visuel minime et à s'intégrer au mieux au milieu environnant.

Les dispositions des articles R.583-1 et suivants du Code de l'environnement sur la prévention des nuisances lumineuses de chantier seront respectées.

Ainsi, les infractions des entreprises de travaux relèvent de l'article R.583-7 du Code de l'environnement, qui dispose qu'en cas de constatation d'une installation lumineuse irrégulière au regard des prescriptions techniques fixées par le ministre en charge de l'environnement, une amende est encourue.

➢ ***Maintien des circulations modes doux***

La chronologie de déroulement des travaux est construite de façon à respecter les cheminements doux lorsque ceux-ci existent, le long des emprises de travaux. Ainsi, les fonctionnalités existantes seront reconstituées autant que faire se peut pour permettre aux piétons et cycles de circuler dans de bonnes conditions de sécurité tout au long du chantier. Les configurations concrètes seront adaptées en cours de chantier, en étroite relation avec les services concernés de la Communauté urbaine Caen la mer.

Toutes les demandes de nouvelles emprises de travaux sera conditionnée à la réalisation d'un cheminement protégé et sécurisé des modes actifs.

➢ ***Maintien des circulations/fonctionnement des véhicules particuliers***

Le principe de déroulement du chantier est un phasage visant à perturber le moins possible la circulation routière. Ainsi, le tracé envisagé va perturber le trafic routier, puisqu'il emprunte sur une majeure partie de son linéaire des axes fréquentés comme le boulevard du Maréchal Juin, la rue du Chemin Vert, le boulevard André Detolle ou encore le boulevard Yves Guillou.

Afin de conduire le chantier avec le moins de nuisances possibles pour les usagers de la route notamment, le phasage des travaux prévoit de réaliser les modifications des accès à certains axes routiers (rues, boulevards, avenues) de manière anticipée, avant la réalisation des travaux lourds sur chaussée, de manière à pouvoir le plus vite possible mettre en place le plan de circulation définitif et ainsi offrir des itinéraires de desserte des quartiers fonctionnels malgré les travaux en cours.

Les carrefours les plus sensibles seront phasés de manière plus fine : ces phasages seront instruits lors des phases ultérieures d'études et des déviations provisoires seront mises en place.

➢ ***Maintien de circulation des transports en commun***

En phase de travaux, il est important de conserver en toute circonstance un service lisible et efficace pour l'usager, afin de le fidéliser sur le réseau.

La gêne occasionnée par les travaux du tramway au niveau de l'important pôle de correspondance de l'Hôtel de Ville notamment sera atténuée par la mise en place d'itinéraires de substitution.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**

➢ ***Gestion des déchets***

La présente mesure se rapporte notamment à l'article L.541-2 du Code de l'environnement relatif à l'élimination des déchets, qui stipule que « *toute personne qui produit ou détient des déchets est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer leur élimination* ».

Les travaux seront à l'origine de la production de déchets spéciaux (câblages, huiles, etc.), de déchets industriels banals (plastiques, métaux, etc.), de déchets verts et de déchets ménagers.

Les déchets liés à toute activité humaine dans la base vie (déchets non liés au chantier) font l'objet d'un tri sélectif au moyen de containers mis à disposition dans la base vie. Ces derniers seront évacués selon le mode de collecte actuel. Les déchets du personnel seront mis en sacs et collectés via le système de collecte des ordures ménagères.

Les déchets industriels banals (bois, cartons, papiers), ainsi que les résidus métalliques, sont collectés et récupérés par une filière adaptée.

Les déchets polluants seront rassemblés dans des containers étanches et évacués par une entreprise agréée sur un site autorisé.

Les déchets de chantier seront évacués vers des décharges établies conformément à la réglementation générale en vigueur.

Les déblais, notamment ceux provenant des déconstructions de voiries existantes, seront évacués par poids-lourds. Les enrobés et bétons seront recyclés au maximum selon leur qualité.

La récupération des huiles usagées de vidange et des liquides hydrauliques, ainsi que leur évacuation au fur et à mesure dans des réservoirs étanches, devront se faire conformément à la réglementation en vigueur (articles L.512-1 et suivants du Code de l'environnement).

Un Schéma d'Organisation et de Gestion pour l'Élimination des Déchets (SOGED) pourra être établi pour l'opération et s'appliquera à toutes les entreprises intervenant sur le projet. Ce schéma définira notamment le travail à réaliser dans le cadre :

- De la valorisation possible des différents types de déchets ;
- Du tri des déchets à la source ;
- Du transport et des conditions d'acceptation dans les centres de regroupement, traitement ou stockage contrôlés.

La gestion des déchets de chantier sera prise en compte dans la rédaction des marchés de travaux des entreprises. Chaque acteur devra être incité à rechercher la valorisation ou les solutions les plus économiques pour l'élimination des déchets produits dans le respect de la réglementation.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Identifier dans le planning des travaux la temporalité de la mise en œuvre de ces mesures au regard de l'impact considéré. Ces dispositifs seront temporaires (phase travaux).

Définition précise des modalités de chantier.

Information des riverains sur les périodes de travaux.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux	**Code mesure : R21j**
Établissement d'un Cahier des Contraintes Fonctionnelles de Chantier (CCFC) rédigé par la maîtrise d'œuvre et prescrit aux entreprises adjudicataires des travaux : il décrit, pour chaque marché, les dispositions à prendre par l'entreprise pour protéger et respecter l'environnement ; Contrôle et suivi par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre du respect des prescriptions et moyens prévus au CCFC.	
Modalités de suivi de la mesure	
Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes). Suivis et mises à jour des plans. Réalisation des comptes rendus et tableaux de bord et suivi des documents des entreprises. Maintien et suivi du registre de questions / réponses du site internet dédié Contrôles inopinés des émissions sonores, notamment en cas de plaintes des riverains.	
	egis

2.3.5.6. R2.1j – Dispositifs de limitation des nuisances paysagères en phase travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux	**Code mesure : R21j**
Opération : **Projet d'extension du tramway de Caen la mer**	**Phase :** **Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☑ **Sites et paysages**	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☑ **Patrimoine culturel et archéologique**	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Le respect du périmètre strict des emprises travaux permettra de limiter l'impact sur le paysage.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux	**Code mesure : R21j**
Une grande partie du projet se situe sur des voiries passantes. Sur certains tronçons, des barrières uniformes et occultantes de 1 m de haut seront mises en place pour masquer le chantier. Des palissades peuvent également être mises en place au niveau des P+R afin de limiter la covisibilité avec le chantier depuis les axes avoisinants. Ces palissades pourraient aussi être l'occasion de communiquer sur le projet d'extension du tramway de Caen la mer. Des prescriptions relatives à la propreté et à la gestion des chantiers seront incluses dans les procédures de consultation des entreprises afin de préserver l'environnement naturel ou urbain. En effet, les entreprises devront assurer un entretien quotidien du site par le ramassage des débris de matériaux ou d'éventuels détritus. Les véhicules des ouvriers seront entreposés à l'entrée des bases chantier de manière ordonnée. Le personnel sera également sensibilisé à la bonne organisation du chantier pour limiter les impacts paysagers. Un soin particulier sera apporté à l'entretien quotidien des chantiers, notamment en fin de période d'activité des entreprises. À la fin des travaux, l'ensemble du matériel de chantier sera évacué et les zones de chantier seront remises en état. La remise en état comprendra : nettoyage des zones d'installation de matériel, ainsi que des zones de stockage des matériaux. Des prescriptions relatives à la propreté et à la gestion des chantiers seront incluses dans les procédures de consultation des entreprises, afin de préserver l'environnement naturel ou urbain. Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.	
Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	
Établissement d'un Cahier des Contraintes Fonctionnelles de Chantier (CCFC) rédigé par la maîtrise d'œuvre et prescrit aux entreprises adjudicataires des travaux : il décrit, pour chaque marché, les dispositions à prendre par l'entreprise pour protéger et respecter l'environnement ; Contrôle et suivi par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre du respect des prescriptions et moyens prévus au CCFC.	
Modalités de suivi de la mesure	
La bonne mise en œuvre de la mesure et son respect pendant les travaux seront contrôlés par le maître d'œuvre. De plus, durant toute la phase de chantier et de façon hebdomadaire, un contrôle de l'état de propreté du chantier sera effectué par le maître d'œuvre, suivi par un contrôle de la remise en état du site en fin de chantier.	
	egis

2.3.5.7. R2.1r – Dispositif de repli du chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif de repli du chantier	**Code mesure : R21r**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☑ **Sites et paysages**	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☑ **Sol**
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☑ **Patrimoine culturel et archéologique**	☐ Continuités écologiques	☑ **Activités économiques**
☐ Facteurs climatiques	☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Cette mesure vise la suppression de tous les équipements de chantier (pistes d'accès, déconstruction d'installations temporaires, de tout système d'assainissement provisoire) et la remise en état des terrains concernés.

À l'issue du chantier :

- L'ensemble des matériaux et déchets sera évacué des sites ;
- La terre végétale déplacée sera remise en place pour permettre la reprise de la végétation préexistante.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Cette phase spécifique de déconstruction sera intégrée dans le marché de réalisation.

Le maître d'ouvrage s'assurera que les éléments construits ne seront pas simplement recouverts de terre en fin de chantier.

Des aménagements de renaturation de ces espaces seront prévus.

Il s'agira d'être vigilant sur le stockage des terres végétales

- En évitant le mélange des terres et leur compactage ;
- En balisant et identifiant les stockages en vue de leur remise en place.

Modalités de suivi de la mesure

Vérification du respect des prescriptions (actions réalisées et conformes).
Travaux de parachèvement au même titre que les autres travaux d'aménagements paysagers du projet.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif de repli du chantier	**Code mesure : R21r**
Constat de fin de chantier.	
	egis

3. MESURES D'EVITEMENT PRISES LORS DE LA CONCEPTION DU PROJET

Lors de la conception du projet, des réflexions ont été menées de manière à intégrer le maximum de mesures d'évitement au projet, afin de tenir compte des enjeux environnementaux identifiés au stade de la détermination des facteurs de l'état actuel de l'environnement.

Le présent chapitre a pour objet de présenter ces mesures d'évitement.

3.1. SUPPRESSION DES AMENAGEMENTS DANS LE SECTEUR DE LA PRESQU'ILE (SUSPENSION DE L'EXTENSION EST DU TRAMWAY) POUR TENIR COMPTE DU RISQUE D'INONDATION

Le tracé présenté en concertation préalable comprenait une extension Est de la ligne de tramway au-delà du terminus « Presqu'île » vers le Quai de Normandie, puis la Chaussée d'Alger.

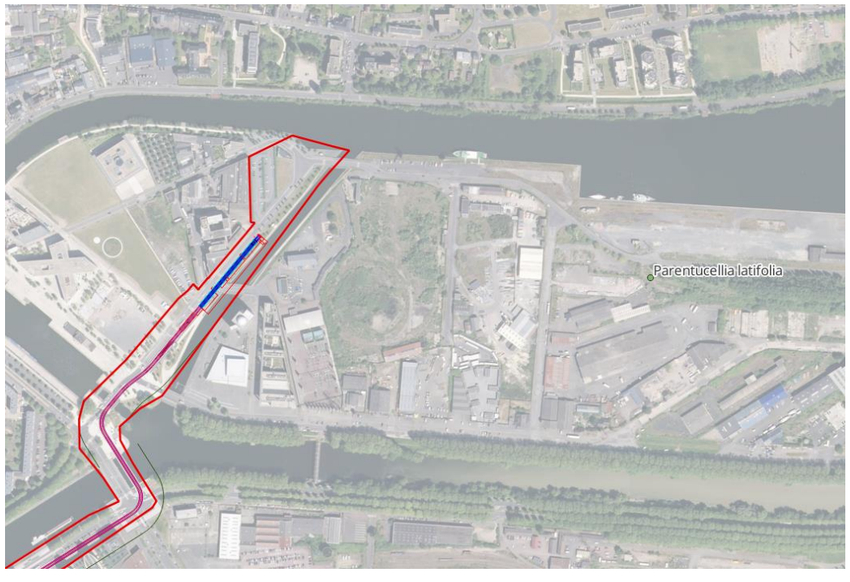
Par la suite, cette extension Est a été suspendue en raison d'enjeux forts liés au risque d'inondation dans le secteur de la Presqu'île. En effet, suite au rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) de mars 2023, il est évalué une élévation du niveau des mers d'un mètre à l'horizon 2100.

Par conséquent, l'État et la Communauté urbaine Caen la mer ont engagé une étude destinée à simuler l'impact de cette hausse, les effets attendus devant se faire sentir jusque dans l'agglomération caennaise, dont notamment la Presqu'île située entre le canal et l'Orne. En septembre 2023, la Communauté urbaine a annoncé sa décision de suspendre le projet d'aménagement de cette Presqu'île (2 500 logements prévus) en l'attente des résultats de cette étude relative au risque d'inondation, et en conséquence, de ne pas engager les travaux prévus de prolongation Est de la ligne de tramway. Deux stations initialement prévues ne seront donc pas aménagées : il s'agit des stations « Quai de Normandie » et « Chaussée d'Alger ».

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer conserve donc son terminus Est existant au terminus actuel de la ligne T2 « Presqu'île » à Caen.

Toutefois, le projet prévoit le réaménagement de ce terminus « Presqu'île », pour permettre le fonctionnement avec deux lignes et le remisage de deux rames supplémentaires. Ainsi, les voies existantes sont prolongées vers l'Est sur une longueur d'environ 130 mètres.

Il est à noter que le fait de suspendre l'extension Est du tramway a également permis d'éviter un impact sur une station florale (*Parentucellia latifolia*, espèce « très rare » au niveau local, mais non protégée), recensée lors des inventaires de la première saison.



Situation du terminus sur la Presqu'île et localisation de la flore patrimoniale (source : ExEco Environnement)

3.2. ÉVITEMENT DU SITE INSCRIT DE LA PRAIRIE DE CAEN

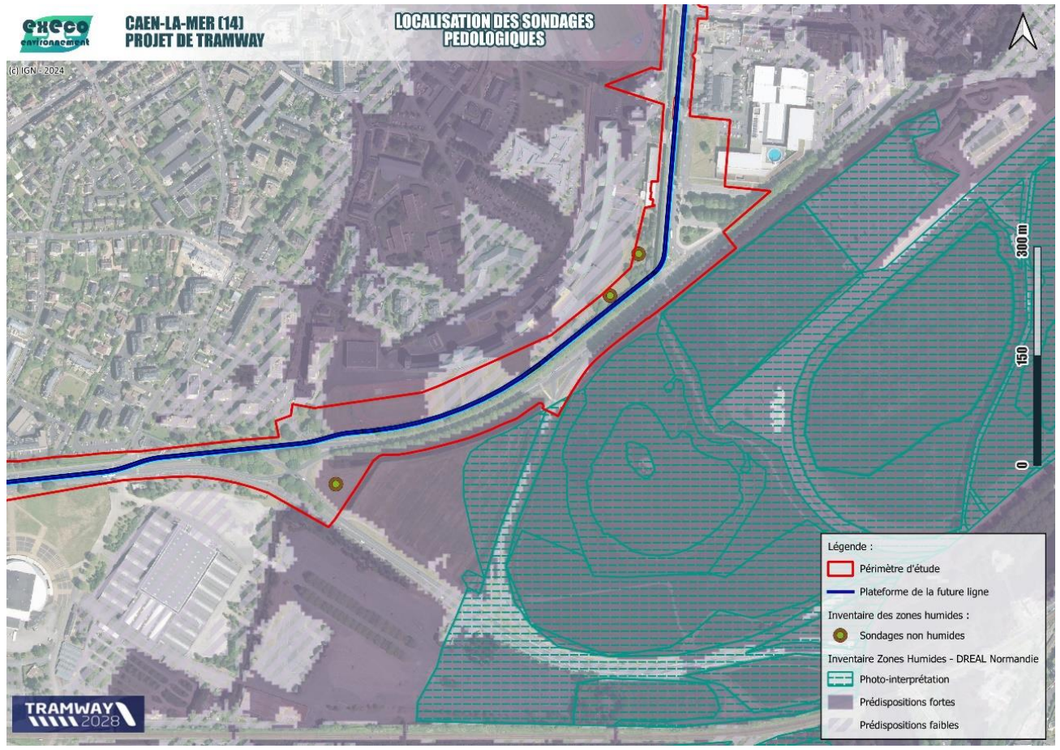
Afin d'éviter tout impact sur le site de la Prairie de Caen qui constitue un milieu naturel d'intérêt en cœur de ville, le tracé de la plateforme tramway a été décalé vers le Nord, du côté du lycée Malherbe. La Prairie est en effet un site qui abrite une biodiversité remarquable et fait l'objet d'une protection réglementaire en site inscrit.

3.3. CHOIX D'UN TRACE EVITANT LES ZONES HUMIDES

Au droit de l'aire d'étude du projet, les zones humides potentielles sont uniquement localisées au niveau de la Prairie.

De plus, l'état des lieux (sur la base des critères habitats / pédologie) a démontré l'absence de zone humide au niveau de l'aire d'étude immédiate, et donc de la zone de projet.

L'insertion retenue du projet dans le lycée Malherbe permet d'éviter tout impact sur la zone humide de la Prairie, ainsi que la modification du cours d'eau La Noé et de sa berge.

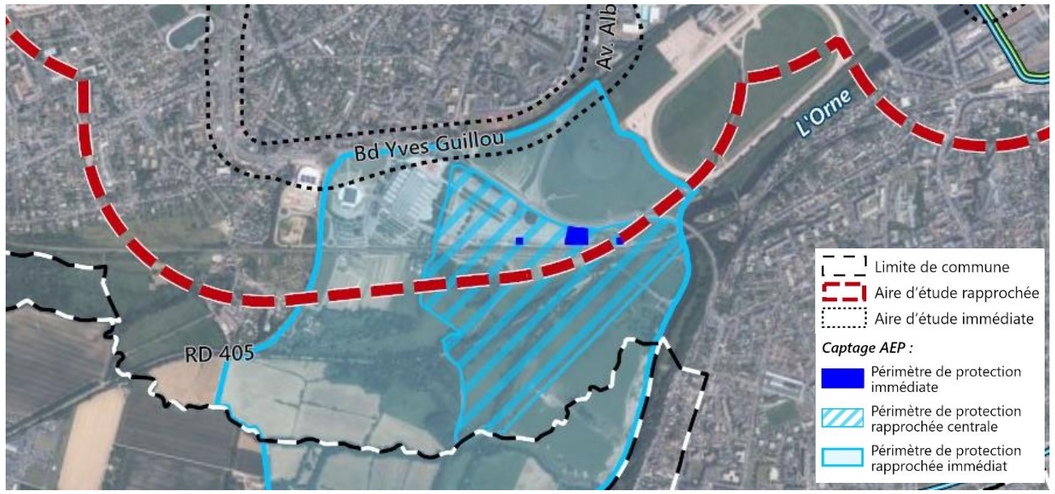


Localisation des sondages pédologiques non humides et des emprises projet (source : Trameo/ExEco Environnement)

3.4. Choix d'un trace evitant les captages d'alimentation en eau potable situes au niveau de la Prairie de Caen

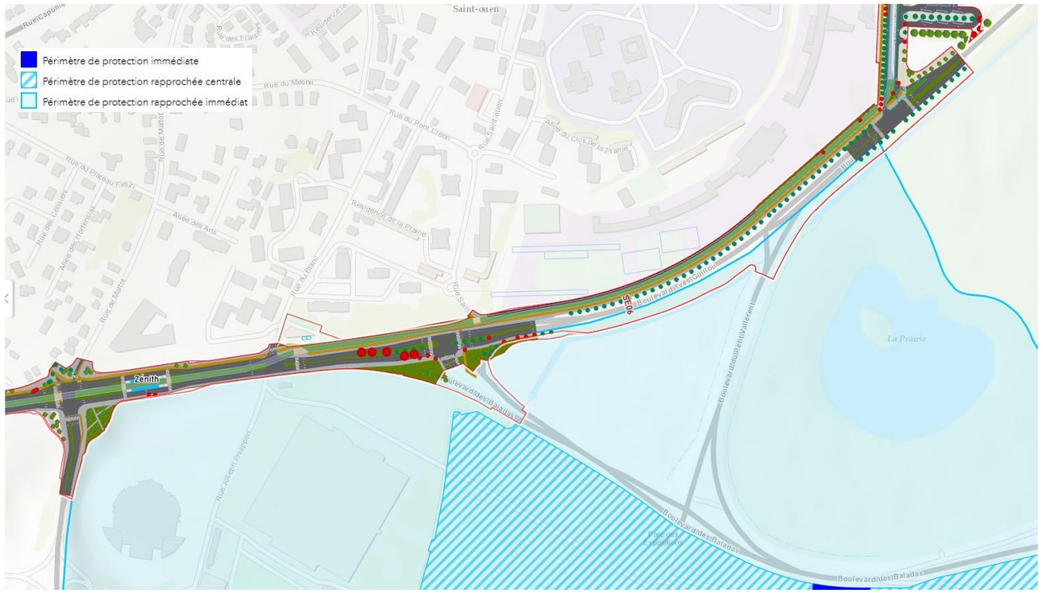
La zone des captages d'alimentation en eau potable de Prairie 1, constituée de trois forages, se situe au niveau de la Prairie de Caen.

Lors de la conception du projet, un tracé évitant le périmètre de protection rapprochée immédiat a été recherché au niveau de son passage au niveau du boulevard Yves Guillou.



Localisation des périmètres de protection associés aux captages Prairie 1 (source : ARS/Trameo)

Le projet s'inscrit à présent à proximité immédiate du périmètre de protection rapprochée immédiat des captages Prairie 1.



Superposition du projet aux périmètres de protection des captages Prairie 1 (source : Trameo)

3.5. Mise en place d'un soutenement qui limite le volume de remblai en zone inondable de l'Orne

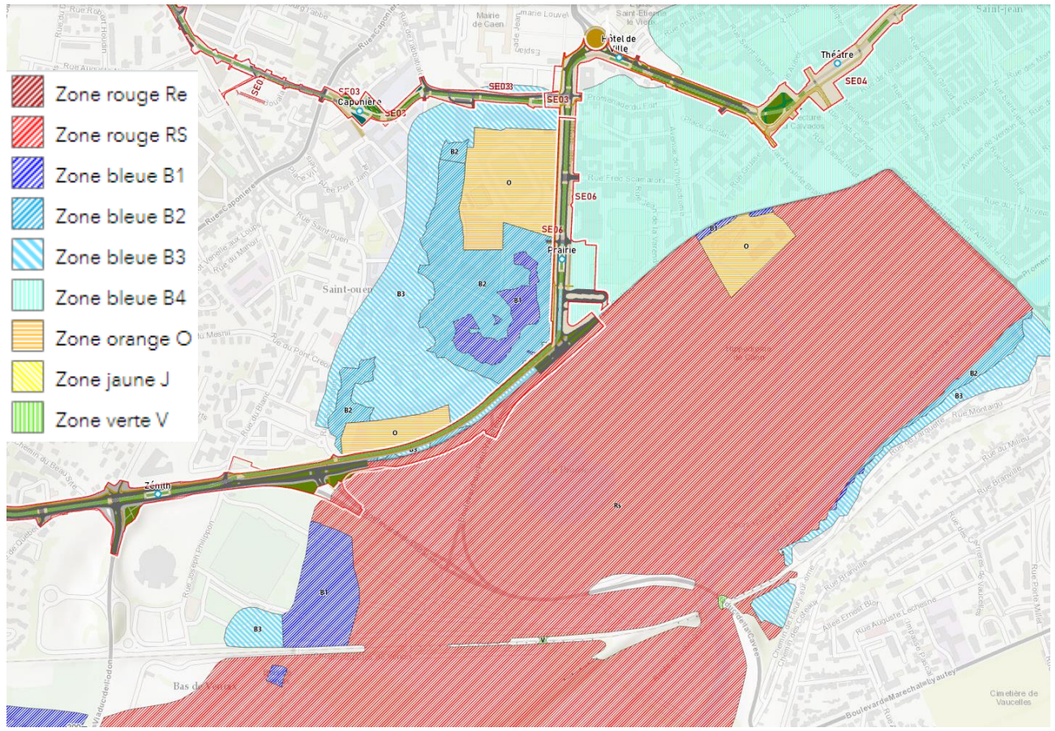
L'aire d'étude du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par le risque inondation par débordement lent de cours d'eau identifié au sein du Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne, approuvé le 10 août 2021.

La partie Sud de l'aire d'étude recoupe en particulier les zonages rouges, au niveau de la Prairie de Caen, et bleus de ce PPRM.

Le tracé de l'infrastructure du tramway évite le site de la Prairie de Caen, en rouge rouge.

Il s'inscrit toutefois sur ou à proximité d'emprises de voiries inscrites en zone bleue du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne :

- « Zone bleue B2 », au niveau des espaces publics du lycée Malherbe ;
- « Zone bleue B4 ».



Superposition du projet au zonage réglementaire du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne

Deux variantes ont été étudiées dans ce secteur pour permettre le passage de la nouvelle infrastructure tramway :

- Une variante qui consiste à remblayer sur l'ensemble du linéaire ;
- Une variante qui prévoit la mise en œuvre d'un mur de soutènement sur la partie du linéaire présentant une dénivellation significative.
-

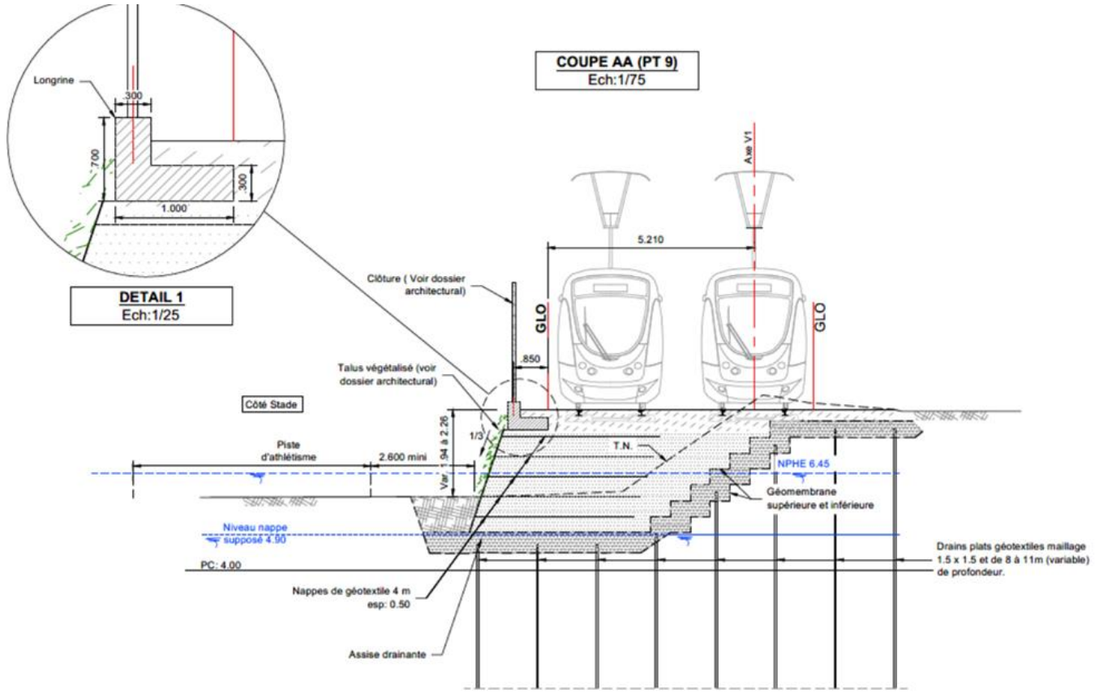
En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

À la suite des études géotechniques, le mur béton initialement prévu a été modifié au profit d'un remblai renforcé dans le but d'assurer la tenue et la résilience de l'ouvrage et de supprimer les besoins de purge du sol en place.

La technique dite de remblai renforcé permet de s'affranchir du recours à un mur en béton armé au profit d'un remblai comportant des inclusions de nappes géosynthétiques ou de grilles métalliques qui permettent de réaliser des ancrages par couches successives dans le remblai, destinés à supporter le dispositif de retenue du talus. Cette technique largement éprouvée permet ainsi de mettre en œuvre un talus raidi par rapport aux possibilités offerte par un terrassement standard.

Le soutènement du tramway au niveau du lycée Malherbe est constitué d'un mur souple (aussi appelé remblai renforcé) sur 300 m et d'un remblai classique sur 210 m. La pente du mur souple est de 1/3.

Ainsi, le volume de remblais à compenser a été réduit en concevant un remblai renforcé dans la partie avec le plus de dénivelée et un talus dans la partie avec le moins de dénivelée, tout en tenant compte des contraintes géotechniques du site. Le tramway a été collé le plus possible contre la piste cyclable existante pour réduire l'empiètement sur le lycée au maximum.



Coupe du remblai renforcé projeté au niveau du lycée Malherbe (source : Trameo)

3.6. POSITIONNEMENT DU PARKING-RELAIS « CHEMIN VERT » EN-DEHORS D'UNE ZONE ENHERBEE ET BOISEE

Le parking-relais « Chemin Vert » est positionné à proximité immédiate de l'échangeur du Chemin Vert du périphérique de Caen (RN814) et de la station « Chemin Vert ».

Initialement, il était envisagé d'aménager ce parking-relais sur des terrains situés dans les délaissés de cet échangeur. Cette zone, définie en parc arboré en contexte urbain, représente un espace assez peu fréquenté par l'Homme (gestion et fréquentation ponctuelle). Elle accueille une certaine diversité d'espèce de chiroptères et des espèces d'oiseaux patrimoniales cependant communes (Mésange charbonnière et Mésange huppée).

Afin d'éviter une nouvelle imperméabilisation de terrains, de plus situés en zone naturelle, les études ont permis de déterminer un positionnement moins impactant, en réutilisant un terrain faisant déjà office de zone de stationnement.

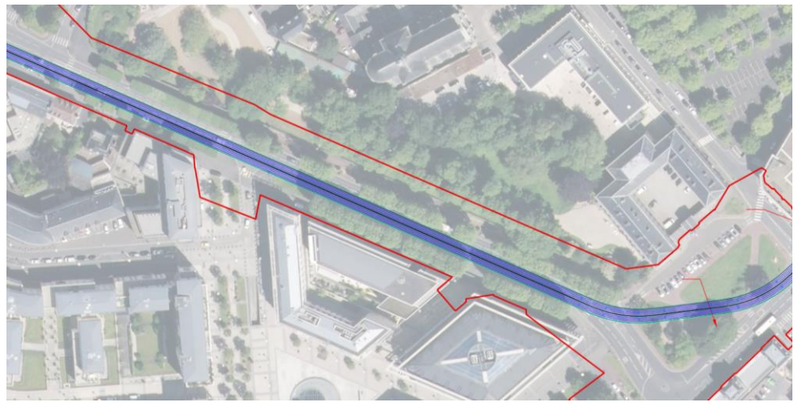


Localisation du P+R « Chemin Vert » à proximité immédiate de la station « Chemin Vert »

3.7. ADAPTATION DU TRACE POUR CONSERVER DES ALIGNEMENTS D'ARBRES LOCALISES LE LONG DE VOIES CIRCULEES

De nombreux axes viaires qui seront empruntés par les futures voies de tramway sont bordés d'arbres d'alignement. Le projet évite plusieurs alignements, dont l'ensemble des alignements identifiés comme corridors écologiques lors des études faune-flore du projet.

En particulier, de part et d'autre de la rue de Bernières et du boulevard Bertrand, un travail en phase de conception du projet a été réalisé afin de conserver ces arbres d'alignement (Tilleuls, Platanes à feuilles d'érable, Érable plane). Avec un seul sens de circulation pour les véhicules au lieu de deux, les arbres ont pu être sauvés.



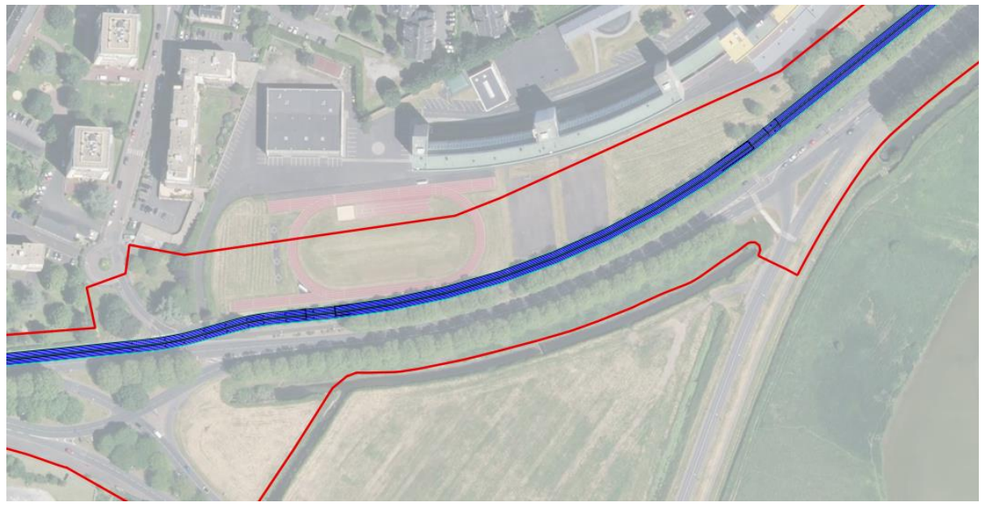
Passage de l'infrastructure tramway au niveau du boulevard Bertrand (source : Trameo)

Les arbres initialement supprimés au niveau de la station « Hôtel de Ville » sont finalement conservés et intégrés au quai de la station, qui est adaptée.

Le Nord de la rue du Chemin Vert et le boulevard du Maréchal Juin ont également fait l'objet d'un travail particulier de conservation. L'optimisation des profils, la réduction de la largeur de la piste cyclable et le décalage de la plateforme a permis de conserver les deux alignements d'arbres existants

Sur le tronçon entre le carrefour Rosel et le rond-point du Débarquement, les études affinées ont permis d'épargner l'alignement d'arbres à l'Est.

Le projet évite par ailleurs les alignements d'arbres du boulevard Yves Guillou (le long de la Prairie), qui représentent des axes de déplacement pour la faune volante. Ces arbres sont de plus intégrés au projet de classement du site de la Prairie.



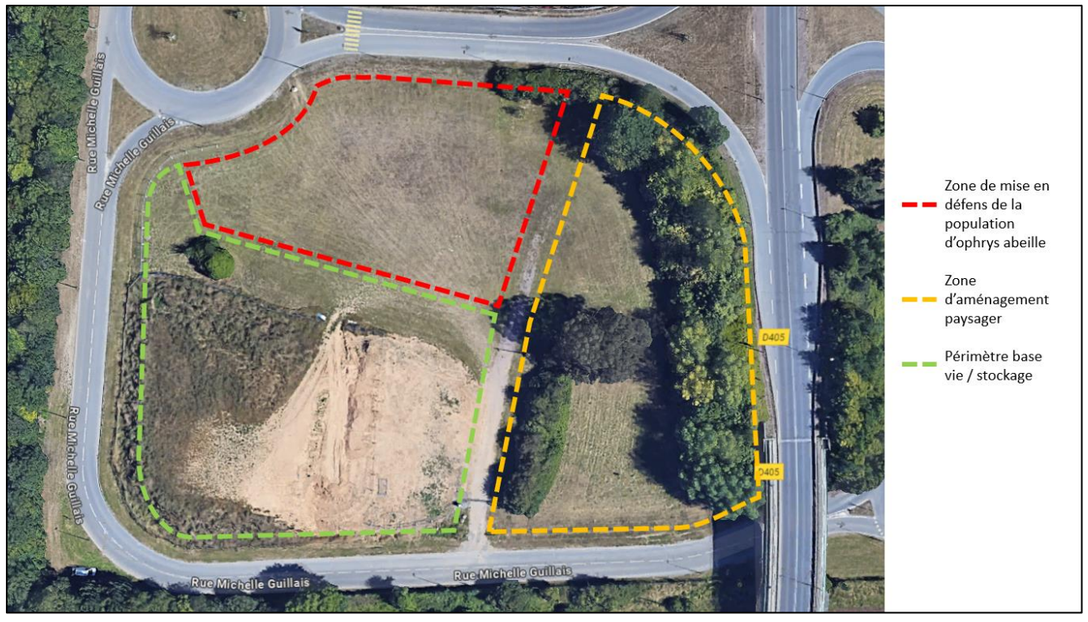
Passage de l'infrastructure tramway au niveau du boulevard Guillou (source : Trameo)

3.8. Mise en defens de la zone concernee par la presence de flore protegee au niveau de la base vie dite « Palais des Sports »

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Au niveau de la base-vie dite « Palais des sports », l'analyse des bases de données de Caen la mer a permis d'identifier une zone concernée par la présence d'Ophrys abeille (*Ophrys apifera*), espèce végétale d'intérêt.

Une mesure d'évitement complémentaire est donc instaurée visant à mettre en défens la zone concernée par la mise en œuvre de rubalise ou de clôture à mouton, afin de ne pas utiliser la zone comme zone de stockage, de stationnement, de base-vie ou dépôt de terre. La partie est de la zone a quant à elle déjà été exclue de la zone de base-vie en raison de la présence de nombreux arbres à préserver et des aménagements paysagers projetés sur cette zone. Les périmètres concernés sont précisés sur la vue ci-dessous :



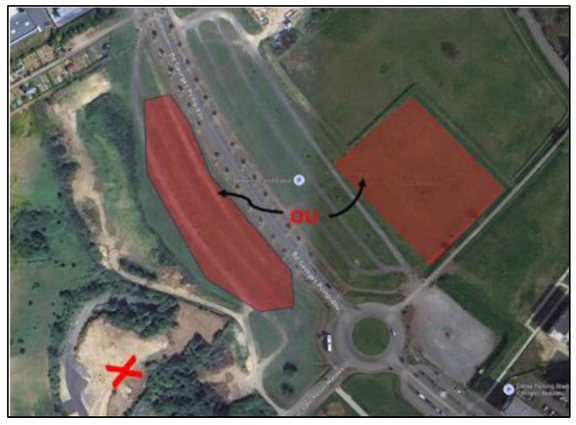
Base-vie « Palais des sports » - Localisation du périmètre de la base-vie

3.9. Choix d'une localisation du site de base vie « Pompidou » eloignee de l'entree des carrieres de la Maladrerie et adaptation de la periode de realisation des travaux de terrassements

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Afin d'évaluer plus précisément les effets du projet en phase travaux et d'exploitation sur les chiroptères du site des carrières de la Maladrerie, le Groupe Mammalogique Normand (GMN) a été sollicité pour son expertise reconnue.

Le site d'implantation précis de la base-vie n'était pas encore arrêté. Après échange avec le GMN, l'emplacement Ouest étant proche de l'entrée des carrières, c'est l'emplacement Est qui est retenu, celui-ci se situant à bonne distance de l'accès au carrières emprunté par les chiroptères (mesure d'évitement).



Sites d'implantation possibles pour l'implantation de la base-vie dans le secteur du terminus Pompidou. Le site retenu est celui situé à l'est.

4. EFFETS DU PROJET SUR LA POPULATION ET LA SANTE HUMAINE, ET MESURES

4.1. POPULATION / RIVERAINS

4.1.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.1.1.1. Effets

La population des quartiers traversés par le projet (centre ancien de Caen, Saint-Ouen, Haie Vigné, Beaulieu, Chemin Vert, Venoix, Bas-Venoix et Prairie) sera impactée par les travaux et les circulations induites des engins de chantier. L'impact du projet sera fort à proximité des secteurs habités, mais limité dans le temps à la période de travaux.

Les riverains les plus impactés temporairement par les travaux sont ceux dont l'habitation est localisée à proximité immédiate des travaux (impacts directs).

L'impact pour les autres habitants se limitera à une gêne concernant la circulation à proximité du chantier :

- Section commune aux deux branches :
  - Avenue Victor Hugo ;
  - Avenue du Six Juin ;
  - Rue de Bernières ;
  - Boulevard du Maréchal Leclerc ;
  - Place Gambetta ;
  - Boulevard Bertrand ;
  - Place Guillouard ;
  - Avenue Albert Sorel ;
    - Branche Nord-Ouest vers le quartier du Chemin Vert :
  - Rue du Carel ;
  - EPSM Bon Sauveur ;
  - Esplanade Chaunu ;
  - Rue du Capitaine Boualam ;
  - Rue Damozanne ;
  - Rue de Bayeux ;
  - Boulevard Dunois ;
  - Rue d'Authie ;
  - Rue du Chemin Vert ;
  - Rue de Touraine ;
  - Rue de Champagne ;
  - Boulevard du Maréchal Juin ;
    - Branche Ouest vers le quartier de Beaulieu :
  - Boulevard Yves Guillou ;
  - Boulevard André Detolle ;
  - Boulevard Georges Pompidou.

Les effets sont à court terme et liés aux phénomènes suivants, qui peuvent intervenir de façon momentanée ou prolongée selon les cas :

- Déviation de la circulation générale ;
- Limitation des accès des véhicules, notamment les poids-lourds et les véhicules de livraison ;
- Modification des lignes ou des arrêts de bus ;
- Réduction ou suppression de places de stationnement ;
- Détérioration provisoire des voiries engendrant des difficultés d'accès pour les piétons, les vélos et les véhicules des clients ;
- Modification des itinéraires modes doux(le maintien des pistes cyclables n'est pas toujours possible et les cycles peuvent être amenés à circuler sur les voiries) ;
- Présence des engins de chantier ;
- Modification de la visibilité des commerces.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : modéré

4.1.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets sur les populations riveraines, plusieurs mesures sont définies :

- R1.1a – Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier : cette mesure vise à travailler les emprises pour réduire autant possible les incidences sur les espaces publics et privés ;
- R3.1a – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) : l'objectif est de réduire autant que possible la gêne ressentie en travaillant le calendrier et les horaires des travaux ;
- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux : cette mesure présente en détail les dispositions prises par le maître d'ouvrage afin de limiter les nuisances sur le cadre de vie de la population ;

- R2.1a – Plan de circulation en phase travaux : cette mesure vise notamment à garantir l'accessibilité aux équipements, commerces et logements situés aux abords du projet.

Ces mesures sont détaillées aux chapitres 2.3.5.2. et 4.3. de la partie 6 de la présente étude d'impact.

4.1.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels sur les populations riveraines du projet sont considérés comme faibles suivant la phase de chantier.

Impact résiduel : faible

4.1.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

4.1.2.1. Effets

L'amélioration globale de l'offre de transport au sein de l'agglomération de Caen, ainsi que du cadre de vie, induit par le développement du réseau de tramway au Nord (Saint-Contest via le Chemin Vert) et l'Ouest (vers Beaulieu-Pompidou via le boulevard Yves Guillou), augmentera l'attractivité et le dynamisme des quartiers traversés et de leurs équipements qui ne sont pour l'instant desservis que par le bus. La mise en service de l'extension du tramway de Caen la mer peut donc être un élément majorant dans l'évolution future des usages et pratiques des habitants de l'agglomération caennaise, et ce particulièrement dans les secteurs nouvellement desservis par le tramway.

Aussi, en tant que mode de transport efficace, le tramway joue un rôle moteur en contribuant à l'installation de nouveaux ménages.

Des retours d'expérience ont démontré une attractivité démographique accrue dans les secteurs desservis par un tramway. La population augmente plus rapidement aux abords d'un tramway que dans les quartiers environnants qui ne disposent pas de ce type de desserte. Il apparaît notamment que les abords des lignes de tramway attirent une part croissante de ménages sans voiture.

De plus, la partie Ouest et Nord de l'agglomération caennaise vont bénéficier d'une amélioration de leur desserte et de leur accessibilité depuis le secteur de la Presqu'Île et des grands pôles déjà desservis par le tramway (gare SNCF, centre ancien, etc.). La modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » va aussi permettre de répondre à une hausse de la fréquence des tramways et permettre un meilleur roulement des rames de tramway sur le réseau pour répondre à cette augmentation du trafic.

De plus, la transformation de voies exclusivement réservées aux voitures en voies partagées (voire uniquement dédiées au tramway sur certains tronçons) avec le tramway et les déplacements modes doux va améliorer le cadre de vie des riverains de par la baisse des nuisances sonores, atmosphériques et olfactives liées à une baisse du trafic routier, sans nuire toutefois au fonctionnement de la vie locale au quotidien (livraisons, accès voiture pour certaines professions, usagers, services régulés par contrôle d'accès).

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : positif

4.1.2.2. Mesures

Les incidences permanentes sur les populations riveraines étant positives, aucune mesure n'est définie.

4.2. EMPLOI

4.2.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.2.1.1. Effets

Les travaux permettront le maintien voire la création d'emplois nécessaires à la construction des nouvelles infrastructures (emplois directs) et impliqués par les industries amont pour la fabrication des fournitures de chantier (emplois indirects).

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : positif

4.2.1.2. Mesures

Les incidences temporaires sur l'emploi étant positives, aucune mesure n'est définie.

4.2.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

4.2.2.1. Effets

Le projet aura des conséquences positives pour l'emploi. Le nouveau système de transport de Caen la mer permettra directement de générer plusieurs types d'emplois (conducteurs, agents de maintenance, agents d'exploitation, …).

Aussi, lors de la phase exploitation, l'extension du réseau de tramway permettra aux personnes non munies d'un véhiculer particulier d'avoir un accès facilité aux zones d'emplois grâce à des fréquences et des horaires étendus par rapport au réseau de bus existant et pour un temps de parcours plus rapide.

Impact direct et indirect, permanent avant proposition de mesures : positif

4.2.2.2. Mesures

Les incidences permanentes sur l'emploi étant positives, aucune mesure n'est définie.

4.3. QUALITE DE L'AIR ET SANTE

4.3.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.3.1.1. Effets

En phase chantier, les principales sources d'émissions polluantes sont :

- Les émissions des moteurs thermiques des matériels roulants, compresseurs, groupes électrogènes, etc. ;
- Les rejets des centrales à bitume, centrales d'enrobage, etc. ;
- Les émissions de poussières produites par la circulation des engins, les mouvements des terres (notamment lors du terrassement) et les matériaux (transport, stockage, mise en œuvre) ;
- Les émissions de poussières issues des opérations d'épandage de liants hydrauliques ; ces poussières sont susceptibles de véhiculer des composés nocifs pour la santé.

Les émissions des matériels, compresseurs, etc. sont fortement dépendantes des stratégies qui seront mises en œuvre par les entreprises lors des travaux.

Les centrales font l'objet d'une procédure de déclaration ou d'autorisation qui imposent des valeurs limites à l'émission.

Les poussières produites lors de la phase de chantier sont susceptibles de se déposer sur les végétaux et les bâtiments situés à proximité. Elles peuvent être à l'origine de salissures sur les bâtiments, mais surtout de risques sanitaires par inhalation et par ingestion (contamination des végétaux et de la chaine alimentaire).

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : faible

4.3.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets sur la qualité de l'air, plusieurs mesures sont définies :

- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux : cette mesure présente en détails les dispositions prises par le maître d'ouvrage afin de limiter les émissions atmosphériques en phase travaux ;
- R3.1a – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) : l'objectif est de réduire autant que possible la gêne ressentie en travaillant le calendrier et les horaires des travaux ;
- R2.1z – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux : l'objectif de cette mesure est de prévenir les riverains afin d'avoir une meilleure acceptation des nuisances engendrées par le projet.

Ces mesures sont détaillées aux chapitres 2.3.5 et 4.8.1.

4.3.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels sur la qualité de l'air pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

4.3.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

Une étude spécifique air et santé de niveau II a été réalisée dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer. La méthodologie de cette étude est spécifiée au chapitre 4.2 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

L'étude air et santé dans son intégralité est présentée en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

4.3.2.1. Bilan des émissions routières

Les émissions routières ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, aux horizons 2023 pour ***l'État initial*** (EI23), 2028 pour le ***Fil de l'eau 2028*** (FE28) et ***l'État projeté 2028*** (EP28), et 2048 (mise en service + 20 ans) pour le ***Fil de l'eau 2048*** (FE48) et ***l'État projeté 2048*** (EP48).

Le réseau routier retenu pour l'étude comprend les tronçons définis par :

- Les voies empruntées par le futur tramway et sur lesquelles il y aura du trafic routier ;
- l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet :
  - Pour un TMJA > 5 000 véh/j, les tronçons dont le trafic varie au minimum de ±10 % à l'horizon de mise en service ;
  - Pour un TMJA < 5 000 véh/j, les tronçons dont le trafic varie au minimum de ±500 véh/j.

L'ensemble des tronçons retenus est ensuite réparti en 9 groupes :

- Le groupe *Beaulieu* compte 22 tronçons et un linéaire total de 5,9 km ;
- Le groupe *Guillou – Detolle – Bayeux* compte 30 tronçons et un linéaire total de 4,4 km ;
- Le groupe *La Haie Vigne – Mairie – La Grâce de Dieu* compte 74 tronçons et un linéaire total de 9,9 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 69 tronçons et 9,4 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe *Mémorial* compte 9 tronçons et un linéaire total de 2,1 km ;
- Le groupe *Maréchal Leclerc* compte 29 tronçons et un linéaire total de 2,2 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 25 tronçons et 1,8 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe *Orne – Bassins* compte 22 tronçons et un linéaire total de 3,8 km ;
- Le groupe *RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert* compte 88 tronçons et un linéaire total de 16,2 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 87 tronçons et 16,1 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe *RD220* compte 14 tronçons et un linéaire total de 3,3 km ;
- Le groupe *Verdun - Château - Plaisance* compte 30 tronçons et un linéaire total de 2,6 km.

Ces groupes de tronçons sont présentés sur la carte en page suivante.

Analyse comparative des bilans des émissions entre l'État initial 2023 et le Fil de l'eau (sans projet) à l'horizon 2028

L'analyse comparative des émissions polluantes aux horizons 2023 (État initial) et 2028 sans projet (Fil de l'eau 2028) met en évidence une diminution moyenne de -21 % des émissions en polluants, pour l'ensemble des groupes de tronçons. Cette variation de -21 % correspond à une diminution modérée des émissions de polluants. Cette diminution moyenne cache des différences selon les polluants :

- Diminution très forte pour le benzène (-130 g/j soit -60 %) et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) (-3 113 g/j soit -54 %) ;
- Diminution forte pour le monoxyde de carbone (-46 kg/j soit -32 %) et le dioxyde d'azote (-19 kg/j soit -31 %) ;
- Diminution modérée pour les particules $PM_{2,5}$ (-1,85 kg/j soit -16 %), le benzo(a)pyrène (-71 mg/j soit -13 %) et les particules PM_{10} (-1,82 kg/j soit -11 %) ;
- Diminution non significative pour l'arsenic (-36 ng/j soit -1 %) ;
- Augmentation non significative pour le dioxyde de soufre (+12 g/j soit +1 %) ;
- Augmentation faible pour le nickel (+853 ng/j soit +4 %).

Les évolutions des émissions calculées pour les différents groupes de tronçons présentent une bonne homogénéité et sont comprises entre -26 % pour le groupe *Beaulieu* et -15 % pour les groupes *RD220* et *Verdun – Château – Plaisance*.

Les émissions routières diminuent donc pour la plupart des polluants. Ces résultats montrent les effets positifs liés aux améliorations technologiques (généralisation du pot catalytique, reformulation des carburants, etc.). Le renouvellement du parc roulant est un facteur important de réduction des pollutions atmosphériques.

Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon 2028 (avec et sans projet)

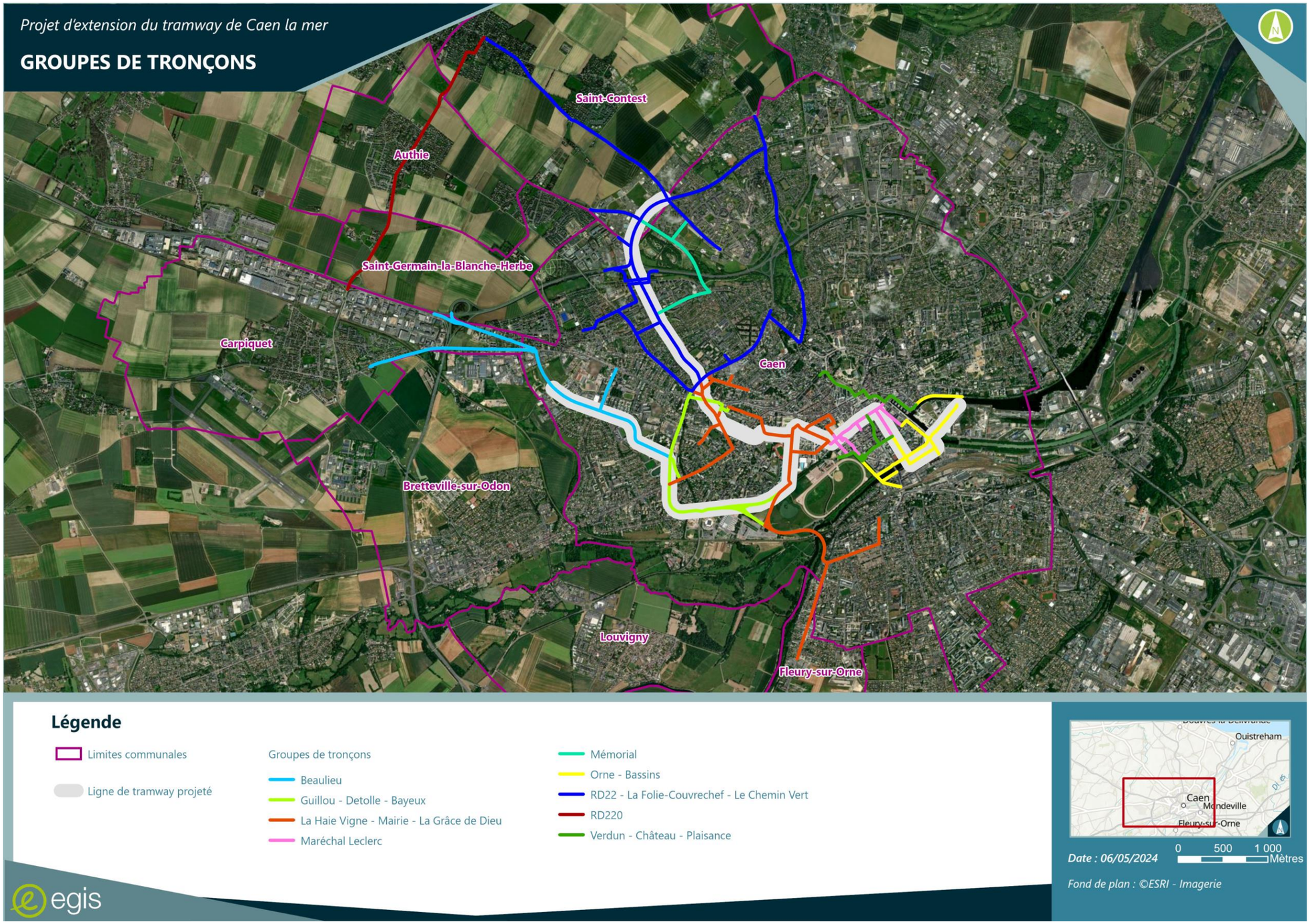
L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2028, entre l'État projeté 2028 (avec projet) et le Fil de l'eau 2028 (sans projet), met en évidence des diminutions faibles de mêmes proportions (-7 %), quel que soit le polluant :

- Monoxyde de carbone : -7 kg/j ;
- Dioxyde d'azote : -3 kg/j ;
- PM_{10} : -1,1 kg/j ;
- $PM_{2,5}$: -687 g/j ;
- COVNM : -188 g/j ;
- Dioxyde de soufre : -73 g/j ;
- Benzène : -6 g/j ;
- Benzo(a)pyrène : -34 mg/j ;
- Nickel : -1,8 mg/j ;
- Arsenic : -320 ng/j.

Les évolutions des émissions calculées pour les différents groupes de tronçons sont différentes suivant les groupes de tronçons :

- Diminution très forte (-21 %) pour le groupe *Maréchal Leclerc* (-55 %) ;
- Diminution modérée pour les groupes *RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert* (-15 %), *La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu* (-13 %) et *Beaulieu* (-10 %) ;
- Diminution faible pour le groupe *Orne – Bassins* (-6 %) ;
- Aucune évolution significative pour le groupe *Guillou - Detolle – Bayeux* ;
- Augmentation modérée pour les groupes *Verdun - Château – Plaisance* (+16 %) et *Mémorial* (+20 %) ;
- Augmentation très forte pour le groupe *RD220* (+81 %).

Les évolutions des émissions moyennes sont cohérentes avec les évolutions moyennes du kilométrage parcouru de -7 %.



Groupes de tronçons

Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon 2048 (avec et sans projet)

Le bilan des émissions routières à l'horizon 2048 pour l'État projeté 2048 (EP48), à savoir la situation avec la mise en service +20 ans de l'extension du tramway de Caen la mer, est présenté dans le Tableau 26. Dans ce tableau, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre l'État projeté 2048 et le Fil de l'eau 2048 (noté (EP48-FE48)/FE48).

L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2048, entre l'État projeté 2048 (avec projet) et le Fil de l'eau 2048 (sans projet), met en évidence des diminutions faibles de mêmes proportions (-13 %), quel que soit le polluant :

- Monoxyde de carbone : -10 kg/j ;
- Dioxyde d'azote : -1 kg/j ;
- PM_{10} : -1,73 kg/j ;
- $PM_{2,5}$: -1 kg/j ;
- COVNM : -323 g/j ;
- Dioxyde de soufre :-140 g/j ;
- Benzène : -7 g/j ;
- Benzo(a)pyrène : -31 mg/j ;
- Nickel : -3,7 mg/j ;
- Arsenic : -565 ng/j.

Les évolutions des émissions calculées pour les différents groupes de tronçons sont différentes suivant les groupes de tronçons :

- Diminution très forte (-21 %) pour le groupe Maréchal Leclerc (-57 %) ;
- Diminution modérée pour les groupes RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (-21 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (-17 %), Beaulieu (-16 %) et Orne – Bassins (-13 %) ;
- Diminution faible pour le groupe Guillou - Detolle – Bayeux (-5 %) ;
- Augmentation modérée pour les groupes Verdun - Château – Plaisance (+11 %) et Mémorial (+16 %) ;
- Augmentation très forte pour le groupe RD220 (+70 %).

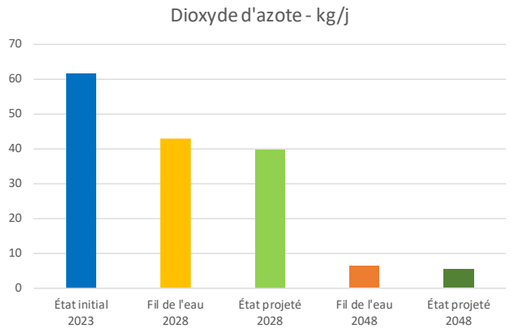
Les évolutions des moyennes des émissions sont cohérentes avec les évolutions moyennes du kilométrage parcouru de -12 %.

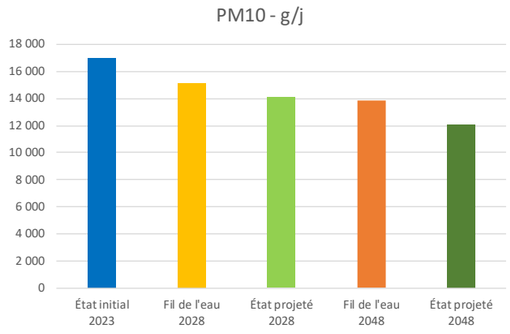
Synthèse du bilan des émissions routières

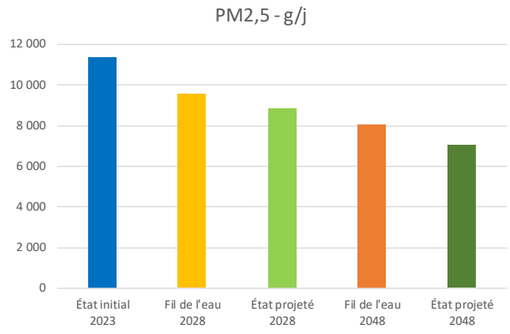
D'une manière générale, les émissions routières diminuent pour les scénarios sans projet entre 2023 (état initial) et 2028, puis entre 2028 et 2048, à l'exception du nickel et du dioxyde de soufre, dont les émissions augmentent entre ces horizons, et de l'arsenic, pour la période 2028 à 2048.

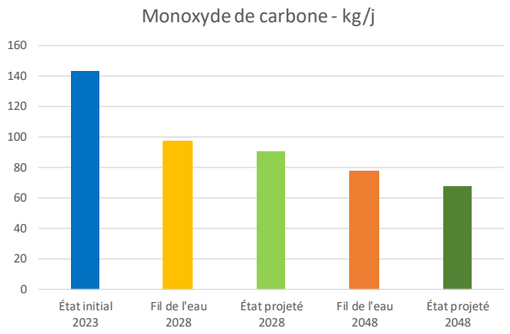
Avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer, les émissions routières diminuent pour tous les polluants en 2028 (mise en service) et en 2048 (20 ans après la mise en service).

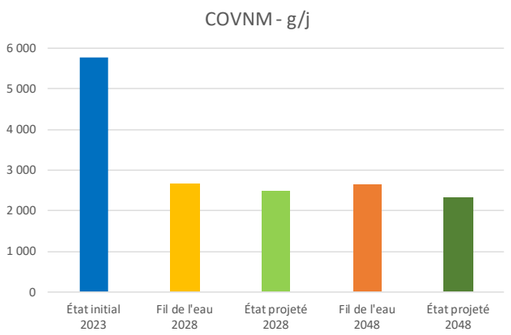
Les diagrammes présentés en page suivante montrent l'évolution des émissions totales, polluant par polluant, pour ***l'État initial 2023***, les ***Fils de l'eau 2028 et 2048***, et les ***États projetés 2028 et 2048***.

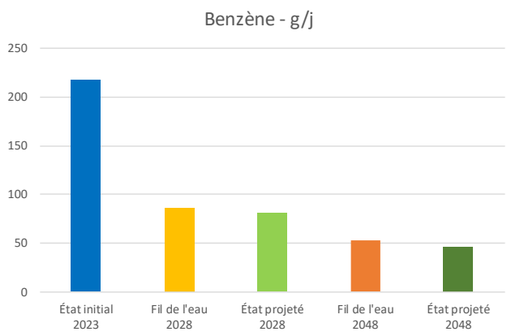


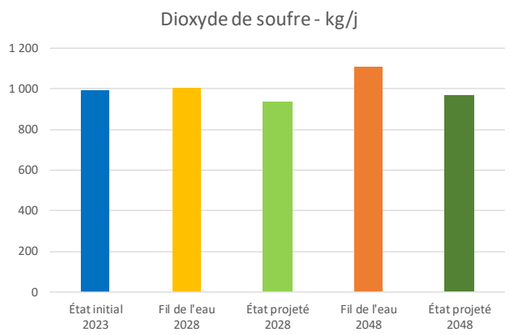


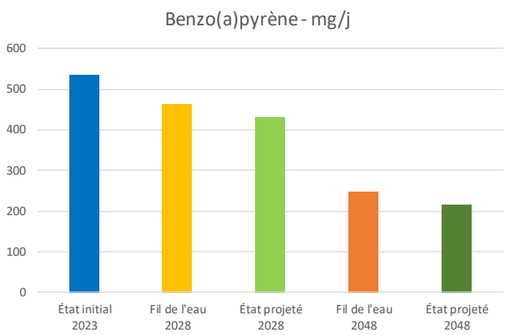


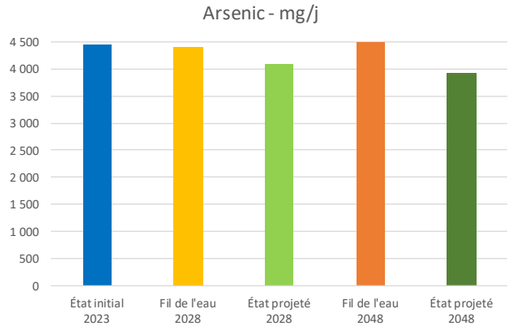


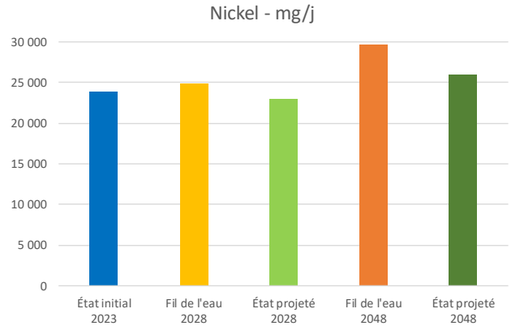












Évolution des émissions routières totales par polluant et par état (état initial, fil de l'eau, état projeté) (source : Egis)

4.3.2.2. Évaluation des teneurs en polluants dans l'air ambiant

La dispersion et l'évaluation des teneurs en dioxyde d'azote dans l'air ambiant ont été déterminées avec le logiciel ADMS Roads. Les teneurs en polluants sont exprimées sous la forme de teneurs moyennes annuelles en tout point de la bande d'étude.

Ces teneurs annuelles sont comparables aux normes de qualité de l'air en vigueur et leur comparaison aux différents horizons permet d'appréhender l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Il convient de souligner que ces résultats mettent en évidence la contribution des émissions induites par le réseau routier étudié, à l'exclusion de toute autre source d'émissions.

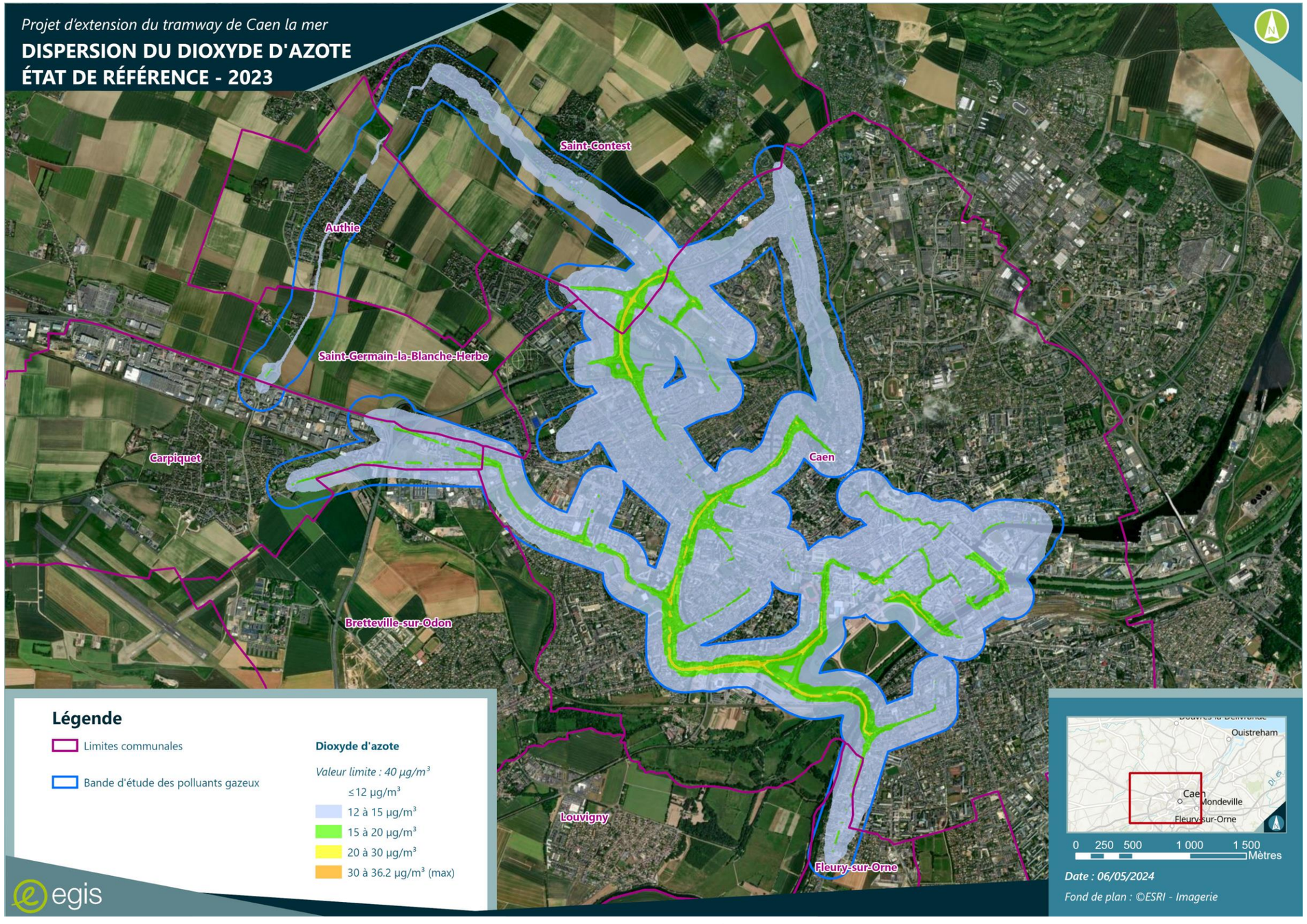
- **Cartographies des teneurs en polluants**

Les cartographies des teneurs en dioxyde d'azote en tout point de la bande d'étude sont présentées dans les figures en pages suivantes pour ***l'État initial 2023***, le ***Fil de l'eau 2028*** et ***2048*** et ***l'État projeté 2028*** et ***2048***.

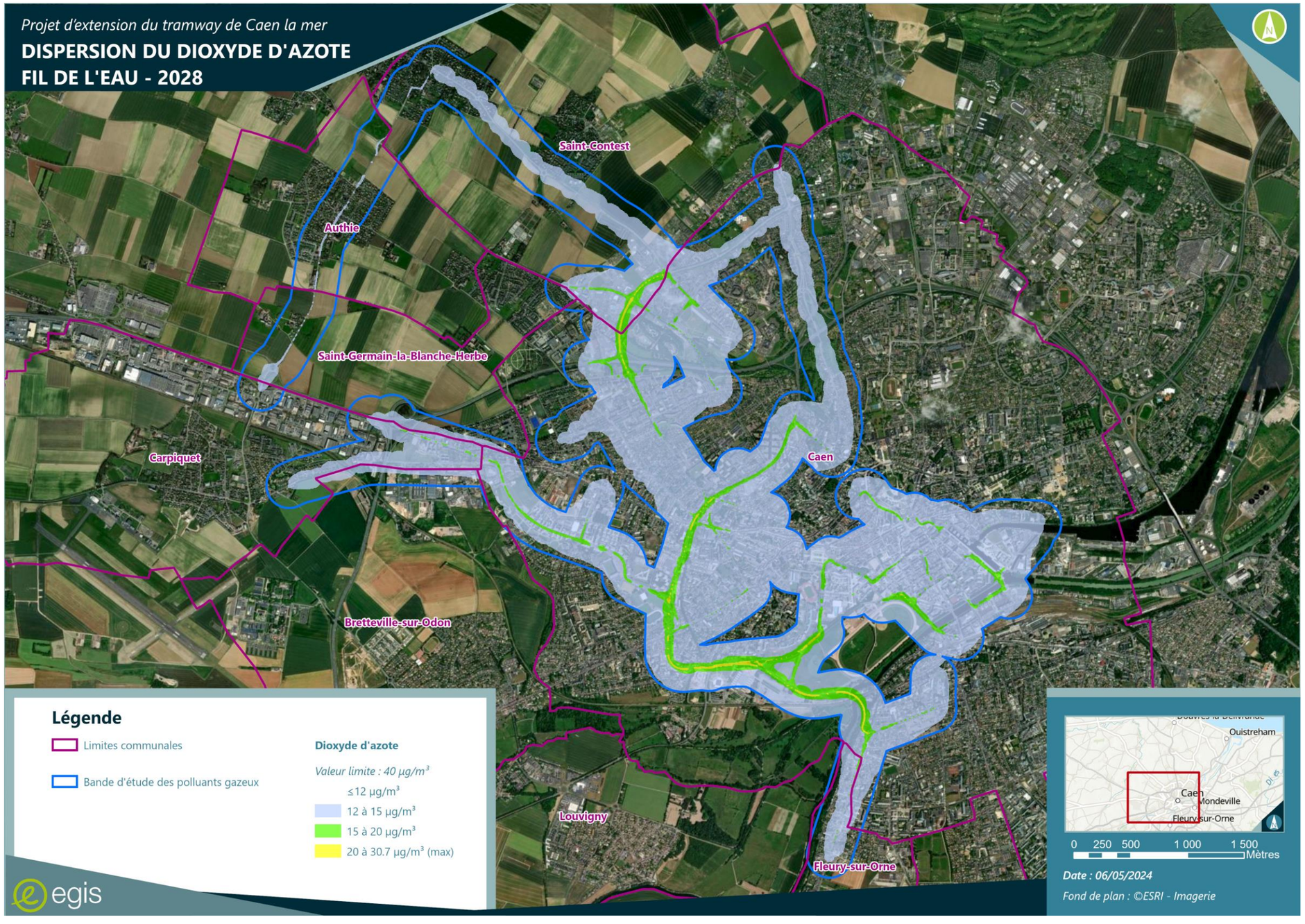
Ces cartographies ont été réalisées sous SIG (Système d'Information Géographique) par interpolation géostatistique des teneurs évaluées, en chaque point du maillage, à l'issue des calculs de dispersion atmosphérique.

Ces cartographies mettent en évidence :

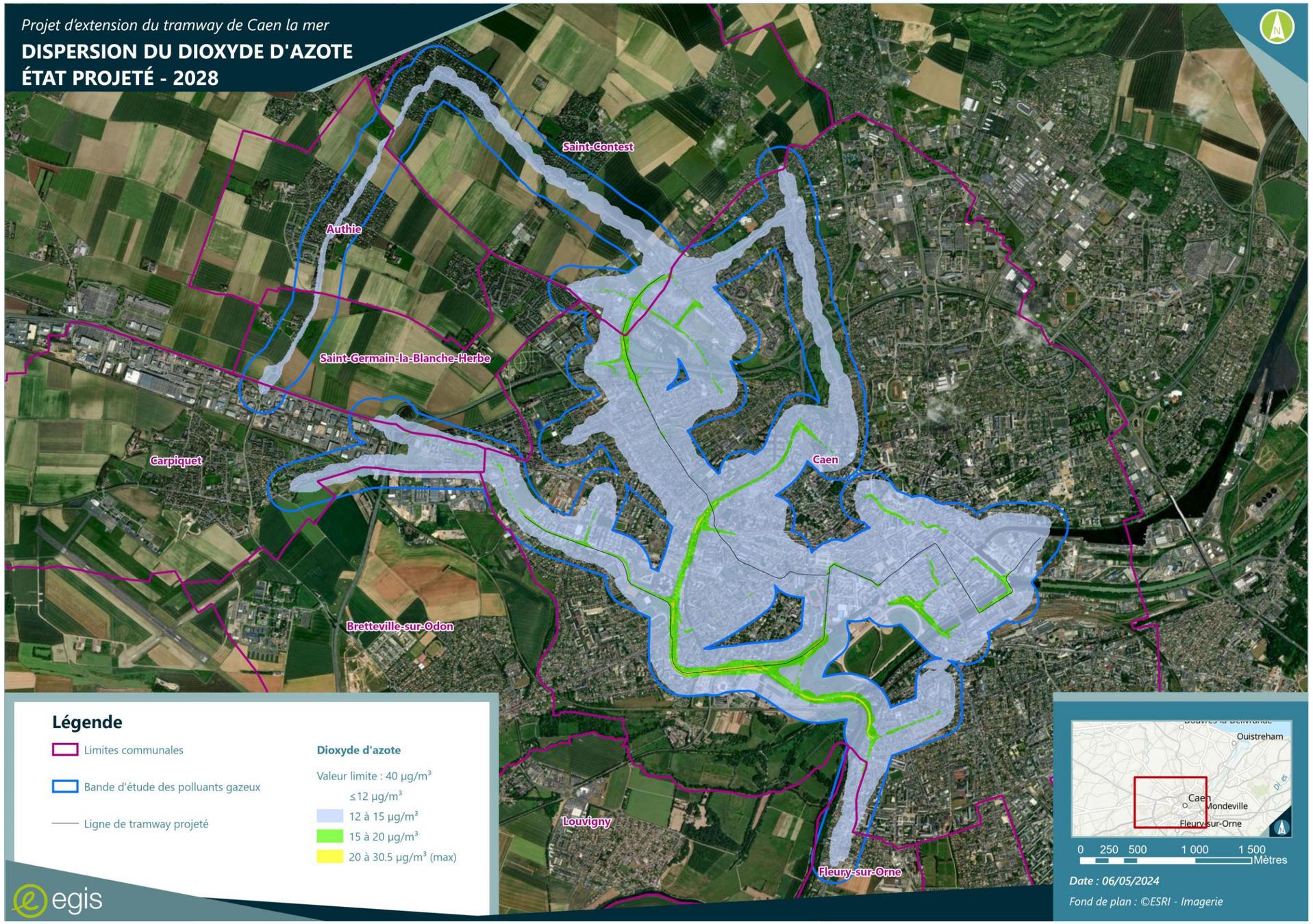
- Les **effets significatifs**, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- Une **diminution significative des concentrations** à l'échelle de la bande d'étude entre l'État initial 2023, le Fil de l'eau en 2028 et le Fil de l'eau en 2048, pour le dioxyde d'azote, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2023, 2028 et 2048 et ce, malgré l'évolution non significative du kilométrage parcouru (+1 % en 2028 et +3 % en 2048) ;
- Une **légère diminution des concentrations** entre le fil de l'eau et l'état projeté en 2028 et en 2048 pour le dioxyde d'azote dans la bande d'étude et en particulier le long de l'axe de l'extension du tramway ;
- Les **concentrations les plus élevées** situées au droit du boulevard Yves Guillou.



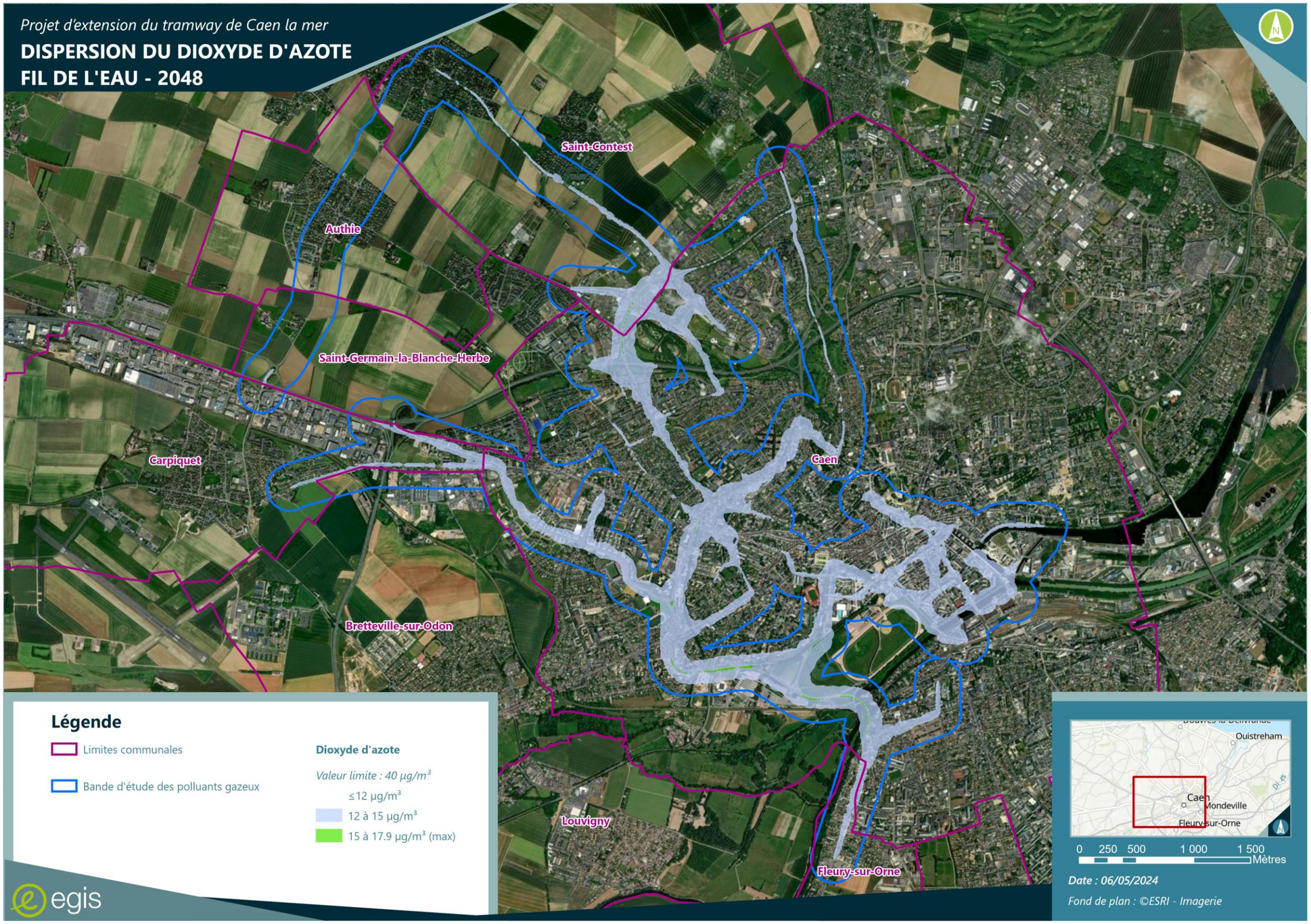
Dispersion du dioxyde d'azote – État initial 2023



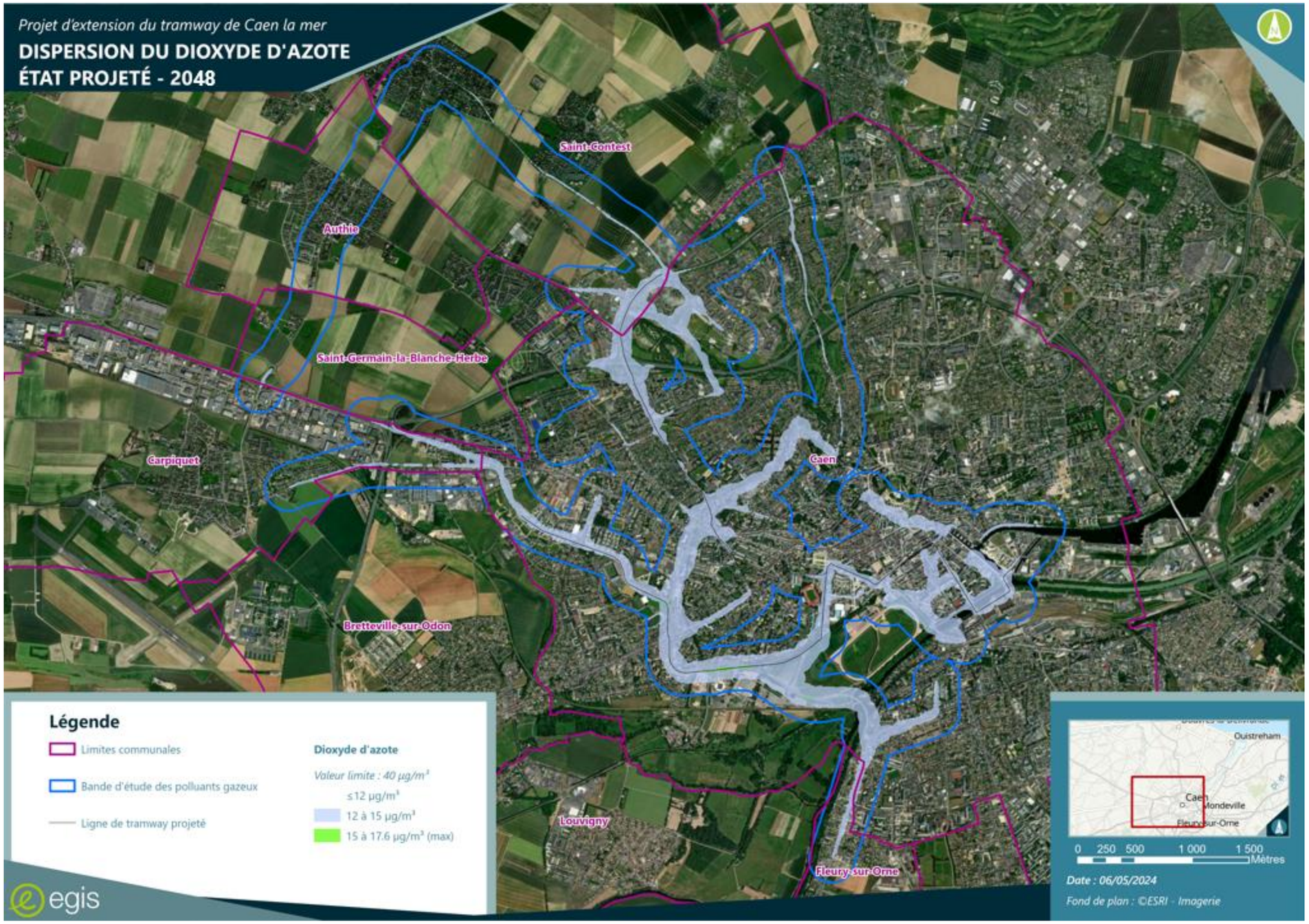
Teneurs en dioxyde d'azote – Fil de l'eau 2028



Teneurs en dioxyde d'azote – État projeté 2028



Teneurs en dioxyde d'azote – Fil de l'eau 2048



Teneurs en dioxyde d'azote – État projeté 2048

Teneurs en polluants au niveau de l'aire d'étude

Les teneurs moyennes et les teneurs maximales de ces polluants modélisés (NO_2, PM10 et PM2,5) dans l'ensemble de la bande d'étude sont synthétisées dans le tableau ci-dessous pour ***l'État initial 2023***, le ***Fil de l'eau 2028 et 2048***, et ***l'État projeté 2028 et 2048***. Les teneurs maximales sont représentatives des teneurs relevées au droit des axes routiers. Elles sont données à titre indicatif.

		État initial		Fil de l'eau		État projeté		Fil de l'eau +20 ans		État projeté +20 ans		dont teneur de fond
		Teneur moyenne	Teneur maximale	Teneur moyenne	Teneur maximale	Teneur moyenne	Teneur maximale	Teneur moyenne	Teneur maximale	Teneur moyenne	Teneur maximale	
Dioxyde d'azote	***µg/m³***	13.1	36.1	12.7	30.7	12.6	30.5	11.9	17.9	11.9	17.6	*11.6*
PM10	***µg/m³***	14.0	17.4	13.9	17.1	13.9	17.1	13.9	16.8	13.9	16.7	*13.7*
PM2,5	***µg/m³***	9.0	11.3	9.0	11.0	8.9	10.9	8.9	10.6	8.9	10.5	*8.8*

Source : Egis

Teneurs moyennes et maximales dans l'aire d'étude (source : Egis)

Situations sans projet

Les teneurs moyennes évoluent différemment suivant les polluants entre l'État initial 2023 et les états au Fil de l'eau 2028 et 2048 :

- Diminution faible pour le dioxyde d'azote (-3 % à -6%) ;
- Aucune variation significative pour les PM10 et les PM2,5 (diminution inférieure à -0,5 %).

Situations avec projet

Entre les états au Fil de l'eau 2028 et 2048 et les États projetés 2028 et 2048, l'évolution des teneurs moyennes est peu significative pour le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2,5 (diminution inférieure à -1 % et -0,5%).

Teneurs moyennes globales

Sur l'ensemble de la bande d'étude, le projet d'extension du tramway de Caen la mer impacte de manière peu significative les concentrations moyennes en polluants.

En situation avec projet, les teneurs moyennes respectent les valeurs limites réglementaires, quel que soit le polluant considéré, comme le présente le tableau ci-après.

À titre indicatif, les teneurs moyennes modélisées pour le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2,5 respectent également les valeurs limites à atteindre au 1er janvier 2030 adoptées par le Parlement européen le 24 avril 2024 (en attente du vote du Conseil européen) et non promulguées à ce jour.

		Valeur limite	État initial	Fil de l'eau	État projeté	Fil de l'eau +20 ans	État projeté +20 ans	dont teneur de fond
			Teneur moyenne	Teneur moyenne	Teneur moyenne	Teneur moyenne	Teneur moyenne	
Dioxyde d'azote	***µg/m³***	***40***	13.1	12.7	12.6	11.9	11.9	*11.6*
PM10	***µg/m³***	***40***	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9	*13.7*
PM2,5	***µg/m³***	***25***	9.0	9.0	8.9	8.9	8.9	*8.8*

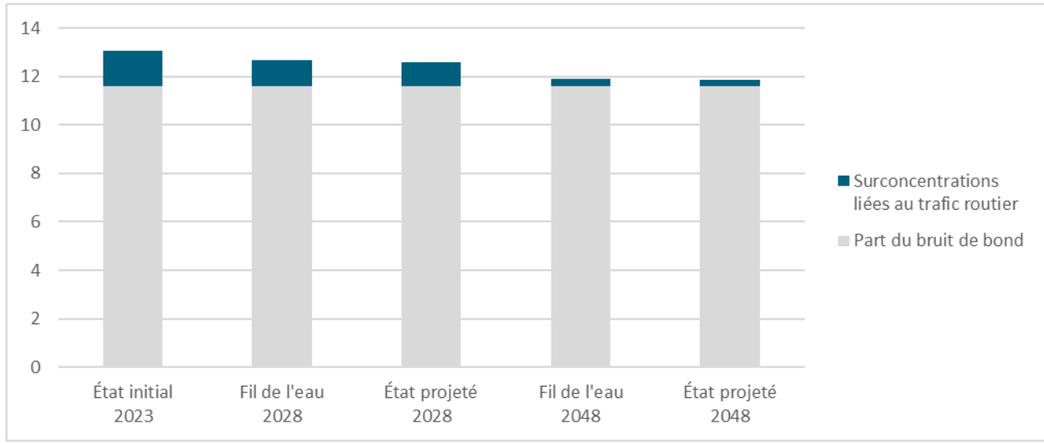
Source : Egis

Teneurs moyennes en polluants (NO_2, PM10 et PM2,5) (source : Egis)

Les évolutions des concentrations moyennes sont peu significatives quel que soit l'horizon d'étude, en raison de la forte influence des teneurs de fond sur les concentrations totales.

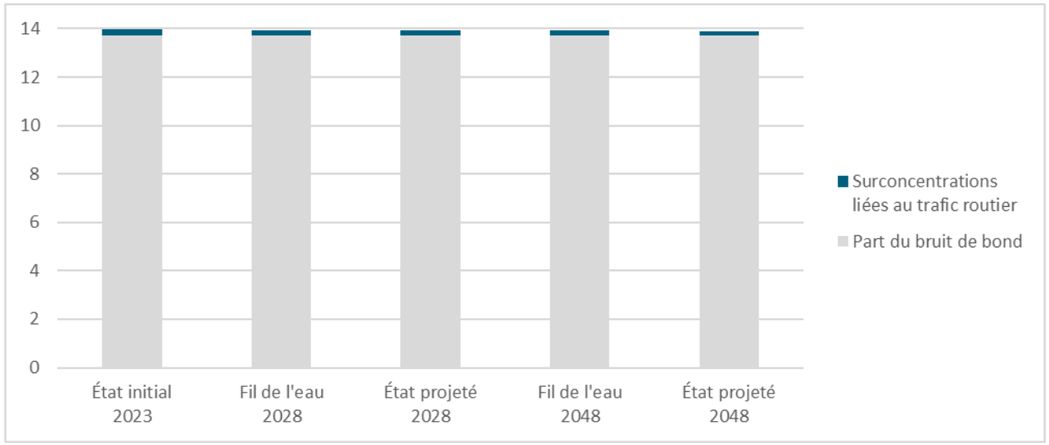
Les diagrammes ci-dessous mettent en évidence la diminution progressive des surconcentrations[12] liées au trafic routier pour les horizons 2023, 2028 et 2048 sans et avec la réalisation du projet. La part du bruit de fond est prépondérante, quel que soit l'horizon considéré :

- Dioxyde d'azote : 89 % à 98 % ;
- PM10 et PM2,5 : 98 % à 99 %.

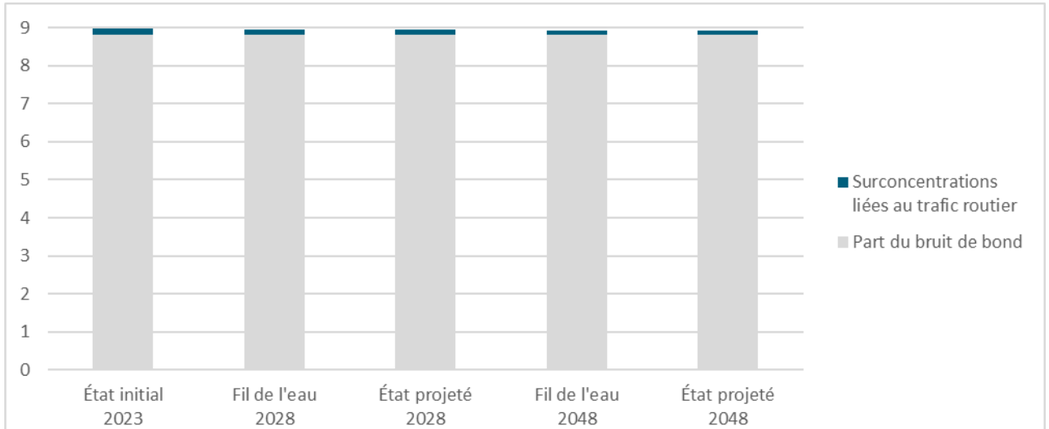


Teneurs moyennes en NO_2 avec la part du trafic et du bruit de fond (source : Egis)

[12] La surconcentration d'un polluant est la concentration située au-delà de la concentration de fond. Elle est imputable uniquement aux émissions des véhicules



Teneurs moyennes en PM10 avec la part du trafic et du bruit de fond (source : Egis)



Teneurs moyennes en PM2,5 avec la part du trafic et du bruit de fond (source : Egis)

<u>Surconcentrations moyennes et maximales par groupe de tronçons</u>

Les diagrammes en page suivante présentent les évolutions, respectivement, des surconcentrations moyennes et maximales de dioxyde d'azote par groupes de tronçons pour l'ensemble des horizons 2023, 2028 et 2048 sans et avec la réalisation du projet. Ces diagrammes mettent en évidence la diminution progressive des surconcentrations liées au trafic routier pour tous les horizons 2023, 2028, 2048 et pour chacun des groupes de tronçons.

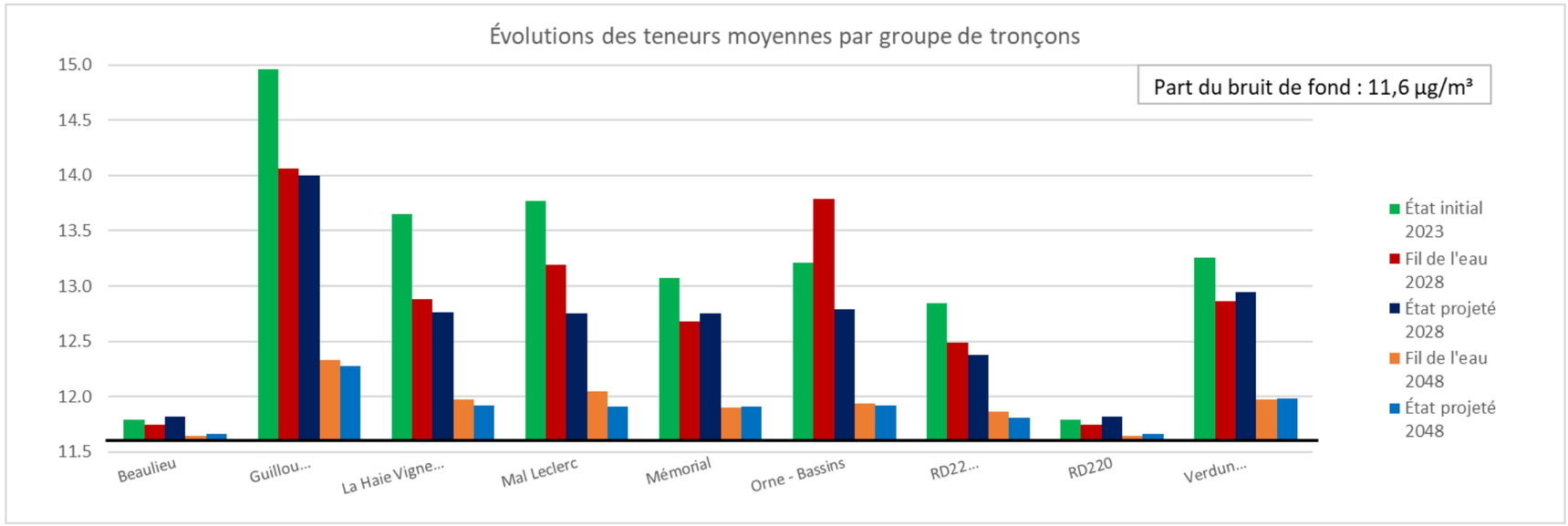
Les évolutions des surconcentrations moyennes montrent d'une part des évolutions assez disparates entre les groupes de tronçons :

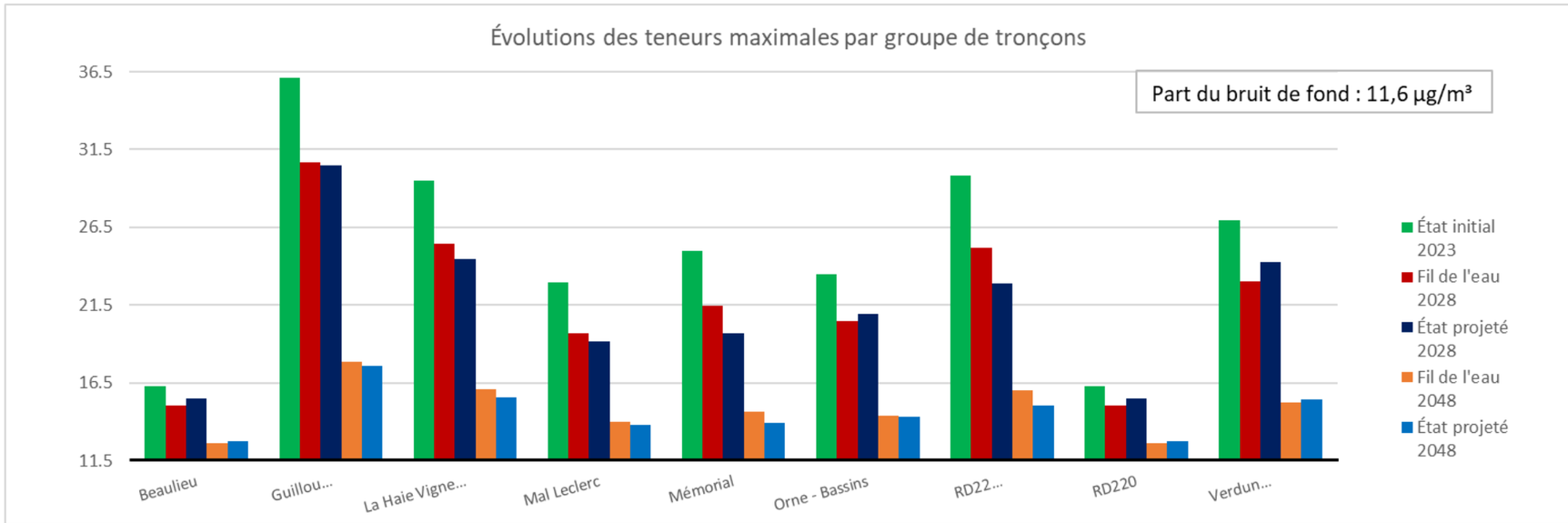
- Diminution entre l'État initial 2023 et les autres scénarios pour tous les groupes, à l'exception :
  - Des groupes Beaulieu et RD220 pour lesquels les surconcentrations moyennes sont sensiblement identiques quel que soit le scénario considéré ;
  - Le groupe Orne – Bassins pour lequel les surconcentrations au Fil de l'eau 2028 sont plus élevées ;
    - Diminution entre l'horizon 2028 et l'horizon 2048, sans et avec projet, pour tous les groupes de tronçons ;
    - Évolution différenciée entre le Fil de l'eau 2028 et l'État projeté 2028 :
  - Faible à très faible diminution pour les groupes Guillou - Detolle – Bayeux, La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu, Maréchal Leclerc, Orne – Bassins et RD22 - La Folie Couvrechef - Le Chemin Vert ;
  - Très faible augmentation pour les groupes Beaulieu, Mémorial, RD220 et Verdun - Château – Plaisance ;
    - Évolution différenciée entre le Fil de l'eau 2048 et l'État projeté 2048 :
  - Très faible diminution pour les groupes Guillou - Detolle – Bayeux, La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu, Maréchal Leclerc et Orne – Bassins ;
  - Pas d'évolution significative pour les groupes Beaulieu, Mémorial, RD22 - La Folie Couvrechef - Le Chemin Vert, RD220 et Verdun - Château – Plaisance.

Ce diagramme montre également que les surconcentrations moyennes sont assez homogènes entre les différents groupes.

Les évolutions des surconcentrations maximales présentent des orientations sensiblement similaires aux les concentrations moyennes mais avec des valeurs beaucoup plus marquées : les diminutions des surconcentrations maximales sont effectives et très remarquables entre les horizons 2023, 2028 et 2048. Il en est de même pour les situations sans et avec projet, pour lesquelles les écarts observés sont plus importants que pour les surconcentrations moyennes. Plus précisément, les écarts entre les groupes consistent en :

- Diminution entre l'État initial 2023 et les autres scénarios pour tous les groupes ;
  - Diminution faible à forte entre l'horizon 2028 et l'horizon 2048, sans et avec projet, pour tous les groupes de tronçons ;
  - Évolution différenciée entre le Fil de l'eau 2028 et l'État projeté 2028 :
- Très faible diminution pour les groupes Guillou - Detolle – Bayeux, La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu, Maréchal Leclerc, Mémorial et RD22 - La Folie Couvrechef - Le Chemin Vert ;
- Très faible augmentation pour les groupes Beaulieu, Orne – Bassins, RD220 et Verdun - Château – Plaisance ;
  - Évolution différenciée entre le Fil de l'eau 2048 et l'État projeté 2048 :
- Très faible diminution pour les groupes Guillou - Detolle – Bayeux, La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu, Maréchal Leclerc, Mémorial et RD22 - La Folie Couvrechef - Le Chemin Vert ;
- Pas d'évolution significative pour le groupe Orne – Bassins ;
- Très faible augmentation pour les groupes Beaulieu, RD220 et Verdun - Château – Plaisance.


Évolutions des teneurs moyennes par groupe de tronçons
Part du bruit de fond : 11,6 µg/m³
15.0
14.5
14.0
13.5
13.0
12.5
12.0
11.5
Beaulieu
Guillou...
La Haie Vigne...
Mal Leclerc
Mémorial
Orne - Bassins
RD22...
RD220
Verdun...
État initial 2023
Fil de l'eau 2028
État projeté 2028
Fil de l'eau 2048
État projeté 2048


Évolutions des teneurs maximales par groupe de tronçons
Part du bruit de fond : 11,6 µg/m³
36.5
31.5
26.5
21.5
16.5
11.5
Beaulieu
Guillou...
La Haie Vigne...
Mal Leclerc
Mémorial
Orne - Bassins
RD22...
RD220
Verdun...
État initial 2023
Fil de l'eau 2028
État projeté 2028
Fil de l'eau 2048
État projeté 2048

Comparaison aux normes de qualité de l'air

Aucune des teneurs maximales en dioxyde d'azote, PM10 et PM2,5 ne dépasse la valeur limite réglementaire de 40 µg/m³ (dioxyde d'azote et PM10) ou de 25 µg/m³ (PM2,5), quel que soit le scénario.

Ainsi, la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer ne sera pas à l'origine de dépassements des normes de la qualité de l'air.

À titre indicatif, aucune des concentrations maximales en dioxyde d'azote et PM2,5 ne respecte les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), à savoir 10 µg/m³ pour le dioxyde d'azote et 5 µg/m³ pour les PM2,5. Les valeurs de fond sont, à elles seules, déjà en dépassement.

Les concentrations maximales en PM10 présentent un dépassement, du fait d'une valeur de fond proche de la valeur recommandée par l'OMS.

À titre indicatif également, aucune des concentrations maximales en PM2,5 ne respecte les futures Valeurs limites européennes à atteindre au 1er janvier 2030, adoptées par le Parlement européen le 24 avril 2024 (en attente du vote du Conseil européen), à savoir 10 µg/m³. Les valeurs de fond des PM2,5 représentent, à elles seules, 88 % de la future Valeur limite.

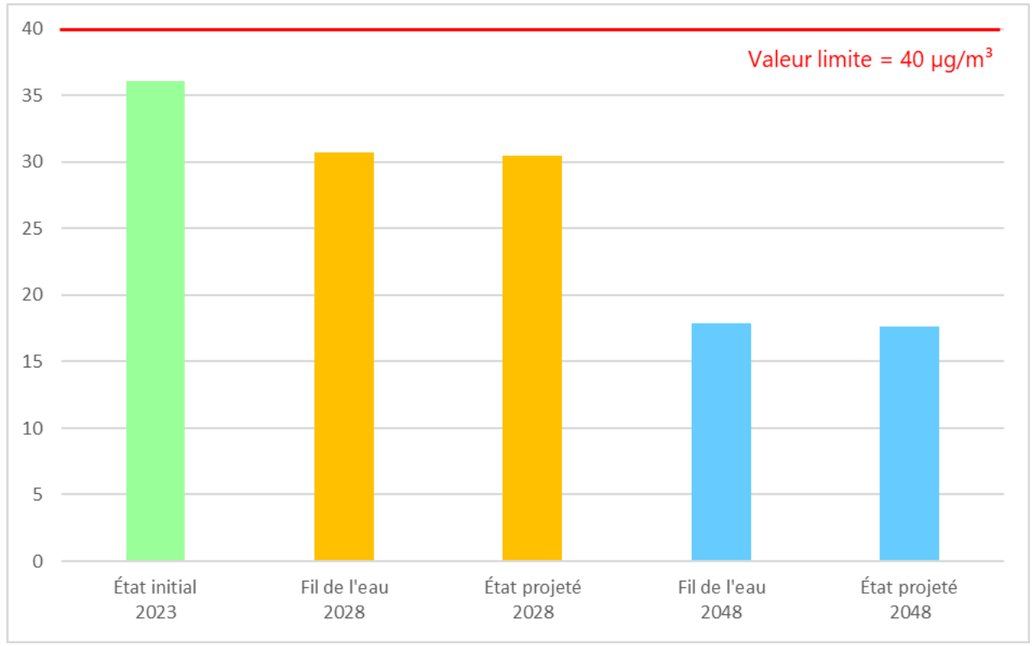
Les concentrations maximales en dioxyde d'azote pour l'état initial 2023 et pour l'horizon 2028 (sans et avec réalisation du projet) ne respectent pas la future valeur limite européenne de 20 µg/m³. En revanche, cette valeur limite est respectée pour l'horizon 2048 (sans et avec réalisation du projet).

Par ailleurs, les concentrations moyennes en PM10 respectent toutes la future valeur limite européenne de 20 µg/m³.

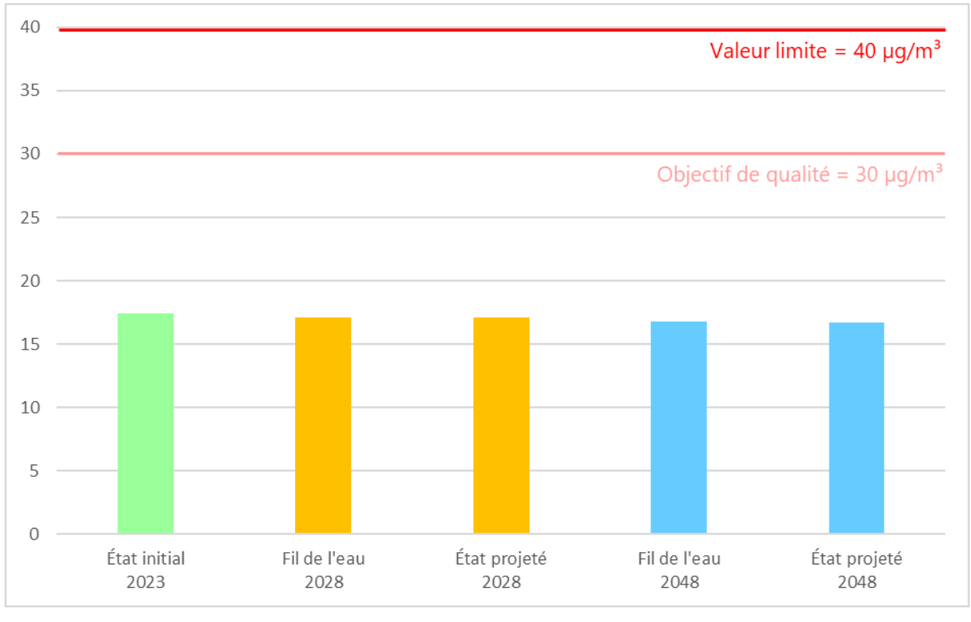
		Valeurs limites	État initial 2023	Fil de l'eau 2028	État projeté 2028	Fil de l'eau 2048	État projeté 2048	dont teneur de fond	***Recommandations OMS***	***Valeurs limites attendues UE***
			Teneur maximale	Teneur maximale	Teneur maximale	Teneur maximale	Teneur maximale			
Dioxyde d'azote	***µg/m³***	***40***	36.1	30.7	30.5	17.9	17.6	*11.6*	***10***	***20***
PM10	***µg/m³***	***40***	17.4	17.1	17.1	16.8	16.7	*13.7*	***15***	***20***
PM2,5	***µg/m³***	***25***	11.3	11.0	10.9	10.6	10.5	*8.8*	***5***	***10***

Source : Egis

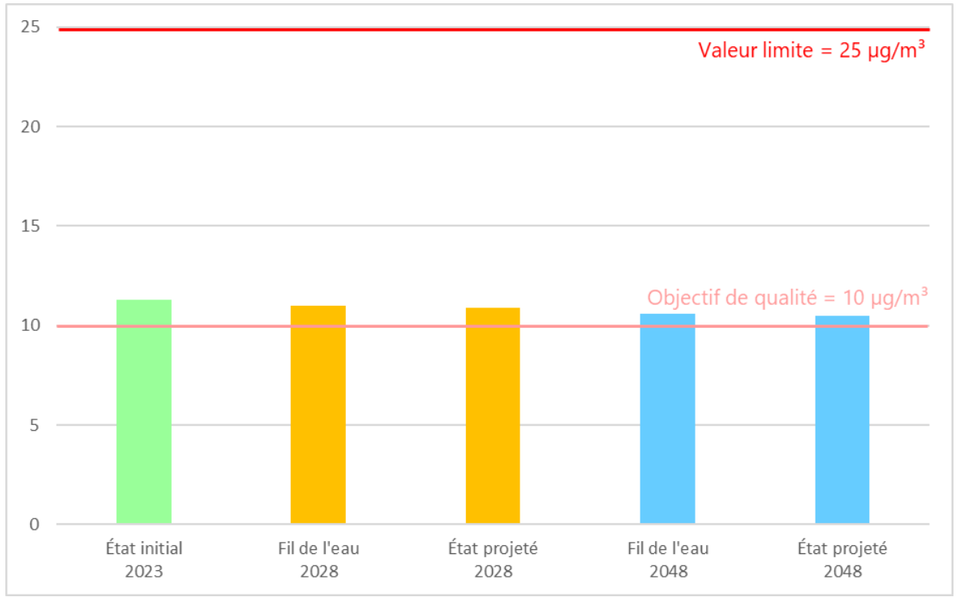
Comparaison aux normes de la qualité de l'air (source : Egis)



Teneurs maximales en dioxyde d'azote (source : Egis)



Teneurs maximales en PM10 (source : Egis)



Teneurs maximales en PM2,5 (source : Egis)

4.3.2.3. Synthèse de l'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a pour impact la diminution du kilométrage parcouru de l'ordre de -7 % et -12 % par rapport aux horizons sans projet, en 2028 et 2048.

L'évaluation des émissions du trafic routier aux différents horizons a été menée avec la méthodologie Copert 5.

Les évolutions des émissions en polluants sont cohérentes avec les évolutions du trafic routier dans la bande d'étude. Globalement, les émissions routières diminuent à l'État projeté par rapport à l'horizon Fil de l'eau (2028 et 2048) pour tous les polluants.

L'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air a été menée avec le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Roads.

Les évolutions des concentrations moyennes et maximales mettent en évidence la diminution progressive des surconcentrations liées au trafic routier pour les horizons 2023, 2028 et 2048 sans et avec la réalisation du projet. Cette diminution, liée à la part du bruit de fond importante pour le dioxyde d'azote et prépondérante pour les particules, est notable pour le dioxyde d'azote :

- Surconcentrations moyennes : 11 % en 2023, 8 % en 2028 et 2 à 3 % en 2048 ;
- Surconcentrations maximales : 68 % en 2023, 62 % en 2028 et 34 à 35 % en 2048.

Elle est moins perceptible pour les particules PM10 :

- Surconcentrations moyennes : 2 % en 2023 et 2028 et 1 à 2 % en 2048 ;
- Surconcentrations maximales : 21 % en 2023, 20 % en 2028, 18 % en 2048,

Ou les particules PM2,5 :

- Surconcentrations moyennes : 2 % en 2023 et 2028 et 1 % en 2048 ;
- Surconcentrations maximales : 22 % en 2023, 20 % en 2028 et 16 à 17 % en 2048.

Les évolutions des concentrations moyennes par groupes de tronçons montrent des évolutions différenciées, mais faibles à très faibles suivant les groupes de tronçons.

Ces évolutions montrent également que les teneurs moyennes sont assez homogènes entre les différents groupes.

Les évolutions des teneurs maximales présentent des orientations sensiblement similaires aux concentrations moyennes mais avec des valeurs beaucoup plus marquées. Il s'agit d'une diminution assez marquée pour le dioxyde d'azote :

- Sans projet : -15 % en 2028 et -41 % en 2048 ;
- Avec projet : -0,5 % en 2028 et -2 % en 2048.

La diminution est beaucoup moins nette pour les particules PM10 :

- Sans projet : -2 % en 2028 et en 2048 ;
- Avec projet : -0,2 % en 2028 et -0,9 % en 2048.

Ou les particules PM2,5 :

- Sans projet : -3 % en 2028 et en 2048 ;
- Avec projet : -0,2 % en 2028 et -0,8 % en 2048.

Au regard des résultats obtenus, les teneurs maximales en dioxyde d'azote, en PM10 et en PM2,5 respectent les valeurs limites réglementaires actuelles pour tous les horizons.

Ces teneurs maximales respectent aussi les futures valeurs limites européennes pour le dioxyde d'azote à l'horizon 2018 et pour les PM10 à tous les horizons. En revanche, elles dépassent les valeurs attendues pour le dioxyde d'azote aux horizons 2023 et 2028 et pour les particules PM2,5 à tous les horizons.

Ainsi, la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer induira une réduction des concentrations moyennes et maximales en polluants, et ne sera pas à l'origine de dépassements des normes actuelles de la qualité de l'air.

Impact direct et indirect, permanent avant proposition de mesures : positif

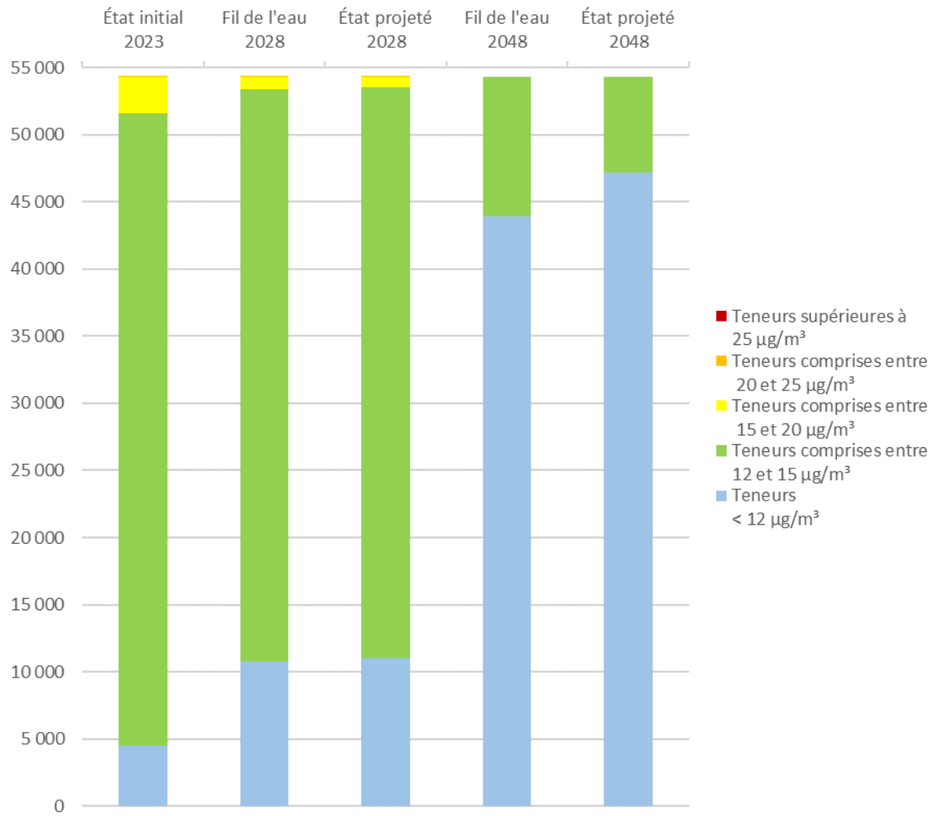
4.3.3. Effets en phase exploitation du projet sur l'exposition des populations

L'évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations est réalisée par l'estimation d'un indicateur simplifié, **l'Indice Pollution Population (IPP)**. La méthodologie employée pour la détermination de l'IPP est présentée au chapitre 4.3 de la Partie 11 de l'actuelle étude impact.

Le présent chapitre présente détaille les résultats obtenus.

La population en 2020 située dans la bande d'étude s'établit à 54 335 habitants, soit respectivement 43 % de la population des 6 communes concernées par l'étude Air et santé de niveau II dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Les résultats de l'Indice Pollution Population du dioxyde d'azote sont présentés ci-dessous.



IPP du dioxyde d'azote dans la bande d'étude (source : Egis)

La proportion d'habitants impactée par des concentrations supérieures à 12 µg/m³ en dioxyde d'azote diminue entre l'État initial et les horizons au Fil de l'eau en cohérence avec les diminutions des teneurs de dioxyde d'azote dans la bande d'étude, à savoir de :

- -12,5 % entre l'État initial 2023 et le Fil de l'eau 2028 ;
- -76 % entre le Fil de l'eau 2028 et le Fil de l'eau 2048.

Entre les horizons Fils de l'eau et États projetés (2028 et 2048), les proportions d'habitants impactées par des concentrations en dioxyde d'azote supérieures à 12 µg/m³ diminuent avec la réalisation du projet :

- -1 % entre le Fil de l'eau 2028 et l'État projeté 2028 ;
- -31 % entre le Fil de l'eau 2048 et l'État projeté 2048.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a donc un effet positif sur l'exposition des populations.

Aucun habitant n'est impacté par des teneurs en dioxyde d'azote supérieures à 25 µg/m³. **A fortiori aucun habitant n'est impacté par des teneurs en dioxyde d'azote ne respectant pas la valeur limite réglementaire de 40 µg/m³, quel que soit l'horizon d'étude, avec et sans projet.**

Impact direct et indirect, permanent avant proposition de mesures : positif

4.3.4. Mesures

Les incidences permanentes sur la qualité de l'air étant positives, aucune mesure n'est définie.

4.4. NUISANCES ACOUSTIQUES ET SANTE

4.4.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.4.1.1. Effets

Un chantier est, par nature, une activité bruyante. On distingue le bruit lié au chantier lui-même (sur le site et en zone périphérique), du bruit lié aux transports vers le chantier.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Dans l'enceinte des chantiers, le niveau du bruit doit satisfaire aux dispositions réglementaires en vigueur. Les titulaires de marchés de travaux seront notamment tenus au respect des dispositions relatives au bruit régies par arrêté préfectoral.

A proximité de certains lieux ou établissement sensibles, (hôpital, crèche, maison de soins de convalescence, établissements scolaires, etc.), il sera demandé aux entreprises, dans le cadre normal de l'exécution de leurs marchés, d'interrompre les activités bruyantes à certaines heures, par exemple entre 12h et 14h à proximité des restaurants. Ces mesures seront déterminées en concertation avec les gestionnaires concernés afin de déterminer un juste équilibre entre la gêne subie et les moyens raisonnablement admissibles dans l'organisation du chantier pour ne pas bloquer son déroulement.

Sur le site, le bruit provient notamment des véhicules utilitaires, du fonctionnement des moteurs, des engins chargés du terrassement et du dépôt des matériaux, du choc des matériaux entre eux, des groupes électrogènes, etc. Les niveaux sonores engendrés par le chantier peuvent atteindre des niveaux élevés, de l'ordre de 80 à 90 décibels (dB) à moins de 20 m. Il n'est pas prévu de travaux de nuit, sauf exceptionnellement.

Les périodes les plus productrices de bruit correspondront aux phases de terrassement. Les déplacements d'engins de chantier et quelques opérations spécifiques (sciage des rails, meulage des rails après pose, compactage d'enrobés, signaux sonores de sécurité des engins, ...) seront sources de nuisances sonores en phase travaux.

Compte tenu du contexte urbanisé du projet d'extension du tramway de Caen la mer, les nuisances sonores du chantier constitueront généralement une faible dégradation du cadre sonore pour les populations situées à proximité immédiate de la zone de projet.

Les nuisances seront plus marquées au niveau de certaines zones de passage du futur tramway qui sont actuellement caractérisées par une ambiance sonore calme. Ainsi, au niveau de la rue Damozanne, de la rue du Capitaine Boualam et de l'EPSM de Caen, les nuisances seront plus fortement ressenties (zone résidentielle, parc, zone hospitalière, etc.) en comparaison à d'autres secteurs aujourd'hui très circulés (boulevard Yves Guillou, boulevard Georges Pompidou, rue du Chemin Vert).

Parallèlement, des nuisances sonores seront également produites le long des itinéraires empruntés par les véhicules de transport des matériaux (trafic routier supplémentaire). Le trafic de camions de transport de matériaux augmentera temporairement les niveaux sonores le long des voies empruntées.

Étant donné qu'il faut un doublement du trafic pour générer une augmentation de 3 dB(A) du niveau sonore moyen mesuré et que le chantier est limité dans le temps, le trafic généré par le chantier n'aura pas d'influence majeure sur l'ambiance sonore locale et ne devrait en rien affecter la santé des riverains. Néanmoins, ces derniers percevront le passage des camions, ce qui constituera une nuisance.

De plus, les flux routiers pourront être déviés sur d'autres itinéraires durant les travaux. Ainsi, des riverains, habitués à un niveau sonore limité, pourront subir une augmentation de l'ambiance sonore environnante.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : modéré

4.4.1.2. Mesures

Afin de réduire les nuisances acoustiques, plusieurs mesures sont définies :

- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux : cette mesure présente en détails les dispositions prises par le maître d'ouvrage afin de limiter les nuisances acoustiques en phase travaux ;
- R3.1a – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) : l'objectif est de réduire autant que possible la gêne ressentie en travaillant le calendrier et les horaires des travaux ;
- R2.1z – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux : l'objectif de cette mesure est de prévenir les riverains afin d'avoir une meilleure acceptation des nuisances engendrées par le projet.

Ces mesures sont détaillées aux chapitres 2.3.5 et 4.8.1.

4.4.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels sur l'ambiance acoustique pendant les travaux sont considérés comme faibles.

Impact résiduel : faible

4.4.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

4.4.2.1. Effets

Une modélisation acoustique a été réalisée par le groupement CSTB-ORFEA Acoustique afin de déterminer l'impact sonore du futur tramway. La méthodologie de cette modélisation acoustique est spécifiée au chapitre 4.3 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

- **Impact acoustique des modifications des infrastructures routières**

Le projet comprend des modifications d'infrastructures routières le long du tracé.

Dans le cas d'une modification d'infrastructure existante, les niveaux sonores maximum admissibles sont définis dans l'arrêté du 5 mai 1995 et précisés par la circulaire du 12 décembre 1997.

Pour qu'il soit nécessaire réglementairement de prévoir des protections acoustiques, il faut donc que deux conditions soient réunies :

- Le projet engendre une modification significative de l'ambiance sonore sur au moins une des deux périodes jour ou nuit ;

Et

- Les niveaux sonores en situation projet sont supérieurs aux seuils réglementaires sur au moins une des deux périodes jour ou nuit.

Conformément à la réglementation, dans les secteurs modifiés par le projet, les bâtiments dont les niveaux sonores en façade augmentent de plus de 2 dB(A) à terme, traduisent le caractère dit « significatif » de la transformation de l'infrastructure routière.

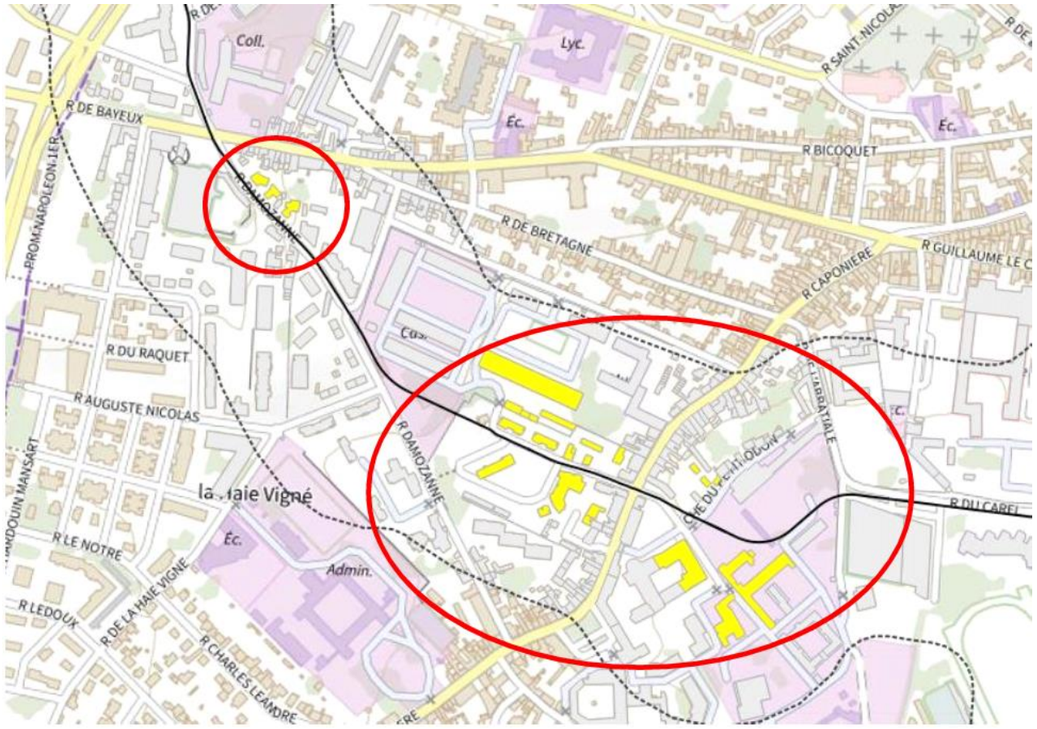
Une simulation acoustique aux horizons 2028 (mise en service) et 2048 (20 ans après mise en service), sans et avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer, a été réalisée.

En comparant les niveaux sonores selon les horizons avec et sans projet, il en ressort que deux secteurs répondent aux critères de transformation significative :

- La rue Damozanne ;
- La rue du Capitaine Boualam et l'allée Père Jamet jusqu'à la rue du Carel.

Ces secteurs sont identifiés sur la vue aérienne ci-contre (les bâtiments présentant une augmentation de plus de 2 dB(A) sont colorés en jaune).

L'étude acoustique dans son intégralité est présentée en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.



Secteurs concernés par une augmentation de plus de 2 dB(A) du fait de la réalisation du projet (source : CSTB-ORFEA Acoustique)

Sur les deux secteurs concernés par une augmentation du niveau sonore de plus de 2 dB(A), les niveaux sonores de trois bâtiments situés rue Damozanne risquent à terme de dépasser les seuils règlementaires fixés par l'arrêté du 5 mai 1995.

Ce risque de dépassement des seuils réglementaires est majoritairement imputable à la modification du tracé de la rue Damozanne qui va légèrement se rapprocher de ces bâtiments dans ce secteur (le bruit émis par la circulation routière y est prépondérant par rapport au bruit émis par le tramway).

Ces trois bâtiments sont identifiés en rouge sur le plan en page suivante.

ÉTUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DANS LE CADRE DE LA RÉALISATION DE LA LIGNE EST-OUEST DU TRAMWAY DE CAEN LA MER (14)



ORFEA
Cabinet de management de l'acoustique
transamo
À VOS CÔTÉS



Planche n°1/2

Niveaux sonores des bâtiments

Bâtiment

1 Non conforme

Conforme

Tracé de la future ligne

Zone d'étude

20 40 m

Réalisation : ORFEA Acoustique - avr. 2024
Sources : IGN, Transamo

Le tableau ci-après présente les niveaux sonores maximaux de ces bâtiments (calculés 2 m en avant des façades) selon les différents horizons d'étude (2028 et 2048).

		Sans Projet				Avec Projet				Transformation significative (écart de plus de 2 dB(A))						Objectifs		Conformité réglementaire
		2028		2048		2028		2048		2028 avec projet - 2028 sans projet		2048 avec projet - 2048 sans projet		2048 avec projet - 2028 sans projet				
ID	Destination	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit	LAeq Jour	LAeq Nuit	Δ Jour	Δ Nuit	Δ Jour	Δ Nuit	Δ Jour	Δ Nuit	Jour	Nuit	
1	Résidentiel	62,6	53,7	62,8	53,8	64,4	56,0	64,8	56,3	1,8	2,3	2,0	2,5	2,2	2,6	62,6	55,0	NON
2	Résidentiel	62,4	53,4	62,5	53,5	63,5	55,2	64,0	55,5	1,1	1,8	1,5	2,0	1,6	2,1	62,4	55,0	NON
3	Résidentiel	61,7	52,6	61,8	52,7	62,6	54,4	63,0	54,7	0,9	1,8	1,2	2,0	1,3	2,1	61,7	55,0	NON
4	Commercial	62,1	53,0	62,2	53,1	63,2	55,0	63,6	55,3	1,1	2,0	1,4	2,2	1,5	2,3	62,1	55,0	OUI

Sur la base d'une simulation informatique de propagation sonore, calée sur des mesures in-situ, réalisée suivant les horizons 2028, l'étude a permis de mettre en évidence que **les impacts acoustiques du projet sont globalement peu significatifs à l'exception de quelques zones isolées**.

Impact direct et permanent, avant proposition de mesures : faible

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Un contrôle des résultats de l'étude acoustique a été mené sur les bâtiments sensibles situés directement à proximité du tracé.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de ce contrôle et présente notamment les écarts entre la situation de référence (sans projet) et la situation avec projet, en 2028 et en 2048. Les résultats en noir concernent les écarts non significatifs au sens de la réglementation (inférieur à 2 dB(A) d'augmentation). Les résultats en vert concernent les améliorations. Les résultats en rouge concernent les augmentations significatives (supérieures à 2dB(A)).

Dans le cas d'une augmentation significative de l'ambiance acoustique, un contrôle de conformité par rapport aux seuils réglementaires est réalisé.

On observe ainsi que sur les 15 bâtiments analysés :

- 13 bâtiments bénéficient d'une amélioration pour au moins l'une des situations (jour / nuit / 2028 / 2048) sans présenter dans les autres situations d'augmentation significative ;
- 1 bâtiment (lycée Malherbe) ne subit ni amélioration ni augmentation significative ;
- 1 bâtiment (bâtiment Hélios de l'EPSM) subit une augmentation significative, uniquement la nuit, tout en restant en deçà des seuils réglementaires pour ce type d'établissement. L'augmentation reste inférieure à 3 dB(A).

Nom Etablissement	Destination	Niveaux sonores route sans projet en dB(A)				Niveaux sonores route + tram avec projet en dB(A)				Ecart entre situation avec et sans projet en dB(A)						Modification significative	Objectif à respecter en dB(A)		Conformité
		LAeq Jour 2028	LAeq Nuit 2028	LAeq Jour 2048	LAeq Nuit 2048	LAeq Jour 2028	LAeq Nuit 2028	LAeq Jour 2048	LAeq Nuit 2048	Δ28_28_Laeq Jour	Δ28_28_Laeq Nuit	Δ48_48_LAeq Jour	Δ48_48_LAeq Nuit	Δ48_28_LAeq Jour	Δ48_28_LAeq Nuit		LAeq Jour	LAeq Nuit	
Lycée Jeanne d'Arc	ENSEIGNEMENT	65,8	56,8	65,9	56,8	65,5	56,4	66,0	56,9	-0,3	-0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	NON			OUI
Ecole Primaire René Lemière	ENSEIGNEMENT	68,6	59,5	68,7	59,6	67,0	58,1	68,5	59,5	-1,6	-1,4	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	NON			OUI
Maison de retraite Orpéa	SANTE	68,2	59,1	68,4	59,2	67,2	58,3	68,8	59,8	-1,0	-0,8	0,4	0,6	0,6	0,7	NON			OUI
Centre de formation	ENSEIGNEMENT	69,2	60,4	69,3	60,4	65,7	56,9	67,0	58,1	-3,5	-3,5	-2,3	-2,3	-2,2	-2,3	NON			OUI
E2SE	ENSEIGNEMENT	67,0	58,3	67,1	58,4	63,5	55,0	65,8	57,3	-3,5	-3,3	-1,3	-1,1	-1,2	-1,0	NON			OUI
Crèche Jaune Lisa Lind	SOCIAL	67,1	57,9	66,8	57,7	66,5	57,4	66,7	57,6	-0,6	-0,5	-0,1	-0,1	-0,4	-0,3	NON			OUI
Crèche Doucalinou Les Bibous	SOCIAL	66,0	57,2	66,2	57,3	64,1	55,2	64,8	55,9	-1,9	-2,0	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	NON			OUI
EPSM - Helios	SANTE	55,7	46,6	55,7	46,6	56,8	49,5	56,9	49,5	1,1	2,9	1,2	2,9	1,2	2,9	OUI	60	55	OUI
Résidence Senior Haie-Vigné	SOCIAL	55,0	46,0	55,1	46,1	54,0	45,8	54,3	46,0	-1,0	-0,2	-0,8	-0,1	-0,7	0,0	NON			OUI
Collège Dunois	ENSEIGNEMENT	59,8	51,3	60,0	51,6	59,5	51,2	59,8	51,5	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	0,2	NON			OUI
Institution St-Pierre	ENSEIGNEMENT	65,4	56,4	65,6	56,6	63,8	55,4	63,8	55,3	-1,6	-1,0	-1,8	-1,3	-1,6	-1,1	NON			OUI
Ecole Fernand Léger 1	ENSEIGNEMENT	64,0	54,9	64,0	54,9	63,2	54,9	64,0	55,6	-0,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	NON			OUI
EPSM - Jamet	SANTE	69,3	60,2	69,3	60,2	66,4	57,3	66,0	56,9	-2,9	-2,9	-3,3	-3,3	-3,3	-3,3	NON			OUI
Conservatoire	ENSEIGNEMENT	62,9	54,1	62,9	54,2	61,4	53,0	62,5	54,0	-1,5	-1,1	-0,4	-0,2	-0,4	-0,1	NON			OUI
Lycée Malherbe	ENSEIGNEMENT	62,8	53,9	62,8	53,9	63,4	55,1	63,5	55,2	0,6	1,2	0,7	1,3	0,7	1,3	NON			OUI

Analyse des évolutions de l'ambiance acoustique sur les bâtiments sensibles à proximité directe du tracé

Comparaison aux niveaux d'exposition de l'OMS

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Indépendamment du cadre réglementaire, l'OMS a établi des recommandations en matière de bruit dans un rapport intitulé « lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la région européenne » en 2018, parmi lesquelles :

- En ce qui concerne l'exposition moyenne au bruit ferroviaire, elle recommande « de réduire les niveaux sonores produits par le trafic ferroviaire à moins de 54 dB Lden, car un niveau sonore supérieur est associé à des effets néfastes sur la santé » ;
- En ce qui concerne l'exposition au bruit nocturne ferroviaire, elle recommande « de réduire les niveaux sonores produits par le trafic ferroviaire nocturne à moins de 44 dB Lnight, car un niveau sonore supérieur est associé à des effets néfastes sur le sommeil » ;
- En ce qui concerne l'exposition moyenne au bruit routier, elle recommande « de réduire les niveaux sonores produits par le trafic routier à moins de 53 dB Lden, car un niveau sonore supérieur est associé à des effets néfastes sur la santé » ;
- En ce qui concerne l'exposition nocturne au bruit routier, elle recommande « de réduire les niveaux sonores produits par le trafic routier nocturne à moins de 45 dB Lnight, car un niveau sonore supérieur est associé à des effets néfastes sur le sommeil ».

Ces seuils, prescrits à titre qualitatifs, sont beaucoup plus contraignants que les seuils réglementaires français et ne prennent pas en compte l'état initial et l'évolution du bruit ; à titre d'exemple, le seuil réglementaire ferroviaire nocturne le plus bas est de 58dB(A) pour 47dB(A), soit 11dB(A) de moins.

Le projet se conforme quant à lui au non-dépassement des seuils réglementaires. Néanmoins, une analyse complémentaire par rapport aux seuils OMS a été menée à titre indicatif sur la base de l'indicateur Lden.

Il en ressort que dans l'aire d'étude (1 330 bâtiments soumis à des seuils réglementaires), 82,4% des bâtiments dépassent le seuil de 53 dB(A) associés à la valeur Lden pour le bruit routier sans mise en œuvre du projet. Avec mise en œuvre du projet, 80,8% des bâtiments dépassent ces seuils, soit une amélioration nette pour 22 bâtiments. En détail, ce sont 21 bâtiments qui deviennent non conformes aux seuils OMS, contre 43 qui deviennent conformes.

Selon la même logique sur la valeur Lnight, 73,2% des bâtiments dépassent les seuils OMS dans la situation de référence, sans mise en œuvre du projet. Avec mise en œuvre du projet, 73,6% des bâtiments dépassent le seuil, soit une dépréciation nette pour 6 bâtiments.

En détail, ce sont 43 bâtiments qui deviennent non conformes aux seuils OMS, contre 37 qui deviennent conformes.

Cette approche quantitative montre un maintien, voire une légère amélioration de jour, du contexte acoustique des bâtiments dans l'aire d'étude.

Les données détaillées sont présentées dans les tableaux ci-après pour les horizons mise en service et 2048.

Analyse pour les seuils diurnes (Ln) :

Nombre de batiment dépassant les seuils OMS en 2028 sans et avec projet			
2028 Référence - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Ln	**OUI**	**NON**	**Total**
	973	357	1330
	% OUI	**% NON**	**Total**
	73,2%	26,8%	100
2028 Projet - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Ln	**OUI**	**NON**	**Total**
	979	351	1330
	% OUI	**% NON**	**Total**
	73,6%	26,4%	100

Nombre de batiment dépassant les seuils OMS en 2048 sans et avec projet			
2028 Référence - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Ln	**OUI**	**NON**	**Total**
	982	348	1330
	% OUI	**% NON**	**Total**
	73,8%	26,2%	100
2028 Projet - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Ln	**OUI**	**NON**	**Total**
	989	341	1330
	% OUI	**% NON**	**Total**
	74,4%	25,6%	100

Bâtiment dont le niveau sonore est inférieur aux seuils OMS et devient superieur aux mêmes seuils			
2028 - Nombre de bâtiment devenant non conformes pour la valeur Ln	**OUI**	**NON**	**Total**
	43	1287	1330
	% OUI	**% NON**	**Total**
	3,2%	96,8%	100
2048 - Nombre de bâtiment devenant non conformes pour la valeur Ln	**OUI**	**NON**	**Total**
	31	1299	1330
	% OUI	**% NON**	**Total**
	2,3%	97,7%	100

Bâtiment dont le niveau sonore est supérieur aux seuils OMS et devient inférieur aux mêmes seuils			
2028 - Nombre de bâtiment devenant conformes pour la valeur Ln	OUI	NON	Total
	37	1293	1330
	% OUI	% NON	Total
	2,8%	97,2%	100
2048 - Nombre de bâtiment devenant conformes pour la valeur Ln	OUI	NON	Total
	24	1306	1330
	% OUI	% NON	Total
	1,8%	98,2%	100

Analyse pour les seuils nocturnes (Lden) :

Nombre de batiment dépassant les seuils OMS en 2028 sans et avec projet			
2028 Référence - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	1096	234	1330
	% OUI	% NON	Total
	82,4%	17,6%	100
2028 Projet - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	1074	256	1330
	% OUI	% NON	Total
	80,8%	19,2%	100

Nombre de batiment dépassant les seuils OMS en 2048 sans et avec projet			
2028 Référence - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	1103	227	1330
	% OUI	% NON	Total
	82,9%	17,1%	100
2028 Projet - Bâtiments dépassant le seuil OMS pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	1089	241	1330
	% OUI	% NON	Total
	81,9%	18,1%	100

Bâtiment dont le niveau sonore est inférieur aux seuils OMS et devient superieur aux mêmes seuils			
2028 - Nombre de bâtiment devenant non conformes pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	21	1309	1330
	% OUI	% NON	Total
	1,6%	98,4%	100
2048 - Nombre de bâtiment devenant non conformes pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	22	1308	1330
	% OUI	% NON	Total
	1,7%	98,3%	100

Bâtiment dont le niveau sonore est supérieur aux seuils OMS et devient inférieur aux mêmes seuils			
2028 - Nombre de bâtiment devenant conformes pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	43	1287	1330
	% OUI	% NON	Total
	3,2%	96,8%	100
2048 - Nombre de bâtiment devenant conformes pour la valeur Lden	OUI	NON	Total
	36	1294	1330
	% OUI	% NON	Total
	2,7%	97,3%	100

4.4.2.2. Mesures

Afin de réduire les nuisances sonores en phase d'exploitation, les mesures suivantes sont proposées :

- R2.2b – Protection des bâtiments en dépassement de seuils - mise en place de protections acoustiques par isolation de façade ;
- R2.2b – Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents)

Ces mesures sont détaillées au chapitre 4.8.2.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

La conception technique du projet a été adaptée afin de minimiser l'exposition des populations aux bruits :

- Choix de matériels roulants silencieux (moteurs électriques, roues et systèmes de freinage à faibles émissions sonores) ;
- Utilisation de rails soudés en continu pour limiter les bruits de roulement et les vibrations ;
- Pose de tapis antivibratiles sous la plateforme dans les zones sensibles (habitations proches, établissements scolaires, etc.).

Les aménagements spécifiques en zones habitées sont également prévus :

- Réduction de la vitesse des rames en traversée de zones densément peuplées ;
- Mise en œuvre de rayons supérieur à 50m dans les courbes à chaque fois que possible ;
- Espacement réfléchi des arrêts pour limiter les accélérations/freinages fréquents.

En phase d'exploitation, les roues du matériel roulant sont reprofilés régulièrement pour préserver toutes les caractéristiques du contact rail-roue, évitant en particulier la dégradation des performances acoustiques et vibratoires.

4.4.2.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux nuisances acoustiques en phase d'exploitation sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

4.5. VIBRATIONS

4.5.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.5.1.1. Effets

La réalisation de certains travaux peut générer des vibrations préjudiciables pour les riverains. Compte tenu des travaux à réaliser, ces phénomènes devraient être limités et très localisés. Les travaux de démolition, de découpage de béton, ou toutes opérations susceptibles de générer des vibrations, resteront de faible durée.

L'augmentation du trafic de camions de transport de matériaux augmentera temporairement les vibrations le long des voies empruntées, ce qui pourrait être gênant pour les riverains et pour les personnes habitant le long des infrastructures routières empruntées par ces camions.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : faible

4.5.1.2. Mesures

Afin de réduire les nuisances liées aux vibrations, les mesures suivantes sont définies :

- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux : cette mesure présente les dispositions prises par le maître d'ouvrage afin de limiter les nuisances liées aux vibrations en phase travaux ;
- R3.1a – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) : l'objectif est de réduire autant que possible la gêne ressentie en travaillant le calendrier et les horaires des travaux ;
- R2.1z – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux : l'objectif de cette mesure est de prévenir les riverains afin d'avoir une meilleure acceptation des nuisances engendrées par le projet.

Ces mesures sont détaillées aux chapitres 2.3.5. et 4.8.1.

4.5.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux nuisances liées aux vibrations pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

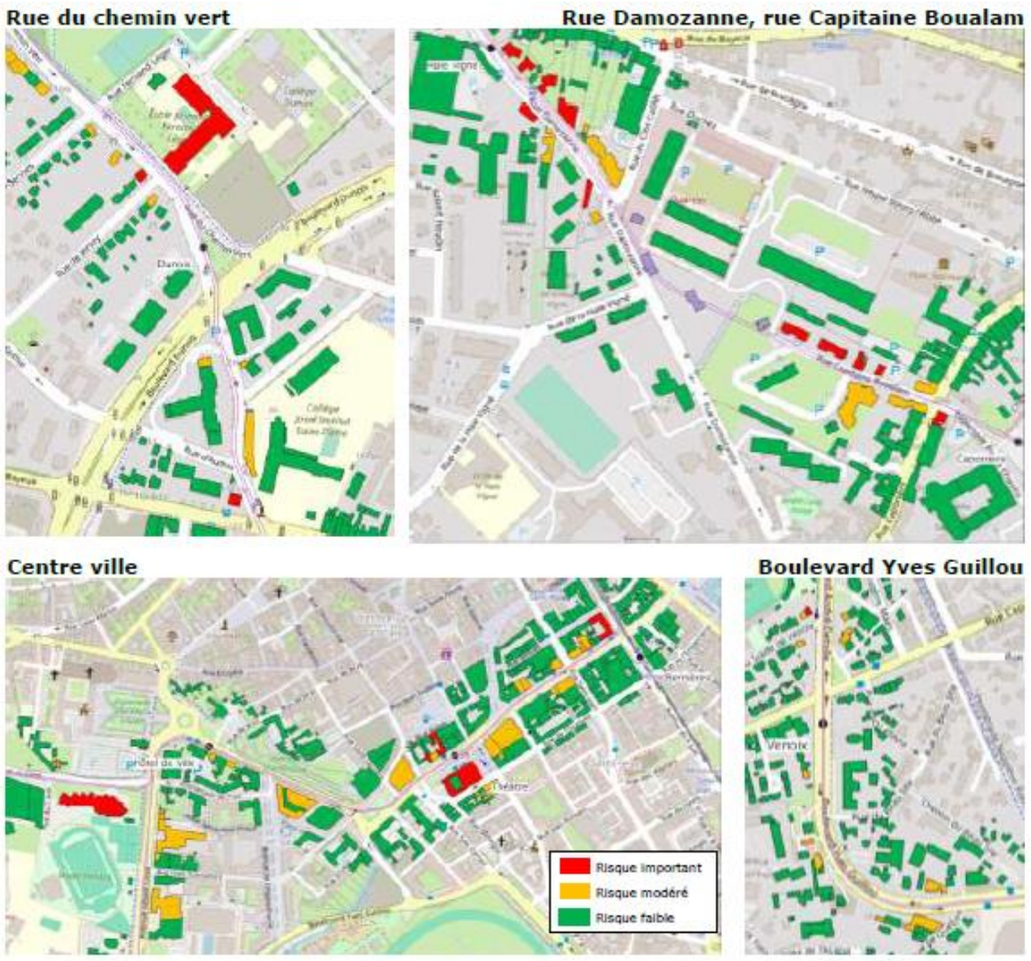
4.5.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

4.5.2.1. Effets

Une modélisation vibratoire a été réalisée par le groupement CSTB-ORFEA Acoustique afin de déterminer l'impact vibratoire du projet de tramway de Caen la mer. La méthodologie de cette modélisation vibratoire est spécifiée au chapitre 4.3 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

L'étude vibratoire dans son intégralité est présentée en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

Les principales zones où le risque d'impact vibratoire est important présentées ci-dessous :



Principales zones où le risque d'impact vibratoire lié au passage du tramway est important (source : CSTB-ORFEA Acoustique)

Les locaux considérés comme spécifiquement sensibles aux vibrations sont le Théâtre, le Conservatoire (auditorium, salle de jazz, salle de danse), le centre chorégraphique national de Caen en Normandie et le Pôle d'analyses et de recherche interdépartemental de Normandie LABEO.

4.5.2.2. Mesures

Afin de réduire les nuisances vibratoires en phase d'exploitation, la mesure suivante est proposée :

- R2.2b - Pose de voies anti-vibratiles au droit de la plateforme de tramway

Cette mesure est détaillée au chapitre 4.8.2.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Dans le cas où le niveau vibratoire s'avèrerait perceptible après la mise en service au droit de la petite scène du Théâtre de Caen, deux solutions seraient envisagées :

- La réorganisation des usages au sein du bâtiment actuel pourrait être étudiée.
- ou la vitesse du tramway au droit de cette petite scène pourrait être réduite de 5 km/h, une simulation complémentaire ayant montré que cette réduction conduirait à des niveaux inférieurs aux seuils ciblés.

4.5.2.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux nuisances liées aux vibrations en phase exploitation sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

4.6. ÉMISSIONS LUMINEUSES

4.6.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.6.1.1. Effets

Même si la majorité des travaux sera réalisée de jour, le chantier est susceptible de générer une pollution lumineuse ponctuelle durant certaines phases de travaux de nuit. Les travaux de nuit sont ponctuels afin de réaliser des opérations difficilement faisables de jour (lorsque le tramway ne circule pas et pour éviter des impacts trop forts sur la circulation routière). L'éclairage sera toutefois limité à des besoins ponctuels.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : faible

4.6.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets liés aux émissions lumineuses, la mesure suivante est définie :

- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie en phase travaux : cette mesure présente les dispositions prises par le maître d'ouvrage afin de limiter les nuisances liées aux émissions lumineuses.

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5.

4.6.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux émissions lumineuses pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

4.6.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

4.6.2.1. Effets

L'aménagement d'espaces publics urbains est accompagné, pour des raisons de signalisation ou de sécurité, de l'installation de dispositifs d'éclairage public. Ceci est susceptible de modifier notablement l'ambiance lumineuse nocturne dans des zones ne possédant pas de tels dispositifs. Cette modification peut avoir des effets plus ou moins sensibles vis-à-vis du milieu naturel et des habitations riveraines, selon le contexte dans lequel s'inscrivent les aménagements.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'accompagnera de la mise en place d'éclairage public. L'éclairage sera conçu de façon ciblée sur les usages, notamment les modes doux, pour éviter tout éclairage inutile, en particulier sur les espaces naturels ou d'habitation. L'ensemble des dispositifs qui seront utilisés dans le cadre de ce projet sera conforme à ce qui est couramment mis en place en éclairage public urbain.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : faible

4.6.2.2. Mesures

Afin de réduire les nuisances lumineuses en phase d'exploitation, la mesure suivante est proposée :

- R2.2b – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation

Cette mesure est détaillée au chapitre 4.8.2.

4.6.2.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux émissions lumineuses en phase d'exploitation sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

4.7. NUISANCES OLFACTIVES

4.7.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

4.7.1.1. Effets

Les travaux ne sont pas susceptibles de créer des nuisances olfactives notables. Seule la pose des enrobés est source de nuisance olfactive et génère une gêne ponctuelle pour les riverains.

En raison de la proximité des habitations avec le chantier, ces nuisances olfactives sont à prendre en considération, mais restent toutefois limitées à l'environnement immédiat du chantier.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : négligeable

4.7.1.2. Mesures

Aucune mesure de réduction relative à cette thématique n'est nécessaire.

4.7.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

4.7.2.1. Effets

Le projet ne sera pas à l'origine d'émissions olfactives.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : nul

4.7.2.2. Mesures

Les incidences permanentes concernant les émissions olfactives étant nulles, aucune mesure n'est définie.

4.8. PRESENTATION DES MESURES RELATIVES A LA POPULATION ET A LA SANTE HUMAINE

4.8.1. En phase travaux

4.8.1.1. R3.1a – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) (hors enjeux liés au milieu naturel)

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) (hors enjeux liés au milieu naturel)	**Code mesure : R31a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ **Faune et flore**
- ☑ **Bruit & vibrations**
- ☑ **Eau**
- ☑ **Patrimoine culturel et archéologique**
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances
- ☐ Sites et paysages
- ☑ **Population**
- ☑ **Habitats Naturels**
- ☑ **Continuités écologiques**
- ☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**
- ☐ Air
- ☐ Sol
- ☑ **Biens matériels**
- ☑ **Activités économiques**
- ☐ Risques technologiques

Description de la mesure

Afin de minimiser la gêne occasionnée aux riverains et aux usagers des voiries, et de coordonner les interventions sur le domaine public, le calendrier prévisionnel des travaux sera communiqué.

Le phasage des travaux, ainsi que leur organisation ultérieure, seront programmés pour maintenir de façon optimale l'usage du domaine public que ce soit en termes de circulation automobile, de circulation des transports en commun, de circulation piétonne et cycliste, de stationnement, d'accès riverains, de services de secours, de ramassage des ordures ménagères, etc.

Le choix de la période des travaux tiendra notamment compte :

- Des conditions météorologiques, en évitant les périodes de fortes pluies, d'hautes eaux et de crues potentielles, qui peuvent être de nature à générer des départs de matières en suspension (MES) vers les eaux superficielles ;
- Des périodes d'ouverture et de fréquentation des sites recevant du public situés à proximité du chantier (stade d'Ornano, palais des sports, Zénith, parc des expositions par exemple) ;
- Des périodes de pics de pollution, en réalisant par exemple des arrêts momentanés des travaux ;
- Des cumuls d'impacts potentiels avec d'autres projets réalisés à proximité du chantier (gestion du trafic d'engins de chantier, etc.)

Les travaux seront limités à certaines plages horaires (jours ouvrables et limitation des interventions nocturnes). L'Entreprise réglementera les horaires de travaux bruyants lorsque ceux-ci se déroulent à proximité d'habitations. En effet, les horaires du chantier seront régis de manière à minimiser les

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) (hors enjeux liés au milieu naturel)	**Code mesure : R31a**

effets des nuisances acoustiques et des vibrations sur le voisinage. Notamment, les travaux seront réalisés de jour, sauf cas particulier : impératif technique, retard, etc.

Les horaires de la journée de travail respectent les lois et règlements en vigueur. Toute dérogation devra être instruite.

D'une manière générale, les entrepreneurs éviteront les déplacements d'engins et les embauches de personnel aux heures de grande affluence.

À proximité de certains lieux ou établissements sensibles (écoles, crèches, établissements médicaux, etc....), des interruptions des activités bruyantes à certaines heures peuvent être demandées, sans que cela puisse compromettre le respect du planning.

Les riverains et les commerces seront avisés en amont des plannings prévisionnels des chantiers qui s'ouvriront devant chez eux.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise en place d'un calendrier de travaux. Le calendrier est construit en fonction des spécificités du présent projet, notamment en tenant compte des enjeux locaux.

Définition précise des modalités de chantier.

Communication des périodes de travaux et coordination avec les opérations connexes.

Modalités de suivi de la mesure

Vérification du respect des prescriptions et engagements.

Suivi du planning et des horaires des travaux à l'aide d'un tableau de suivi des périodes de travaux.

egis

4.8.1.2. R2.1j – Plan de circulation en phase travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plan de circulation en phase travaux	**Code mesure : R21j**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☑ **Bruit & vibrations**
- ☐ Eau
- ☑ **Patrimoine culturel et archéologique**
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances
- ☑ **Sites et paysages**
- ☑ **Population**
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Continuités écologiques
- ☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**
- ☐ Air
- ☐ Sol
- ☑ **Biens matériels**
- ☑ **Activités économiques**
- ☐ Risques technologiques

Description de la mesure

Les mesures de réduction de l'impact du projet sur les activités et équipements, en phase travaux, consistent tout d'abord à permettre aux activités concernées et notamment aux commerces, un fonctionnement le plus proche possible de l'existant quant aux circulations, accès piétons et autres composantes des déplacements.

Les interactions du projet avec la voirie routière sont nombreuses sur l'ensemble du linéaire de projet. Les mesures seront prises en concertation avec les services de Caen la mer afin de mettre en place un plan de circulation associé aux travaux qui précisera les itinéraires de substitution et la signalétique adaptée.

Le phasage des travaux, ainsi que leur organisation ultérieure, seront programmés pour maintenir de façon optimale l'usage du domaine public que ce soit en termes de circulation automobile, de circulation des transports en commun, de circulation piétonne et cycliste, de stationnement, d'accès riverains, de services de secours, de ramassage des ordures ménagères, etc. Des aménagements de voies par lesquelles sera déviée provisoirement la circulation des bus et des voitures pourront être mis en place pendant les travaux (rectification des carrefours, reprise de bordures, de caniveaux, modification des signalisations, etc.).

L'organisation des travaux garantira l'accessibilité aux équipements, commerces et logements situés aux abords immédiats du projet dans les meilleures conditions de sécurité.

Les cheminements pour piétons seront aménagés dans un environnement sécuritaire.

Des actions de communication et de sensibilisation auprès du public et des riverains seront mises en place. Des agents de proximité assureront le lien entre les riverains et le chantier.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plan de circulation en phase travaux	**Code mesure : R21j**



Exemple de rétablissement des accès (source : Egis)

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise en place d'un plan de circulation des riverains.

Le plan de circulation est construit de façon à maintenir l'accès aux équipements, commerces et logements situés aux abords du chantier.

Communication (assurée par des agents de proximité notamment).

Modalités de suivi de la mesure

Vérification du respect des prescriptions et engagements.

egis

4.8.1.3. R2.1z – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	**Code mesure : R21z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☑ **Air**
- ☑ **Bruit & vibrations**
- ☑ **Population**
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☑ **Biens matériels**
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☑ **Activités économiques**
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☑ **Autres pollutions/ nuisances**

Coût estimatif : 500 000 € HT

Description de la mesure

L'expérience en termes de nuisances sonores et vibratoires des chantiers montre qu'une information préalable des collectivités et des riverains associés à une communication durant tout le déroulement du chantier permet une meilleure acceptation des nuisances sonores engendrées.

Afin de minimiser la gêne occasionnée aux riverains et aux usagers des voiries, et de coordonner les interventions sur le domaine public, des actions de communication et de sensibilisation seront donc mises en place. Des agents de proximité assureront le lien entre les riverains et le chantier.

Les riverains seront avisés des plannings prévisionnels des chantiers qui s'ouvriront devant chez eux, de leur organisation pratique, des dispositions prises pour garantir le maintien des diverses fonctions de l'espace public : conservation des circulations générales, accès aux commerces, aux logements, aux garages, etc.

Les riverains recevront une information sur l'ensemble du dispositif de communication et d'écoute qui sera mis en place durant la période des travaux, et plus particulièrement sur les moyens mis à leur disposition pour apporter des solutions aux difficultés qui pourraient survenir du fait des travaux ou de la présence du chantier. Une information sera dispensée aux riverains, afin de les avertir spécifiquement des nuisances acoustiques liées au déroulement du chantier.

L'ensemble des supports de communication traditionnels dans l'agglomération caennaise sera mis en œuvre (presse, campagnes d'informations, brochures, réunions, site internet, etc.).

Des panneaux de signalisation et d'information du public et des riverains seront installés et adaptés à tous les mouvements de véhicules et évolutifs, afin de tenir compte de l'avancement

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	**Code mesure : R21z**

des travaux. Le phasage de travaux fera l'objet d'une signalisation spécifique pour assurer des conditions de déplacement satisfaisantes durant les travaux (alternatives, etc.)

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Définition précise des modalités de chantier.

Informations des riverains sur les périodes de travaux.

Cette mesure sera suivie par un coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé.

Avant leur mise en œuvre, ainsi que pour chacune des redéfinitions, la localisation des périmètres interdits au public, ainsi que la durée estimée de leur implantation seront notifiées via des réunions d'information, ainsi que sur les tableaux d'information du chantier.

Les dispositifs de communication mis en place sont temporaires et seront retirés à la fin du chantier.

Modalités de suivi de la mesure

Réunions de coordination de chantier animée par la maîtrise d'œuvre avec les entreprises de travaux.

Compte-rendu de suivi de chantier, avec tableau de bord recensant les actions de communication menées par les entreprises.

Maintien et suivi du registre de questions / réponses du site internet dédié au projet.

Contrôles inopinés des émissions sonores, notamment en cas de plaintes de riverains.

egis

4.8.2. En phase exploitation

4.8.2.1. R2.2b – Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade	**Code mesure : R22b**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☑ **Bruit & vibrations**	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	9 000 € HT
Période de mise en œuvre	Exploitation

Description de la mesure

Au regard de la situation des bâtiments à protéger, seule une protection par isolation de façade peut être mise en œuvre.

Trois bâtiments situés le long de la rue Damozanne sont concernés.

D'après la réglementation, seules les pièces de vie bénéficient des traitements de façade. Les salles de bain, toilettes, greniers et garages sont exclus.

Ce traitement demande une connaissance simultanée de l'intérieur et de l'extérieur de chaque bâtiment. Pour un indice d'isolement donné, il implique le traitement :

- des ouvertures (portes, fenêtres, etc),
- des bouches d'aération,
- des coffres de volets roulants.

L'isolement acoustique d'un bâtiment contre les bruits extérieurs est déterminé par la formule :

DnAT = (niveau sonore calculé en façade) - (objectif de protection acoustique) + 25 [dB(A)]

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade	**Code mesure : R22b**

DnAT représente l'isolement acoustique d'un bâtiment contre les bruits extérieurs. Il correspond à la différence mesurée entre les niveaux sonores à l'extérieur et à l'intérieur d'une habitation, selon la norme française NF S 31 057. Il est exprimé en dB(A).

Quand l'application de cette règle conduit effectivement à des travaux, l'isolement résultant ne devra pas être inférieur à 30 dB(A).

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Sont néanmoins à considérer les remarques suivantes :

- Les travaux à réaliser en fonction de l'objectif d'isolement seront déterminés par un bureau d'études spécialisé, à la suite du diagnostic acoustique du bâti (description technique et mesures d'isolement de façade) ;
- Pour donner suite aux travaux, la réception acoustique (mesure de l'isolement de façade) permettra de garantir l'atteinte des objectifs fixés ;
- Plusieurs études montrent que l'amélioration du confort acoustique est ressentie pour un gain d'isolement supérieur à 5 dB(A) ;
- La ventilation du bâtiment sera prise en compte car elle sera modifiée par le traitement acoustique (meilleure étanchéité). Cela impliquera éventuellement la mise en place d'une VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) ;
- Suivant la situation géographique, il pourra être nécessaire de considérer le confort thermique (installation d'une climatisation) ;
- Le traitement de façade permettra aussi de protéger contre les autres sources de bruit.

Dans tous les cas un diagnostic acoustique sera réalisé pour vérifier l'isolement actuel au regard des objectifs de protection (travaux de menuiserie récents par exemple) ou la destination des pièces, et ainsi définir la consistance des travaux et le coût réel des travaux de protection.

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Après mise en service du projet.

Modalités de suivi de la mesure

La réalisation de mesures acoustiques après mise en service, le long du tracé en des points stratégiques, permettra, au préalable, de vérifier les niveaux sonores en façade et ainsi confirmer l'exposition des bâtiments (dépassement des seuils acoustiques réglementaires) et éventuellement actualiser l'objectif d'isolement.

Localisation de la mesure

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade	**Code mesure : R22b**



egis

4.8.2.2. R2.2b – Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents)

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents)	**Code mesure : R22b**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☑ **Bruit & vibrations**	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents)	**Code mesure : R22b**

☐ Autres pollutions/ nuisances

Description de la mesure

En phase de conception du projet, les risques de crissements liés à la circulation des tramways a été pris en compte. Ces crissements pouvant notamment avoir lieu dans les périodes de changement des conditions météorologiques. Dans les courbes des voies de tramway, des rayons supérieurs à 50 mètres ont été considérés, sauf exceptions.

Ae En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les bruits de crissement ne sont en l'état de l'art pas modélisables tant dans leur niveau sonore que dans leurs conditions d'apparition. Le risque d'apparition est réduit sur la base des retours d'expériences locaux en imposant un rayon minimum de 50 m sur le tracé, sauf cas exceptionnel imposé par des contraintes techniques d'insertion, mais aussi en appliquant un dévers sur le maximum de courbes. Ces dispositions sont de nature à réduire le frottement des roues sur le rail, à l'origine du phénomène de crissement.

Sur les 73 courbes que compte l'extension, seules 4 sont concernées par des courbes de rayon inférieur à 50 m, et une seule présente un rayon inférieur à 30 m. Il s'agit de la courbe de raccordement du triangle ferroviaire à l'angle de la rue de Bernières et de l'avenue du Six Juin, dont l'insertion est contrainte par l'espace disponible au cœur de ce carrefour pour procéder à ce raccordement et maintenir un cheminement piéton réglementaire. Cette courbe constitue une mesure conservatoire pour une évolution éventuelle de l'exploitation du réseau, mais ne sera pas exploitée à la mise en service.

Les courbes les plus serrées feront l'objet d'un graissage à partir d'un dispositif embarqué qui se déclenchera par programmation en fonction de la position de la rame sur la ligne.

En phase d'exploitation, le dispositif de graissage du rail par le matériel roulant sera reconduit, tel qu'il est actuellement réalisé sur les lignes de tramway existantes.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations d'exploitation du réseau de transports en commun.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Suivi par l'exploitant du réseau de tramway du bon fonctionnement du système de graissage et application complémentaire de graisse dans les zones concernées par d'éventuels crissements.

egis

4.8.2.3. R2.2b - Pose de voies anti-vibratiles au droit de la plateforme de tramway

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Pose de voies anti vibratiles au droit de la plateforme du tramway	**Code mesure : R22b**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☑ **Bruit & vibrations**
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	5 500 000 €
Période de mise en œuvre	Exploitation

Description de la mesure

Afin de réduire les vibrations, les types de solutions suivants sont mis en place selon les différents secteurs du projet :

- Au niveau du Centre Chorégraphique National de Caen en Normandie : la pose de niveau 1 (pose assouplie) permettra d'atténuer les vibrations aux fréquences les plus élevées essentiellement grâce à la pose de semelles sous rail assouplies ;
- Au niveau du Théâtre (grande scène), du Conservatoire (auditorium, salle de jazz, salle de danse), la pose de niveau 3 (dalle flottante épaisse) est préconisée. Elle consiste en une voie sur une dalle flottante d'épaisseur 33 cm, agissant très efficacement sur une bande fréquentielle plus large :
- Au niveau de la petite scène du Théâtre, le risque de perception tactile des vibrations reste important malgré la pose de niveau 3. De fait, il est préconisé de prévoir une solution anti vibratile supplémentaire, dont la fréquence de découplage est inférieure à 16 Hz.

Sur le reste du tracé, une alternance de pose de voie standard (sans dispositif vibratile) et la pose de niveau 2 (voie sur une dalle flottante fine d'épaisseur 19 cm agissant efficacement sur une large bande de fréquences) seront mis en place.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Pose de voies anti vibratiles au droit de la plateforme du tramway	**Code mesure : R22b**

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Sans objet

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

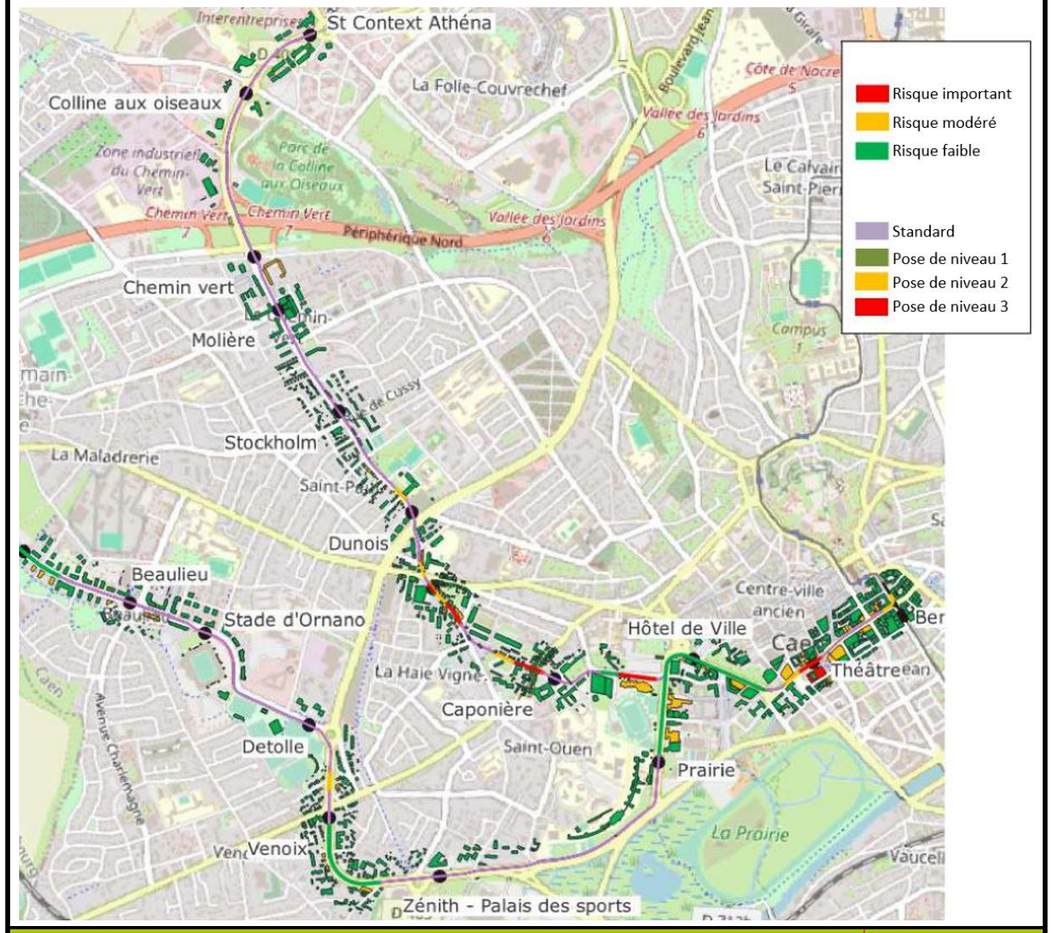
Modalités de suivi de la mesure

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

L'opération prévoit en effet la réalisation de mesures vibratoires à la mise en service afin de valider l'efficacité des mesures prévues et de contrôler la réalité des niveaux établies par la simulation. Les niveaux vibratoires réels seront relevés dans le but de définir si nécessaire d'éventuelles mesures correctives (ex. : réduction de la vitesse de circulation).

Localisation de la mesure

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Pose de voies anti vibratiles au droit de la plateforme du tramway	**Code mesure : R22b**



egis

4.8.2.4. R2.2b – Dispositifs de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation	**Code mesure : R22b**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☑ **Population**
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☑ **Biens matériels**
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☑ **Autres pollutions/ nuisances**

Description de la mesure

L'arrivée du tramway va modifier les vitesses maximales de circulation et mieux intégrer les cycles et les piétons dans l'aménagement. Les modes doux vont donc prendre une place inédite. Un nouvel éclairage adapté à ces nouveaux usages permettra de les signaler, de les accompagner, particulièrement dans les zones de conflit (carrefours par exemple) et dans les zones de rencontre (notamment en centre-ville). Un éclairage à une échelle plus humaine contribuera à créer des ambiances plus accueillantes pour favoriser ces nouveaux usages et l'appropriation des espaces par tous les publics. L'abaissement des vitesses de circulation permettra, conformément à la norme ENNF 13201, d'abaisser les niveaux lumineux et d'apporter un gradient lumineux plus nuancé, entre pénombre et lumière.

De manière générale, l'éclairage sera de type LED 2 200 K pour le respect de la faune, hors hypercentre où l'éclairage sera de type LED 3 000 K en concordance avec les dispositifs d'ores et déjà en place. L'éclairage public à l'aide de lampe à sodium sera proscrit.

Dans les secteurs à enjeux écologiques, il sera procédé à l'extinction de l'éclairage associé à la voirie routière de 1 h à 5 h si cet éclairage est distinct des voies modes doux (qui restent éclairées en permanence).

Une temporisation de ces éclairages, avec un fonctionnement combinant un minimum en veille et un maximum sur détection peut participer à générer des économies d'énergie en cœur de nuit et réduire la pollution lumineuse dans les zones présentant un enjeu écologique particulier (secteur de la maison du Général).

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositifs de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation	**Code mesure : R22b**



Recadrage du velum lumineux et développement de nouveaux usages nocturnes : placettes, mise en valeur des pistes cyclables (source : Trameo)

La hiérarchisation spatiale des mobilités sera ainsi l'occasion d'apporter plus de variété dans les ambiances lumineuses, tout en observant les impératifs de frugalité, liée aux objectifs d'économie d'énergie et de respect de la biodiversité.

L'introduction parcimonieuse d'éclairage pour la mise en valeur des éléments identitaires du paysage : patrimoine bâti, équipement public, esplanade etc, permettra de les redécouvrir et de renforcer leur présence pour constituer le cadre nocturne. Le cadrage maîtrisé de l'éclairage public au droit de ces éléments avec, notamment, un abaissement du vélum lumineux et des puissances permettra de proposer des mises en valeur ponctuelles de la préservation des vues.

Le coût de la mesure est intégré au coût global du projet.

Modalités de suivi de la mesure

Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes).

Vérification de l'atténuation de la nuisance par des mesures adaptées.

5. EFFETS DU PROJET SUR LA BIODIVERSITE ET MESURES

L'étude relative aux milieux naturels réalisée par le bureau d'études spécialisé ExEco Environnement permet de déterminer l'impact du projet de tramway de Caen la mer sur la biodiversité. La méthodologie du volet milieu naturel de l'étude d'impact est spécifiée au chapitre 4.5 de la Partie 11 de la présente étude d'impact.

Le volet milieu naturel de l'étude d'impact dans son intégralité est présenté en pièce C3 du présent dossier d'enquête publique.

5.1. HABITATS NATURELS

5.1.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

5.1.1.1. Effets

Plusieurs effets en phase travaux sur les milieux sont attendus :

- **création de zones de chantier** : cet effet temporaire concerne la création des zones de dépôts de matériaux, des bases-vie et des pistes temporaires qui sont susceptibles d'être créées au sein des milieux ;
- **emprises définitives sur les habitats** : le projet propose des espaces végétalisés sur des voies imperméables existantes et va repenser le paysage arboré des axes concernés en systématisant la plantation de graminées, d'arbustes et d'arbres. Au global, il va ainsi permettre de densifier la trame verte urbaine et de créer un nouveau « ruban vert ». Le projet va impacter définitivement 23% de milieux semi-naturels sans enjeu particulier (espaces enherbés ou végétalisés) et 77% d'espaces artificialisés (voiries, parkings et bâtis existants) ;
- **abattages d'arbres** : le projet implique l'abattage d'arbres et de haies à faible valeur écologique du fait des besoins d'insertion de la plateforme du tramway. Ces abattages vont permettre le renouvellement du parc arboré, mais la temporalité entre l'abattage et l'arrivée à maturité des nouveaux sujets plantés implique également un effet négatif permanent ;
- **risque de dissémination d'espèces exotiques envahissantes** : les travaux vont générer un remaniement du sol qui peut faciliter l'apparition et la colonisation d'espèces exotiques envahissantes ;
- **pollutions liées aux travaux** : la présence d'engins peut engendrer des pollutions accidentelles lors des travaux.

Aucun effet n'est attendu sur des habitats d'intérêt patrimonial.

Le projet consiste globalement :

- à créer un espace perméable et enherbé sur des voiries imperméables existantes,
- et à repenser le paysage arboré des axes routiers concernés en systématisant la plantation de graminées et de strates intermédiaires entre des arbres aux essences plus adaptées que les essences actuelles.

Le projet impliquera de manière permanente :

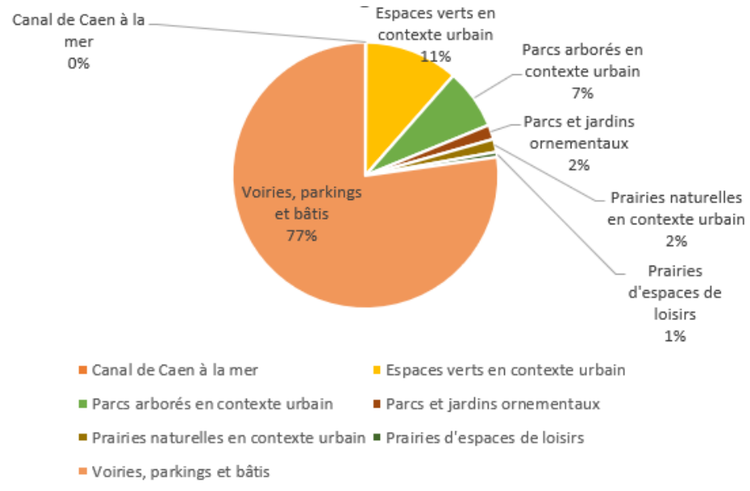
- La création d'un nouveau « ruban vert » et perméable (remise en pleine terre de voiries) pouvant servir de lieu d'alimentation, notamment aux insectes (plateforme du tramway) ;
- Une densification de la trame verte urbaine avec la remise en pleine terre d'alignement d'arbres aujourd'hui en fosses individuelles, et la constitution d'une strate intermédiaire (haies, graminées…).

Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui imperméabilisée et/ou aménagée. Il s'agit donc d'habitats pauvres ou très gérés, constitués d'espèces floristiques ornementales, sans intérêt patrimonial notable.

Les surfaces concernées par le projet sont :

- en majeure partie, des surfaces de type voiries, parkings et bâtis (77%) ;
- des espaces verts en contexte urbain (11%), des parcs arborés en contexte urbain (7%), des parcs et jardins ornementaux (2%) et des prairies d'espaces de loisirs (1%) ;
- des espaces naturels (2%) (prairies naturelles en contexte urbain).

Ci-dessous le graphique correspondant aux surfaces impactées :



Part des habitats impactés sur la zone de projet (source : ExEco Environnement)

Seuls 2% de l'emprise du projet constituent donc des espaces naturels sur lesquels un effet négatif définitif est attendu. Ces 2% sont situés au focus 3, au bout du parking des tritons et sur les bords de la Noé. Ils ne constituent pas des habitats d'intérêt patrimonial (ces derniers sont absents de l'aire d'étude).

Un effet ponctuel brut moyen est attendu sur un focus aujourd'hui plus préservé, le jardin de la maison du Général (focus 2) : l'habitat « parc arboré en contexte urbain » y a été reconnu comme habitat d'espèces protégées, en ce qui concerne les zones boisées et arbustives utilisées par les oiseaux, le hérisson d'Europe et les chiroptères.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : faible à moyen

5.1.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets du projet sur les habitats naturels, plusieurs mesures sont définies :

- R1.1a – Réduction de l'emprise du projet au maximum
- R2.1z – Passage d'un écologue avant travaux
- R2.2k – Plantations en faveur de la biodiversité
- A6.1a - Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées

Ces mesures sont détaillées au chapitre 5.6.1.

5.1.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux habitats naturels pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

5.1.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

5.1.2.1. Effets

Un effet positif est attendu sur les habitats naturels en phase exploitation. La présence de nouveaux corridors écologiques, ainsi que la réduction de la place de la voiture et du trafic routier au profit du tramway vont permettre à la faune et la flore locales de se développer. De plus, les perspectives d'entretien réduit au sein des zones de prairie fleurie vont permettre un développement de la biodiversité et une meilleure robustesse du végétal.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : positif

5.1.2.2. Mesures

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre par rapport aux habitats naturels en phase exploitation.

5.2. ZONES HUMIDES

5.2.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

5.2.1.1. Effets

Aucune zone humide n'a été mise en évidence sur l'aire d'étude immédiate.

Impact direct, temporaire et permanent avant proposition de mesures : négligeable

5.2.1.2. Mesures

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre par rapport aux zones humides.

5.2.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

5.2.2.1. Effets

Sans objet.

5.2.2.2. Mesures

Sans objet.

5.3. FLORE

5.3.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

5.3.1.1. Effets

Aucune espèce protégée et/ou patrimoniale de flore n'a été mise en évidence dans le cadre du projet.

On note cependant la présence de six espèces exotiques envahissantes avérées autour des jardins et des zones rudérales. Les opérations de chantier peuvent conduire à une prolifération des espèces exotiques envahissantes recensées et donc, à une perte locale de biodiversité. La dissémination peut avoir lieu sur tout le tracé potentiellement, car pouvant s'effectuer via les engins de chantier.

Impact indirect et temporaire avant proposition de mesures : fort

5.3.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets du projet sur la flore, plusieurs mesures sont définies :

- R1.1a – Réduction de l'emprise du projet au maximum
- R2.1f – Gestion des espèces exotiques envahissantes
- R2.1z – Passage d'un écologue avant travaux

Ces mesures sont détaillées au chapitre 5.6.1.

5.3.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport à la flore pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

5.3.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

5.3.2.1. Effets

Aucun effet n'est attendu sur la flore en phase exploitation.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : nul

5.3.2.2. Mesures

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre par rapport aux habitats naturels en phase exploitation.

5.4. ARBRES

5.4.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

5.4.1.1. Effets

Le projet implique d'abattre des arbres d'alignement et des haies à faible valeur écologique et non constitutifs de corridors de déplacement d'espèces protégées. Ces abattages sont en partie induits par les besoins techniques d'insertion de la plateforme de tramway, et en partie dictés par une volonté de Caen la mer de profiter de ce réaménagement pour renouveler son parc arboré avec des essences plus locales, plus adaptées aux évolutions climatiques et avec un réaménagement moins anthropique (différenciation de strates, etc.).

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

L'abattage est une solution retenue à l'issue d'une étude complète des enjeux d'ordre écologique, technique et social, afin d'éviter au maximum les impacts négatifs. L'abattage de nombreux arbres a ainsi pu être évité, notamment dans le secteur du boulevard Guillou (cf partie 4, 3.4.2), de la rue de Bernières (cf partie 4, 3.4.6), du Chemin Vert (cf partie 4, 3.7.1.2).

Cependant, la différence de temporalité entre l'abattage et l'arrivée à maturité de la nouvelle trame arborée implique un effet temporaire négatif sur la faune (oiseaux, chiroptères), les arbres et haies existants pouvant représenter ponctuellement des axes de déplacement.

Aucun des arbres présents sur l'aire d'étude immédiate n'a montré d'intérêt écologique particulier. Aucun arbre à cavité n'est recensé, il s'agit majoritairement d'essences horticoles. Ce sont 450 arbres qui seront abattus.

Par ailleurs, les deux arbres remarquables au PLU de Caen présents dans l'aire d'étude sont préservés par le projet.

Impact direct, temporaire et permanent avant proposition de mesures : modéré

5.4.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets du projet sur les arbres, plusieurs mesures sont définies :

- R3.1a – Interventions d'abattages d'arbres et de haies à réaliser hors de la période sensible pour la faune
- R2.1z – Passage d'un écologue avant travaux
- R2.2k – Plantations en faveur de la biodiversité

Ces mesures sont détaillées au chapitre 5.6.1.

5.4.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport aux arbres pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Une réflexion partagée entre les écologues et les paysagistes du projet a permis d'identifier les axes à éviter, d'une part, et les axes à enrichir, d'autre part. En-dehors des axes identifiés et évités (cf. mesures d'évitement), les fonctionnalités écologiques d'habitat, de nidification et de déplacement sont faibles dans l'aire d'étude : le projet paysager vise précisément à les enrichir. Le gain écologique du projet sur les arbres sera donc très supérieur aux pertes.

Le ratio de compensation est actuellement d'au moins 1,7 arbre planté pour 1 arbre abattu. Ce ratio sera affiné lors des études ultérieures et présenté dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de coupe d'arbres d'alignements, réalisé au titre de l'article L.350-3 du Code de l'environnement.

Impact résiduel : négligeable

5.4.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

5.4.2.1. Effets

Aucun effet n'est attendu sur les arbres en phase exploitation.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : nul

5.4.2.2. Mesures

Aucune mesure n'est à mettre en œuvre par rapport aux habitats naturels en phase exploitation.

5.5. FAUNE

5.5.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

5.5.1.1. Effets

Plusieurs effets temporaires sur la faune sont attendus :

- **génération de perturbations (bruits, poussières, vibrations)** : cet effet concerne le fait que les travaux constituent une source de dérangement avec une augmentation du niveau sonore, des envols de poussières et/ou des vibrations qui peuvent conduire à des fuites d'espèces aux abords du chantier (en fonction de la période de l'année et de leur sensibilité). Le risque est de voir les espèces les plus sensibles au dérangement quitter les abords du chantier, et donc d'assister à un appauvrissement, au moins temporaire, de la biodiversité dans les secteurs de travaux.

En l'occurrence, les secteurs suivants constituent des habitats d'espèces (lieux de chasse, reproduction, etc.) susceptibles d'être concernés par un risque de dérangement :

- Jardin de la maison du Général (présence du Hérisson d'Europe) ;
- Boulevard Bertrand et jardin de la préfecture (présence de chiroptères) ;
- Site de la Maladrerie (hibernation de chiroptères).

- **création de pièges sur le chantier** : le chantier peut conduire à la création de pièges mortels pour la faune rampante (engins, fosses, clôtures, zones de stockage) s'il n'y a pas d'échappatoire.

Effets du projet sur les oiseaux

De nombreuses espèces d'oiseaux ont été mises en évidence au droit de l'aire d'étude immédiate.

Les effets attendus du projet concernent la destruction et/ou l'altération d'habitats d'espèces (abattages d'arbres), ainsi que la destruction/perturbation d'individus (génération de bruits, de vibrations et de poussières, génération d'une pollution lumineuse).

Les bruits causés par le chantier pourront perturber les oiseaux, notamment en période de reproduction. La pollution lumineuse entrainée par le chantier peut impacter la trame noire utilisée par les oiseaux nocturnes.

Effets du projet sur les mammifères non volants

Une seule espèce a été mise en évidence au droit du projet : le Hérisson d'Europe.

Un couple de Hérisson d'Europe a été contacté au droit du jardin de la maison du Général, situé le long de la rue Damozanne.

Du fait du passage des voies de tramway au sein des emprises de la maison du Général et du jardin attenant, le projet de tramway aura pour effet de fragmenter l'habitat actuel de ce couple de Hérisson. Un choix de tracé a été fait considérant cet effet de fragmentation, afin de limiter l'impact sur l'habitat de vie du Hérisson d'Europe (cf. mesure de réduction « Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux » présentée au chapitre 5.6.1 de la Partie 6).

Par ailleurs, les effets attendus du projet concernent la destruction et/ou l'altération d'habitats (création de zones de chantier, pollutions liées aux travaux, modification physique du sol, abattages d'arbres) d'espèces, ainsi que la destruction/perturbation d'individus (création de pièges sur chantier, génération de bruit, vibrations et de poussières, génération d'une pollution lumineuse).

La création de zones de chantier va conduire à la diminution des habitats disponibles et des possibilités de déplacement des espèces.

On peut également noter un effet possible d'altération des habitats par pollutions liées aux travaux au droit de la portion du tracé passant à proximité de la Prairie (où le Campagnol amphibie est cité dans la bibliographie).

Le bruit peut perturber les espèces et donc, les faire fuir et quitter des zones proches des zones de chantier. De plus, le chantier peut être amené à créer des pièges pour le Hérisson d'Europe. Notons également la pollution lumineuse qui peut impacter des espèces aux mœurs nocturnes comme le Hérisson d'Europe. Cet effet concerne principalement le jardin de la maison du Général.

Effets du projet sur les chiroptères

Les effets attendus du projet concernent la destruction et/ou l'altération d'habitats d'espèces (abattages d'arbres), ainsi que la destruction/perturbation d'individus (génération d'une pollution lumineuse, effet attendu lié aux vibrations dans la zone des carrières de la Maladrerie).

L'abattage d'arbres en contexte urbain peut altérer les déplacements des chiroptères. Cependant, aucun gîte arboricole n'a été recensé sur l'aire d'étude immédiate. Les écoutes ont permis de mettre en évidence la présence de 10 espèces et d'une activité majoritairement de transit. La diversité est plus importante sur les focus 2 (jardin de la maison du Général) et 4 (boulevard Bertrand / place Gambetta).

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les arbres potentiellement utilisés comme corridor de déplacement par les chiroptères sont, selon les conclusions de l'étude faune-flore présentées en annexe à l'étude d'impact, les arbres des alignements du boulevard Bertrand.

Dans le cadre de l'opération, seuls 5 sujets, répartis sur deux zones localisées, sont identifiés comme nécessitant un abattage afin de permettre l'insertion du tramway et des infrastructures piétonnes et routières. Ces 5 sujets appartiennent à un ensemble de 65 sujets existants entre la place Gambetta et la rue de Bras, en bordure des jardins de la Préfecture, zone présentant un enjeu lié au déplacement des Chiroptères. Ainsi, la structure de l'alignement et sa contribution au déplacement des Chiroptères n'est pas remise en cause. L'impact résiduel du projet sur le corridor de déplacement des Chiroptères est jugé comme faible.

Les sources de lumières peuvent impacter le déplacement des chiroptères qui utilisent la trame arborée pour se déplacer dans la zone urbaine. Cet impact concerne principalement le jardin de la maison du Général.

Afin d'évaluer plus précisément les effets du projet sur les chiroptères du site des carrières de la Maladrerie, le Groupe Mammalogique Normand (GMN) a été sollicité pour son expertise reconnue pour préciser cet impact.

Il est à noter qu'aucune intervention ne sera effectuée dans la carrière souterraine de la Maladrerie (le projet ne nécessite pas de matériaux de confortement ou comblement). Les travaux se feront exclusivement en surface (profondeur jusqu'à 2 mètres ponctuellement pour certains réseaux) à l'aide de matériel classique de TP. Les travaux ne vont pas impacter le giratoire, mais seulement le boulevard Pompidou au sud-est de celui-ci. Le P+R est prévu sur le parking déjà en place au nord-est du rond-point.

Le GMN a apporté des précisions concernant l'impact que cette base-vie pourrait avoir sur les chiroptères :

- La zone du terminus boulevard Pompidou est une zone sensible de par la présence de l'entrée de la carrière de la Maladrerie notamment en période de swarming. Il sera donc proscrit, sur la base-vie implantée dans la zone, un éclairage nocturne du 15 août au 15 octobre.
- Si vraiment un éclairage est nécessaire, il faut faire attention à ce que ces éclairages n'éclairent pas les zones buissonnantes utilisées par les chiroptères au niveau de l'entrée de la carrière et au nord. Dans ce cas, les sources lumineuses devront être orientées vers le sol.

Il subsiste un risque d'impact par les vibrations sur les populations hivernantes, les chiroptères étant des espèces très sensibles. Pour prendre en compte ce risque, la mesure consiste à éviter la période comprenant les mois de janvier et de février pour les travaux de terrassement les plus vibratoires (mesure R3.1a).

- **Effets du projet sur les amphibiens**

Une seule espèce a été mise en évidence à proximité du projet : la Grenouille commune. Aucune preuve de reproduction au sein des emprises du projet n'a été mise en évidence.

Les effets attendus du projet concernent la destruction et/ou l'altération d'habitats d'espèces (pollutions liées aux travaux).

Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer les habitats des amphibiens. Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie où la Grenouille commune a été recensée.

- **Effets du projet sur les reptiles**

Une seule espèce a été mise en évidence au droit du projet : le Lézard des murailles.

Les effets attendus du projet concernent uniquement la destruction/perturbation d'individus (génération de bruits, de vibrations et de poussières). Les bruits et les vibrations causés par le chantier peuvent perturber et faire fuir les individus, notamment ceux présents dans le secteur de la Maladrerie.

- **Effets du projet sur les insectes**

Aucune espèce à enjeu patrimonial a été mise en évidence au droit des emprises du projet.

Les effets attendus du projet concernent la destruction et/ou l'altération d'habitats d'espèces (création de zones de chantier, pollutions liées aux travaux, modification physique du sol), ainsi que la destruction/perturbation d'individus (génération d'une pollution lumineuse).

Les zones utiles au chantier peuvent potentiellement se positionner sur des habitats végétalisés utilisés par les insectes, bien que restant à faibles enjeux compte-tenu du contexte urbain du projet.

Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer les habitats des insectes. Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie (présence d'odonates, etc.).

Enfin, bien que la modification physique du sol puisse impacter les habitats enherbés ou végétalisés déjà en place, qui représentent des habitats pour les espèces identifiées, il est à noter que le projet va augmenter les surfaces végétalisées. Cette augmentation par rapport à l'état existant sera donc bénéfique aux insectes.

L'apport de sources de lumière dans certains secteurs peut impacter le déplacement et le comportement des espèces nocturnes.

Impact direct, temporaire et permanent avant proposition de mesures : modéré à fort

5.5.1.2. Mesures

Afin de réduire les effets du projet sur la faune, plusieurs mesures sont définies :

- R1.1a – Réduction de l'emprise du projet au maximum
- R3.1a – Interventions à réaliser hors de la période sensible pour la faune (abattage d'arbres et de haies / travaux sur le site de la Maladrerie)
- R2.1a – Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux
- R2.1z – Passage d'un écologue avant travaux
- R2.1i – Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers
- R2.2k – Plantations en faveur de la biodiversité
- A3.1a – Installations de gîtes artificiels

Ces mesures sont détaillées au chapitre 5.6.1.

5.5.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels du projet sur la faune pendant les travaux sont considérés comme faibles.

Bilan de l'impact résiduel du projet sur le Hérisson d'Europe

Le hérisson d'Europe étant une espèce de mammifère terrestre protégée, et dont deux individus ont été observés dans un espace qui va être fortement impacté par la nouvelle ligne de tramway, il convient de dresser un bilan spécifique à cet **enjeu fort**. Pour rappel, l'enjeu pour cette espèce en contexte urbain est de **conserver au maximum ses habitats préférentiels**, mais aussi, et surtout, **d'ouvrir ces habitats et de favoriser le déplacement de l'espèce** (entre habitats refuge mais aussi entre zones de nourrissage).

Objectivation de l'impact direct du passage du tramway sur les individus :

1. Mise en présence journalière du tramway et du hérisson dans le jardin de la maison du Général

Hors période d'hibernation, les plages horaires d'éveil et de déplacement du hérisson sont les suivantes :

- La première phase débute aux environs de 18h00 à 20h30. C'est une phase très active.
- La deuxième phase se produit entre minuit et 2h00 heures du matin.
- La troisième et dernière phase commence entre 4h00 et 5h00 heures du matin. Elle est d'une intensité beaucoup plus réduite.

Par ailleurs, le hérisson hiberne sur une période allant environ de mi-octobre à mi-avril. Par précaution, on considèrera la période du 1er novembre au 1 er mars.

En parallèle, sur une année, les plages horaires du tramway sont les suivantes :

Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Les hérissons présents dans le jardin de la maison du Général seront donc témoins de la circulation, chaque nuit hors week-ends et période estivale (pour le tramway) et hors période d'hibernation (pour le hérisson), du passage de 45 tramways quotidiens en moyenne dans l'année, allant jusqu'à 51 tramways en période de semaine.

Plage horaire / *Nb de trams*	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	TOTAL	Nb j/an
Lu-sa, sept-juin (hors nov-fév)	12	12	8	4	4	4	3	0	0	0	0	4	51	156
Di, sept-juin (hors nov-fév)	4	4	4	4	4	4	3	0	0	0	0	0	27	26
Lu-sa, juill-août	8	8	4	4	4	4	3					4	39	52
Hibern° hérisson (1e nov - 1e mars														122
Di, juillet-août														9

Cela représente au maximum, dans le jardin de la maison du Général, et sur la période la plus intense de circulation (c'est-à-dire en semaine, hors été), 2,5 minutes de présence d'un tramway par heure entre 18h et 20h, et 11,5 min sur les 12h de nuit totales, soit une présence sur 1,8% du temps de la nuit. En considérant que les hérissons restent toute la nuit dans le jardin, les chances de présence simultanée du hérisson et du tramway dans le jardin sur cette période la plus circulée (qui représente 43% des jours de l'année) sont donc très faibles sur l'ensemble de la nuit (18h-5h).

Le tramway ne circulera pas de minuit à 5h du matin, et ne circulera que toutes les 30 minutes entre 21h et 6h. Sachant que le hérisson est en léthargie les 5 à 6 mois de l'année où les nuits sont les plus longues, et moyennant les horaires du lever et coucher du soleil, **la présence simultanée du hérisson et du tramway dans le jardin de la maison du Général restera très limitée.**

2. Risques de collision du hérisson avec le tramway

En considérant que le hérisson se trouve sur la plateforme du tramway au moment où un tramway passerait (nous avons vu que ces périodes de co-présence seront rares), l'estimation du risque de collision est la suivante.

La hauteur du tramway, hors contact avec les rails, est de 17 cm (point bas, ponctuel – ex : nez du tramway) à 27 cm (point haut – hauteur globale).

La hauteur d'un hérisson adulte est en moyenne de 13,2 cm en marchant, un peu moins en position d'attente.

De ce fait, le risque de collision du hérisson avec le tramway est limité au droit des quatre rails.

La plateforme du tramway mesure 6,5 m de large, dont 4 rails de 12 cm. Autrement dit, 0,7% de la plateforme de tramway est constituée de rails.

Même en supposant que le hérisson d'Europe choisisse spontanément de « stationner » sur la plateforme, le risque de collision est donc quasi nul.

3. Mise en balance des pertes et gains de l'aménagement dans le jardin de la maison du Général pour le hérisson

Le risque de collision par le tramway constitue un risque résiduel. Ce risque, estimé précédemment, semble très faible.

Par ailleurs, cette estimation est à mettre en perspective avec le nombre de collisions avec des voitures qui seront évitées par ailleurs grâce au projet.

A l'heure actuelle, le jardin de la maison du Général est clos, hors portail sur la route. L'habitat n'est donc connecté que via des infrastructures routières. Le projet permettra, via l'ouverture des murs pour le tramway et les modes actifs, de connecter l'habitat aux espaces naturels environnants sans risque de collision routière pour le hérisson, notamment via l'ouverture à la Cité de l'Air. Le projet présente donc une diminution globale du risque d'écrasement routier du hérisson.

La ligne elle-même passera à l'emplacement de l'actuelle maison du Général, qui sera démolie : l'emprise s'inscrit donc en partie sur un obstacle naturel existant à l'heure actuelle et fragmentant l'espace entre les deux zones refuges, et non sur un habitat du hérisson.

Afin de traiter le risque résiduel de collision, il pourrait être envisagé de créer un passage à faune (type tunnel) sous la plateforme du tramway dans le jardin de la maison du Général. Néanmoins, dans la mesure où, à la différence d'un projet routier par exemple, l'infrastructure se rapproche autant que possible d'un espace naturel, il semble peu probable qu'un hérisson lui préfère spontanément un tunnel. Il semble également peu pertinent de rendre volontairement hostile au hérisson la plateforme du tramway pour le désinciter à l'emprunter, alors même que cette plateforme s'inscrit dans une logique de transparence écologique et que, nous l'avons vu, le risque de collision est très faible aux premières heures de la nuit et quasi inexistant ensuite.

De ce fait, a fortiori mis en balance avec les effets positifs du projet par ailleurs, y compris sur le hérisson d'Europe, ces données techniques permettent de caractériser le risque de collision qui est considéré comme très faible et acceptable.

-> Après réflexion entre les services instructeurs, les experts écologues et le maître d'œuvre, des mesures d'évitement n'ont pas pu être définies. Néanmoins, plusieurs mesures de réduction seront mises en œuvre afin d'atténuer les effets du projet, et ne pas avoir d'impact résiduel sur cette espèce.

En phase amont, le projet est réfléchi pour éviter au maximum l'emprise des travaux sur les éléments déjà végétalisés (haies, pelouse, massifs), pouvant potentiellement représenter des zones refuges pour le hérisson (mesure R1.1a - Réduction de l'emprise du projet au maximum). Spécifiquement pour le jardin de la maison du Général (focus 2), le projet restera en-dehors des zones refuges qui seront « protégées » physiquement contre les impacts des travaux (mesure R2.1a – Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux).

Un écologue passera avant chaque phase de travaux sur les différents fronts de travaux sur l'ensemble de la ligne (R2.1z - Passage d'un écologue avant travaux) pour vérifier l'absence du hérisson (entre autres) afin d'éviter un impact direct sur des individus qui auraient établi une zone de reproduction ou une zone de repos au sein d'une végétation vouée à être défrichée. De plus, la mesure R2.1i permettra de réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers en mettant en place des solutions efficaces (boucher les objets creux, installer des échappatoires à faune, un filet bas anti-intrusion sera installé).

Concernant les caractéristiques techniques de la ligne, l'enherbement (mesure R2.2k – Plantations en faveur de la biodiversité) va permettre de réduire au maximum la superficie artificialisée et permettre le déplacement naturel du hérisson. Ainsi conçue, la ligne ne représentera pas un obstacle pour le déplacement de l'espèce et, au contraire, en augmentant la surface enherbée par rapport à l'état existant, apportera des possibilités et un confort de déplacement supérieur à l'état actuel.

Ces possibilités de déplacement seront d'autant plus favorisées que le projet implique plusieurs ouvertures nouvelles du jardin de la maison du général, aujourd'hui clos, vers les poches naturelles environnantes (reconnexion des habitats potentiels) : ouverture du mur vers la Cité de l'Air (tramway et modes actifs) et au droit de l'insertion tramway au Nord (idem), ouverture aux modes actifs face à la rue de la Haie Vigné.

De plus, l'implantation de la ligne sera accompagnée d'une densification de la strate arborée et arbustive (mesure R2.2k – Plantations en faveur de la biodiversité), afin de constituer de véritables micro-trames entre les corridors Nord et Sud de l'agglomération. Ces plantations seront accompagnées de la mise en place de de gîtes artificiels en faveur du hérisson d'Europe dès le début des travaux (mesure A3.1z – Installations de gîtes artificiels).

Concernant la période de fonctionnement de la ligne, l'éclairage sera réfléchi. En effet, le hérisson d'Europe étant une espèce principalement nocturne, l'impact de l'éclairage sur ses mœurs nocturnes est à prendre en compte : la mesure R2.2c – Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages - permet de minimiser l'éclairage au strict minimum (orientation, diminution de la puissance, allumage automatique par détection…).

Grâce à toutes ces mesures favorables au hérisson d'Europe, il est conclu que **le projet aura un impact positif sur l'espèce** : le projet augmentera ses habitats favorables, ne représentera pas une barrière de déplacement, et au contraire permettra d'ouvrir de nouveaux espaces favorables à l'espèce. Un réel gain est attendu en termes de surface d'habitats fonctionnels disponibles, mais aussi en termes de continuité écologique et mobilité de l'espèce. Enfin, le projet vise à réduire les flux de circulation automobile en centre-ville, ce qui s'inscrit en faveur de la protection du hérisson d'Europe en ville.

Impact résiduel : négligeable à positif

5.5.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

5.5.2.1. Effets

Plusieurs effets permanents sur la faune sont attendus :

- **génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés** : En fonction des zones traversées, l'installation d'une ligne de tramway peut engendrer une multiplication des points lumineux le long de la ligne augmentant durablement la pollution lumineuse. Ces sources de lumière peuvent impacter la trame noire, utilisée par la faune nocturne (oiseaux, mammifères, insectes…) et perturber son écologie.
  - Par exemple, le rouge-gorge (*Erithacus rubecula*), très représenté dans l'aire d'étude, commence à chanter avant que l'Homme ne perçoive le lever du jour parce qu'il capte des longueurs d'ondes que l'être humain ne capte pas. Mais s'il chante au milieu de la nuit, c'est qu'il est perturbé par la lumière artificielle. Il s'épuisera à chanter, ne dormira plus, aura des troubles reproducteurs.
  - Certaines espèces de chiroptères inventoriées sont lucifuges, c'est-à-dire qu'elles fuient la lumière. Un apport supplémentaire d'éclairage artificiel serait donc de nature à rendre l'habitat de ces espèces inhospitalier.

  En l'occurrence, le tramway s'insère sur des voiries existantes déjà éclairées ; l'évolution de la trame noire est donc globalement négligeable.

  Un effet ponctuel brut est attendu sur les focus aujourd'hui plus préservés, notamment le jardin de la maison du Général (focus 2).
- **Mortalité due aux risques de collisions routières et avec le tramway :** cependant le projet n'est pas de nature à augmenter le trafic routier, au contraire, cet effet est donc à relativiser au regard de la situation actuelle.

Effets du projet sur les oiseaux

Les effets attendus du projet en phase exploitation concernent la destruction/perturbation d'individus (génération d'une pollution lumineuse, trafic routier et circulation des tramways).

Les sources de lumières peuvent impacter la trame noire utilisée par les oiseaux nocturnes, mais aussi la phénologie d'autres espèces. Le risque de collision existe également, toutefois, le projet s'inscrit en milieu urbain, sur des axes déjà circulés.

Effets du projet sur les mammifères non volants

Les effets attendus du projet en phase exploitation concernent :

- la destruction/perturbation d'individus (génération d'une pollution lumineuse, risque de collision avec le tramway) ;
- mais également des effets positifs liés à l'augmentation des surfaces d'habitats de vie du Hérisson d'Europe en raison de l'ouverture de murs et de clôtures qui encerclent actuellement le jardin de la maison du Général (le long de la rue Damozanne).

Les sources de lumières peuvent impacter les mammifères aux mœurs nocturnes, notamment dans le secteur du jardin de la maison du Général.

Le risque de collision existe également, toutefois, le projet s'inscrit en milieu urbain, sur des axes déjà circulés.

L'ouverture de murs et de clôtures va permettre d'améliorer les continuités écologiques locales pour les espèces.

Effets du projet sur les chiroptères

Les effets attendus du projet en phase exploitation concernent la destruction/perturbation d'individus (génération d'une pollution lumineuse, impact des vibrations du tramway).

Les sources de lumières peuvent impacter les déplacements des chiroptères qui s'aident de la trame arborée pour se déplacer en ville.

Par ailleurs, l'impact des vibrations a été étudié, notamment connaissant l'enjeu sur le site de la Maladrerie représentant un gîte hivernal d'importance régional pour les chiroptères. Une étude vibratoire a été menée pour mesurer notamment le risque d'effondrement des carrières. Il en est ressorti que le niveau vibratoire du tramway est négligeable.

Effets du projet sur les amphibiens

Aucun effet n'est attendu sur les amphibiens en phase exploitation.

Effets du projet sur les reptiles

Les effets attendus du projet en phase exploitation concernent des effets positifs (ouverture de murs et de clôtures). L'ouverture de murs et de clôtures va permettre d'améliorer les continuités écologiques locales pour les espèces.

- **Effets du projet sur les insectes**

Les zones de prairie fleurie, déployées localement, et les perspectives d'entretien réduit au sein de ces zones, vont permettre un développement de la biodiversité, en particulier proposer des habitats favorables aux insectes.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : modéré à fort

5.5.2.2. Mesures

Afin de réduire les effets du projet sur la faune, plusieurs mesures sont définies :

- R2.2c - Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages
- A6.2c – Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication

Ces mesures sont détaillées au chapitre 5.6.2.

5.5.2.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport à la faune en phase d'exploitation sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

5.6. PRESENTATION DES MESURES RELATIVES A LA BIODIVERSITE

5.6.1. En phase travaux

5.6.1.1. R1.1a – Réduction de l'emprise du projet au maximum

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réduction de l'emprise du projet au maximum	**Code mesure : R11a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☑ **Continuités écologiques**	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	Sans objet
Période de mise en œuvre	Conception amont et pendant les travaux
Durée	Sans objet

Description de la mesure

L'emprise du projet est réduite au maximum. Cette mesure permet de réduire l'impact sur les zones végétalisées représentant des zones d'alimentation et/ou de déplacement pour plusieurs espèces (patrimoniales et communes).

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Limitation de l'emprise du chantier

Le projet a fait l'objet d'une réflexion sur la surface réellement nécessaire à la réalisation du chantier et sur l'implantation des bases-vie, en favorisant les zones déjà aménagées ou bétonnées pour le stockage de matériaux et des engins.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réduction de l'emprise du projet au maximum	**Code mesure : R11a**
Réflexion sur la définition du tracé La réflexion sur la définition du tracé permet d'éviter, au maximum, les zones arborées ou arbustives hautes. Elles contribuent à la densification des micro-trames de déplacement urbaines utilisées par les espèces volantes (oiseaux et chiroptères). Un marquage des arbres conservés sera effectué. Ainsi, dans la zone du projet, ce sont 704 arbres qui seront conservés sur les 1 100 existants.	
Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet	
Modalités de suivi de la mesure	
Limitation de l'emprise du chantier Visite du chantier, vérifier l'utilisation optimisée de l'espace chantier **Réflexion sur la définition du tracé** Plan du projet prenant en compte au maximum les arbres Réalité des travaux	
	egis

5.6.1.2. R3.1a - Interventions à réaliser hors de la période sensible pour la faune (abattage d'arbres et de haies / travaux sur le site de la Maladrerie)

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Interventions à réaliser hors de la période sensible pour la faune (abattage d'arbres et de haies / travaux sur le site de la Maladrerie)	**Code mesure : R31a**
Opération : **Projet d'extension du tramway de Caen la mer**	**Phase :** **Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	
Cible(s) de la mesure : ☑ **Faune et flore** ☐ Sites et paysages ☐ Air ☐ Bruit & vibrations ☐ Population ☐ Sol ☐ Eau ☑ **Habitats Naturels** ☐ Biens matériels ☐ Patrimoine culturel et archéologique ☐ Continuités écologiques ☐ Activités économiques	

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Interventions à réaliser hors de la période sensible pour la faune (abattage d'arbres et de haies / travaux sur le site de la Maladrerie)	**Code mesure : R31a**
☐ Facteurs climatiques ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs ☐ Risques technologiques ☐ Autres pollutions/ nuisances	
Liens avec d'autres mesures : Sans objet	
Coût estimatif	Coût intégré au coût global des prestations de travaux
Période de mise en œuvre	Phase travaux
Durée	Toute la durée des travaux
Description de la mesure	
<u>Abattage d'arbres et de haies</u> Les interventions d'abattage d'arbres et de haies seront réalisées hors de la période sensible pour la faune (oiseaux, chiroptères, mammifères) ce qui revient à retenir pour ce type d'intervention la période entre septembre et début mars. **<u>Travaux sur le site de la Maladrerie</u>** Sur le site de la Maladrerie, au droit des carrières consolidées et non remblayées pouvant abriter des chiroptères, les travaux au brise-roche hydraulique qui pourraient s'avérer nécessaires, notamment pour la réalisation des massifs de fondation des poteaux de ligne aérienne de contact, seront réalisés.	
Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	
Cette mesure reprend les recommandations de l'OFB (Office Français de la Biodiversité) qui portent sur la période de reproduction des espèces.	
Calendrier de réalisation (mois favorable) : - de septembre à mars (abattage arbres/haies) - certains travaux hors période d'hibernation et de gestation des chiroptères	
Modalités de suivi de la mesure	
Visite mensuelle de chantier	
Localisation de la mesure	

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Interventions à réaliser hors de la période sensible pour la faune (abattage d'arbres et de haies / travaux sur le site de la Maladrerie)	**Code mesure : R31a**
Ensemble du projet	
	egis

5.6.1.3. R2.1z - Passage d'un écologue avant travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Passage d'un écologue avant travaux	**Code mesure : R21z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☑ **Continuités écologiques**	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	+/- 1 000 € HT par visite (en fonction du phasage des travaux)
Période de mise en œuvre	En anticipation des travaux
Durée	Sans objet

Description de la mesure

Cette mesure prévoit le passage d'un écologue avant chaque phase de travaux sur les différents fronts de travaux.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Passage d'un écologue avant travaux	**Code mesure : R21z**

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Quelques jours avant le commencement des travaux, l'écologue vérifiera l'absence d'espèces animales ou végétales patrimoniales avant les opérations de défrichement et d'abattage des arbres afin d'éviter un impact direct sur des individus qui auraient établi une zone de reproduction ou une zone de repos au sein d'une végétation vouée à être défrichée. Cela concerne en particulier les oiseaux, les mammifères (chiroptères ou non) et potentiellement les amphibiens, les reptiles et les insectes patrimoniaux.

Si les travaux se réalisent par phase ou par secteurs, les visites de l'écologue suivront le phasage.

En cas de détection d'un gîte dans un arbre à abattre, l'écologue pourra faire reporter l'intervention de coupe.

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Rapport de suivi de l'écologue sur sa visite avant chantier

Localisation de la mesure

Ensemble du tracé

egis

5.6.1.4. R2.1d - Lutte contre les pollutions du chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Lutte contre les pollutions du chantier	**Code mesure : R21d**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☑ **Air**
☑ **Bruit & vibrations**	☐ Population	☑ **Sol**
☑ **Eau**	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Lutte contre les pollutions du chantier	**Code mesure : R21d**
☐ Facteurs climatiques ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs ☐ Risques technologiques ☑ **Autres pollutions/ nuisances**	
Liens avec d'autres mesures : Sans objet	
Coût estimatif	Coût intégré au coût global des prestations de travaux
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux
Durée	Sans objet
Description de la mesure	
Au niveau des bases-vie et du chantier, une attention particulière sera portée à la gestion du matériel, aux émissions de poussières et aux déversements accidentels pouvant polluer les milieux.	
Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	
Toutes les précautions seront prises pendant la phase de travaux afin d'éviter tout déversement accidentel de produits polluants. Les zones sensibles situées à proximité des travaux, notamment les abords du cours d'eau la Noé, seront matérialisées et protégées par un balisage adéquat (clôtures ou ruban de type « rubalise » par exemple) accompagné de panneaux avertisseurs mentionnant la nature de la zone et les raisons de sa protection. Un effort sera apporté à l'utilisation des matériels moins sonores et plus économes en gaz à effet de serre (pollutions sonores et chimiques). Autant que possible, le chantier ne se déroulera pas de nuit afin de ne pas apporter de pollution lumineuse. Toute entreprise effectuant des travaux sur site fournira des documents de type Plan de Respect de l'Environnement (PRE) et son schéma organisationnel (SOPRE), ainsi que des documents relatifs au traitement des déchets (SOSED).	
Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet	
Modalités de suivi de la mesure	
Visite mensuelle du chantier, des stockages et des bases-vie, reportage photos	
Localisation de la mesure	
Sans objet	

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Lutte contre les pollutions du chantier	**Code mesure : R21d**
Illustrations	
Sans objet	
	egis

5.6.1.5. R2.1i - Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers	**Code mesure : R21i**
Opération : **Projet d'extension du tramway de Caen la mer**	**Phase :** **Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	
Cible(s) de la mesure : ☑ **Faune et flore** ☐ Sites et paysages ☐ Air ☐ Bruit & vibrations ☐ Population ☐ Sol ☐ Eau ☐ Habitats Naturels ☐ Biens matériels ☐ Patrimoine culturel et archéologique ☐ Continuités écologiques ☐ Activités économiques ☐ Facteurs climatiques ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs ☐ Risques technologiques ☐ Autres pollutions/ nuisances	
Liens avec d'autres mesures : Sans objet	
Coût estimatif	Coût intégré au coût global des prestations de travaux
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux
Durée	Sans objet
Description de la mesure	
Cette mesure a pour objectif de réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers en mettant en place des solutions efficaces : boucher les objets creux (poteaux creux, tuyaux, regards à ouverture libre…), installer des échappatoires à faune (dans les fosses et clôtures).	

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers	**Code mesure : R21i**
Un filet bas anti-intrusion (cf. pour les espèces rampantes doit aussi être mis en place entre les espaces verts et le chantier (notamment à proximité des zones protégées définie en mesures d'évitement) afin de limiter l'introduction d'espèces sur le chantier.	
Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance	
Sans objet	
Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet	
Modalités de suivi de la mesure	
Visite mensuelle du chantier, comptage de la faune piégée	
Localisation de la mesure	
Ensemble du projet (en particulier dans les zones identifiées par l'écologue)	

5.6.1.6. R2.1f - Gestion des espèces exotiques envahissantes

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des espèces exotiques envahissantes	**Code mesure : R21f**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des espèces exotiques envahissantes	**Code mesure : R21f**
Liens avec d'autres mesures : Sans objet	
Coût estimatif	Coût intégré au coût global des prestations de travaux
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux
Durée	Sans objet
Description de la mesure	

L'effort des actions proposées dans cette mesure doit se porter essentiellement sur les six espèces exotiques envahissantes (EEE) avérées inventoriées dans l'étude floristique, à savoir, pour rappel :

- l'Arbre à papillons (*Buddleja davidii*) ;
- le Cytise faux-ébénier (*Laburnum anagyroides*) ;
- le Laurier palme (*Prunus laurocerasus*) ;
- la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) ;
- le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*);
- le Séneçon du cap (*Senecio inaequidens*).

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Diminution du risque de dissémination lors du chantier

Il s'agit d'exiger, de la part des entreprises effectuant les travaux, de nettoyer méticuleusement les engins de chantier avant d'entrer sur le site. En effet, la dissémination des EEE, telle que la renouée du Japon, peut se faire via les engins ayant travaillé dans des milieux colonisés. Les accessoires (pelles, godets, fourches) doivent également être nettoyés pour ne comporter aucun débris végétal, ni aucun résidu de terre risquant d'être contaminée. Des fiches issues du Guide d'identification et de gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes sur les chantiers de Travaux Publics sont disponibles dans ce document : https://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/biblio/leguide_v5-eee_chantiers_compressed.pdf) dont sont issue les recommandations générales (cf. figure ci-après).

Gestion par enlèvement des espèces exotiques envahissantes

Il s'agit d'enlever les espèces en les déracinant (le plus souvent à l'aide d'une tractopelle pour les pieds importants) et veillant à bien retirer les racines puis en l'évacuant vers un centre agréé.

Ces mesures s'appliqueront pareillement à l'ensemble de ces 6 espèces invasives « avérées ».

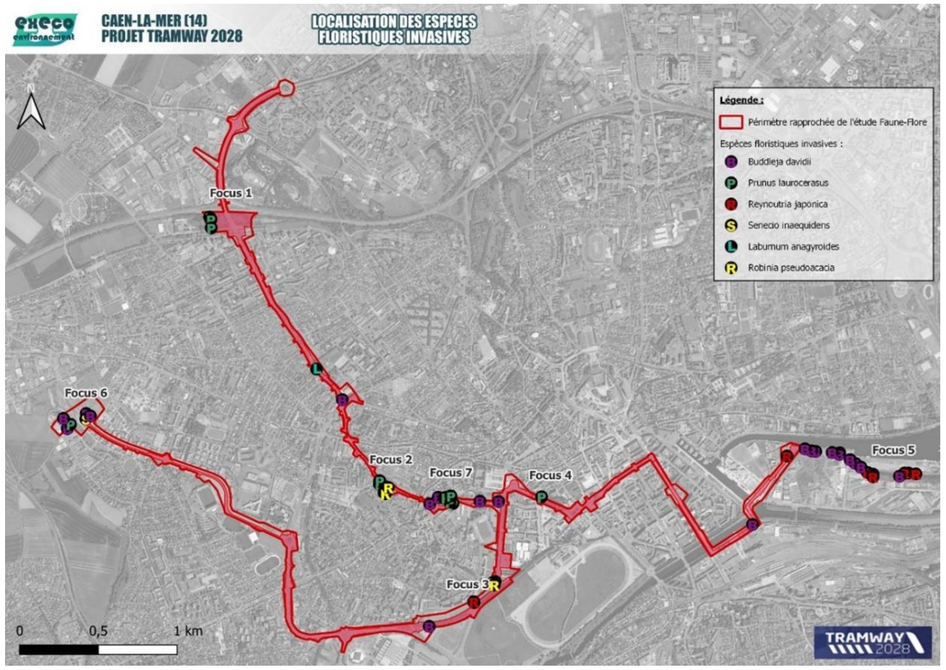
Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Visite mensuelle du chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des espèces exotiques envahissantes	Code mesure : R21f

Illustrations





Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des espèces exotiques envahissantes	Code mesure : R21f
	egis

5.6.1.7. R2.2k - Plantations en faveur de la biodiversité

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantations en faveur de la biodiversité	**Code mesure : R22k**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☑ **Sites et paysages**	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☑ **Continuités écologiques**	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	2 500 000 €
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux / A la fin des travaux
Durée	Sans objet

Description de la mesure

Le projet comprend :

- l'enherbement réfléchi de la plateforme tramway ;
- la plantation de continuités arborées aux abords des futures voies de tramway.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

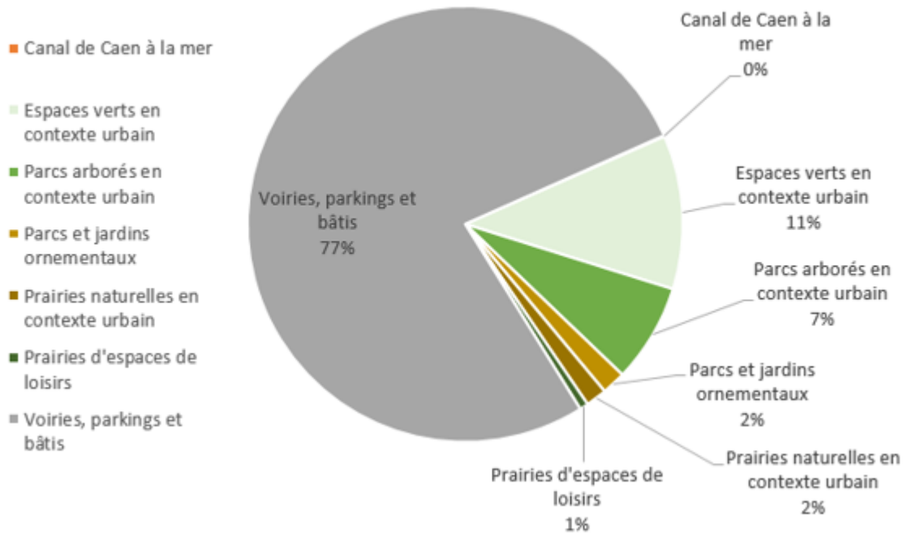
Plantations en faveur de la biodiversité | **Code mesure : R22k**

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Enherbement de la ligne

L'enherbement réfléchi de la ligne permet de réduire au maximum la superficie imperméable bétonnée et favorise le déplacement naturel de plusieurs groupes faunistiques rampants. Pour rappel, 33% de la surface de la future ligne est actuellement enherbée : il s'agit donc de réduire l'impact de l'implantation de la ligne sur ces espaces déjà enherbés. La plateforme de la future ligne sera enherbée à 80% ce qui représentera un gain en espaces végétalisés (67% sont actuellement imperméabilisés). L'ensemencement des plateformes enherbées sera fait avec des espèces rustiques et locales telles que des graminées (brome, fétuques, etc.) et de fleurs sauvages et légumineuses (trèfles, pâquerettes, etc.). Ces espèces assurent un enherbement résistant au stress hydrique et ne nécessitent donc pas d'arrosage, sauf durant le premier été pour assurer la reprise de la végétation. La plateforme ne sera donc pas arrosée, ce qui respecte les préconisations en matière d'économie d'eau. Il est recommandé de réaliser les semis en automne, car l'installation de ces plantes nécessite plus de temps que des espèces horticoles.

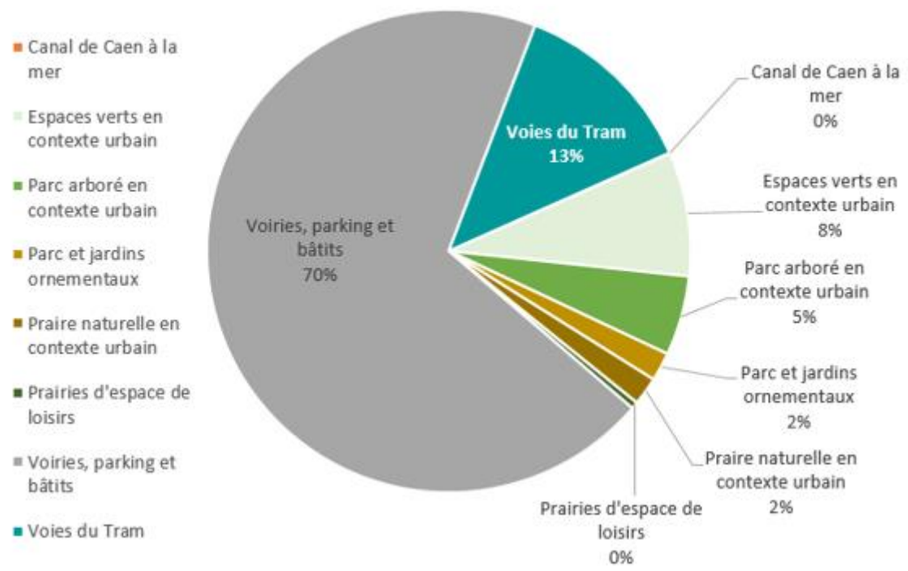
Répartition des habitats sur la zone d'étude avant projet (état actuel)



Projet d'extension du tramway de Caen la mer

Plantations en faveur de la biodiversité | **Code mesure : R22k**

Répartition des habitats sur la zone d'étude après projet (état futur)



Plantation de continuités arborées

Un alignement d'arbres sera planté le long de la ligne, dès que cela est possible, afin de consolider la trame verte urbaine. Le projet prévoit dans ce cadre la plantation de 810 arbres, tous choisis en fonction de leurs qualités (essences endémiques, écologiquement intéressantes, adaptées au changement climatique…).

Au préalable, l'espace sera aménagé en pleine terre (dans la situation initiale, les arbres sont dans des fosses individuelles).

De plus, la strate arbustive sera développée globalement sur l'ensemble du tracé afin de relier les arbres d'alignements entre eux lorsque cela sera possible et ainsi développer les micro-trames vertes urbaines (strates intermédiaires, graminées…). La strate arbustive sera largement développée en pieds d'arbres, le long du parcours de tramway. Ces arbustes bas ou à développement modéré contribueront au soutien de la biodiversité en ville, et notamment de l'avifaune en fournissant de la nourriture hivernale par le biais des baies produites par les arbustes choisis. De plus, la plantation d'arbustes, de plantes couvre-sol ou herbacées (principe de base le long de la ligne de tramway) permet de conserver un sol vivant par l'activité qu'elles autorisent (maintien d'une humidité, d'une activité biologique). L'impact esthétique sera positif et l'entretien minimum. Comme pour les arbres, les essences utilisées seront des espèces majoritairement indigènes à la région (naturellement présentes). (Rappelons que les taxons horticoles possèdent un intérêt écologique bien inférieur à celui de la flore indigène). Cette mesure garantit donc un gain qualitatif à moyen et long terme de la fonctionnalité des alignements d'arbres. La plantation se fera rapidement une fois que les sites de plantation seront accessibles après travaux. Les arbres nouvellement plantés disposeront d'un dispositif de protection du tronc ou du plant entier.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantations en faveur de la biodiversité	**Code mesure : R22k**

En termes de temporalité, les travaux s'étaleront dans le temps et l'espace et seront organisés par phase.

En résumé, à chaque fois qu'il le sera possible, les arbres en place seront conservés et, à chaque fois que l'espace libre le permettra, la plantation d'arbres apportera à moyen et long terme une plus-value écologique à la trame urbaine et une ombre appréciable le long des tracés. La mise en place de toutes ces mesures permettra de réaliser des aménagements urbains appréciés de la faune, mais aussi conviviaux. Dans un contexte de réchauffement climatique, la fraîcheur apportée par la végétation participera au bien-être animal, mais aussi humain.

Les fonctionnalités des alignements d'arbres seront conservées voire augmentées : l'équivalence écologique avant/après projet est positive.

Ae En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les plantations diversifiées contribueront à l'amélioration de la biodiversité. Les essences ont été sélectionnées car elles sont non allergisantes et d'origine locale.

La strate arborée sera composée d'espèces aux formes naturelles et variées, évoquant des paysages boisés et diversifiés. Parmi les essences sélectionnées, on retrouvera notamment *l'Acer cappadocicum*, le *Carpinus betulus*, la *Koelreuteria paniculata* et le *Quercus cerris*, qui apporteront volume et structure à l'espace.

Des variétés plus élancées comme l'*Acer campestre 'Green Column'*, le *Malus tschonoskii* et la *Koelreuteria paniculata 'Fastigiata'* viendront compléter cette strate arborée, assurant une diversité dans les hauteurs et les formes tout en favorisant l'ombre et le bien-être des riverains.

Les arbres plantés seront issus de la marque Végétal Local, qui propose des arbres issus de collectes en milieu naturel. L'objectif est de garantir la traçabilité des végétaux et la conservation de leur diversité génétique afin d'avoir sur le marché des espèces adaptées pour la restauration des écosystèmes et des fonctionnalités écologiques.

Les arbres plantés, généralement de force 18/20, présentent un rapport optimal entre développement racinaire et volume foliaire, leur permettant une reprise plus rapide et plus efficace après plantation. Leur enracinement plus dynamique leur confère une meilleure résilience face aux conditions urbaines et aux aléas climatiques. En comparaison, des sujets plus gros (20/25 et plus) nécessitent un effort d'adaptation plus important et présentent un risque accru de stress hydrique et de dépérissement post-plantation.

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Dès que les sites de plantation seront accessibles après travaux

Arbres et massifs : de novembre à fin février

Prairies : de fin septembre à fin novembre

Modalités de suivi de la mesure

Contrôle des mélanges de graines utilisés, visites d'observation à N+1

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantations en faveur de la biodiversité	**Code mesure : R22k**

Rapport de contrôle des arbres plantés en lien avec un suivi paysager

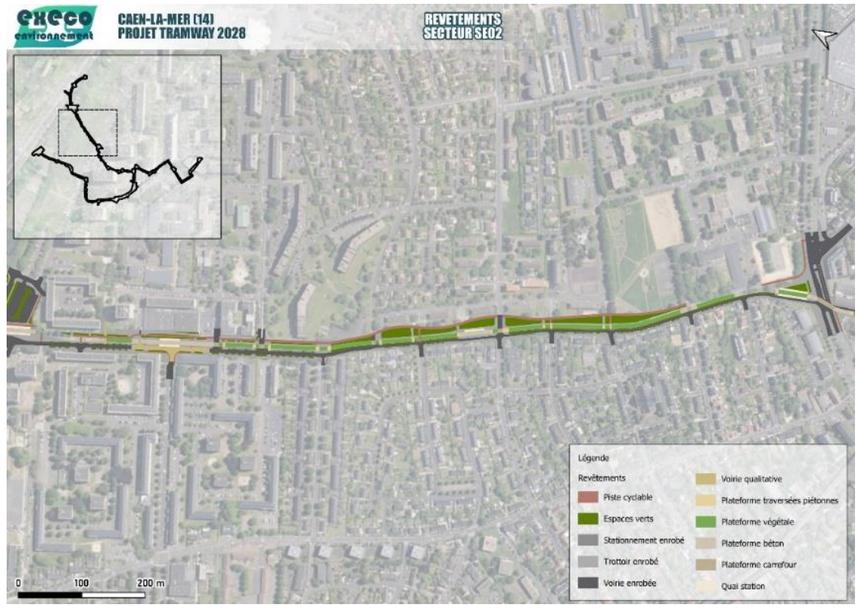
Localisation de la mesure

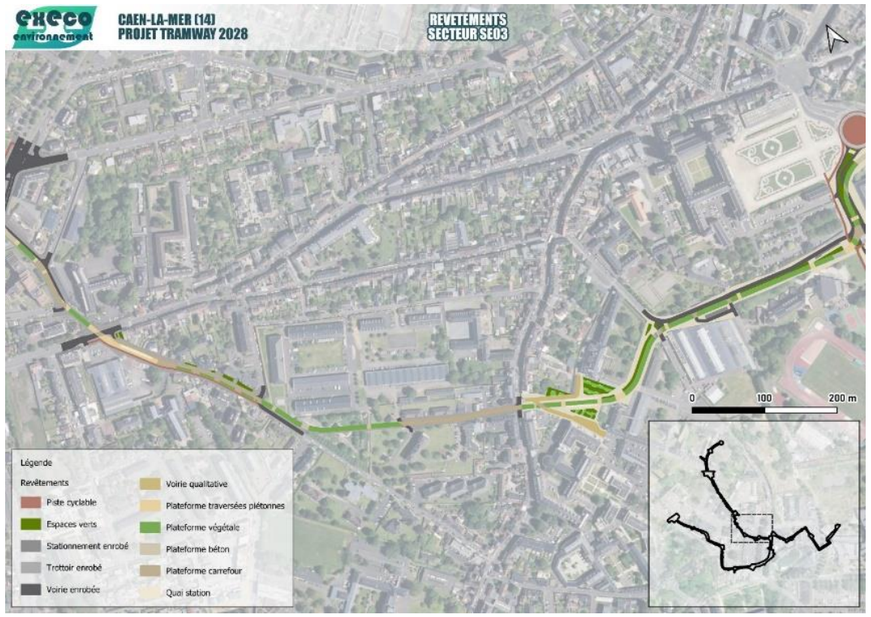
Secteurs plantés, cartes ci-dessous



Projet d'extension du tramway de Caen la mer

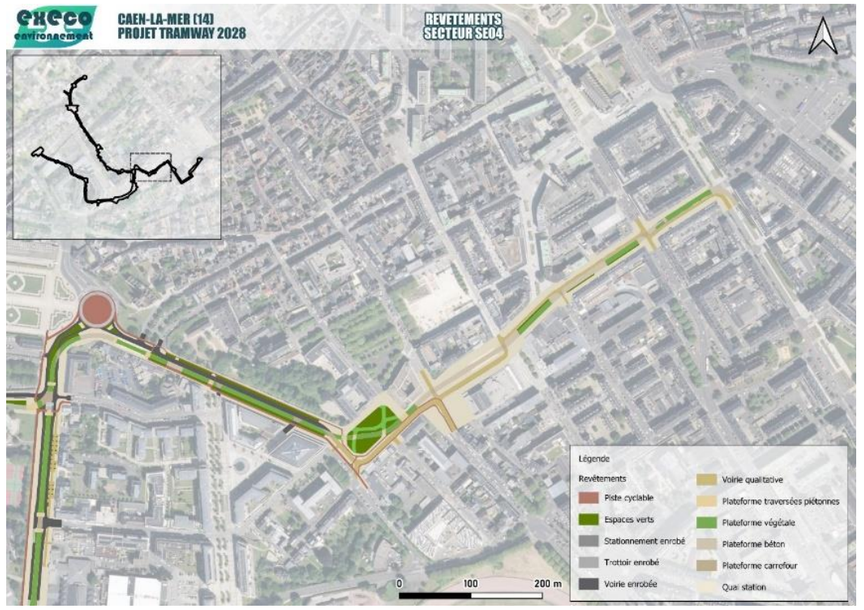
Plantations en faveur de la biodiversité	Code mesure : R22k

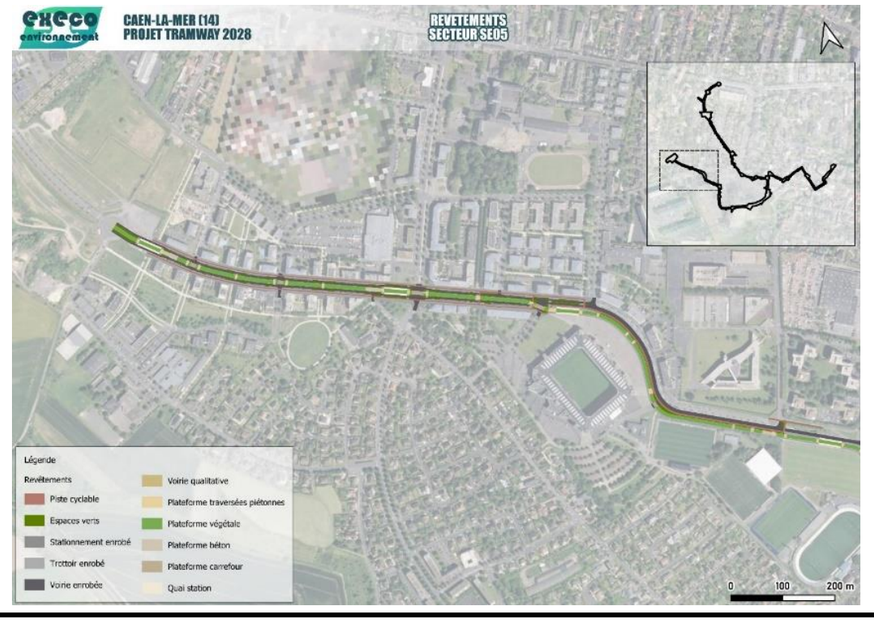




Projet d'extension du tramway de Caen la mer

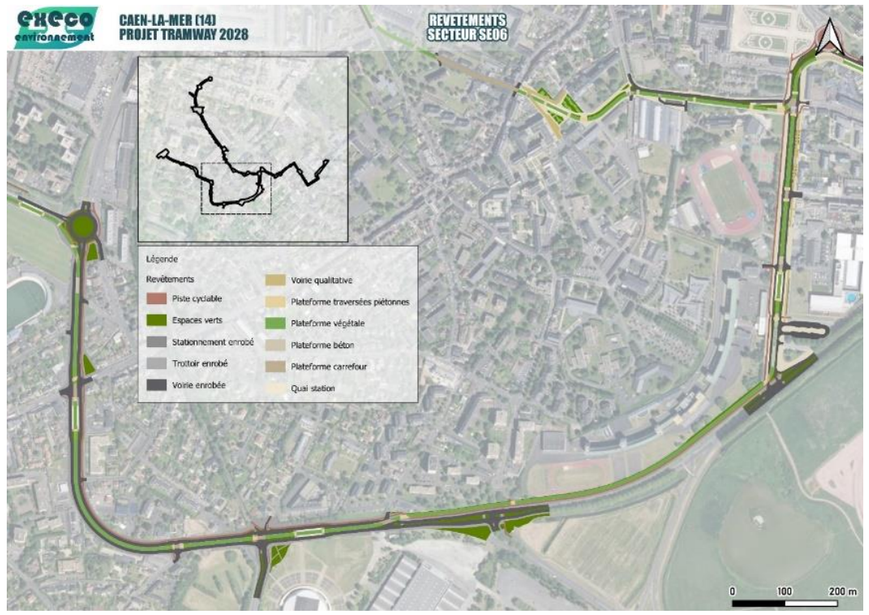
Plantations en faveur de la biodiversité	Code mesure : R22k

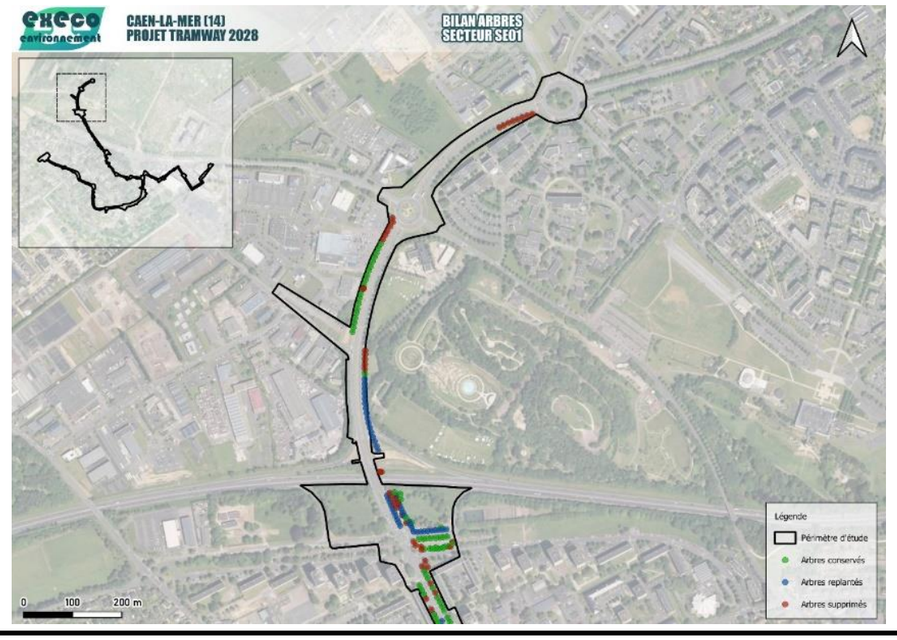




Projet d'extension du tramway de Caen la mer

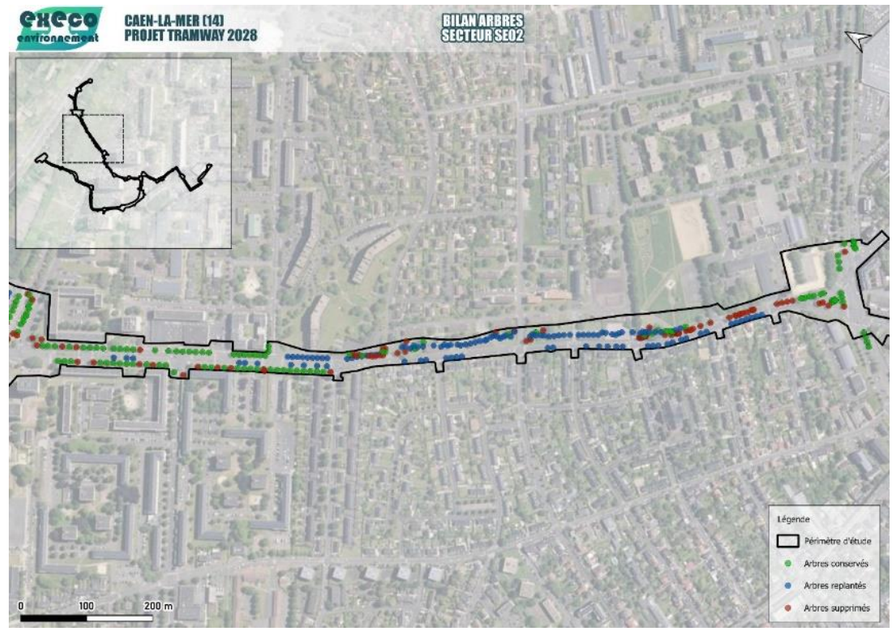
Plantations en faveur de la biodiversité | **Code mesure : R22k**

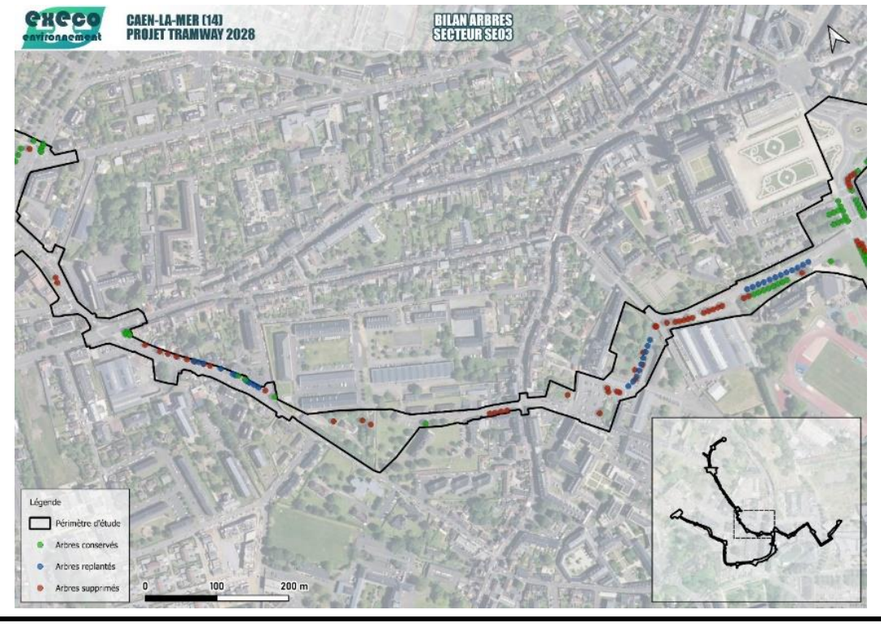




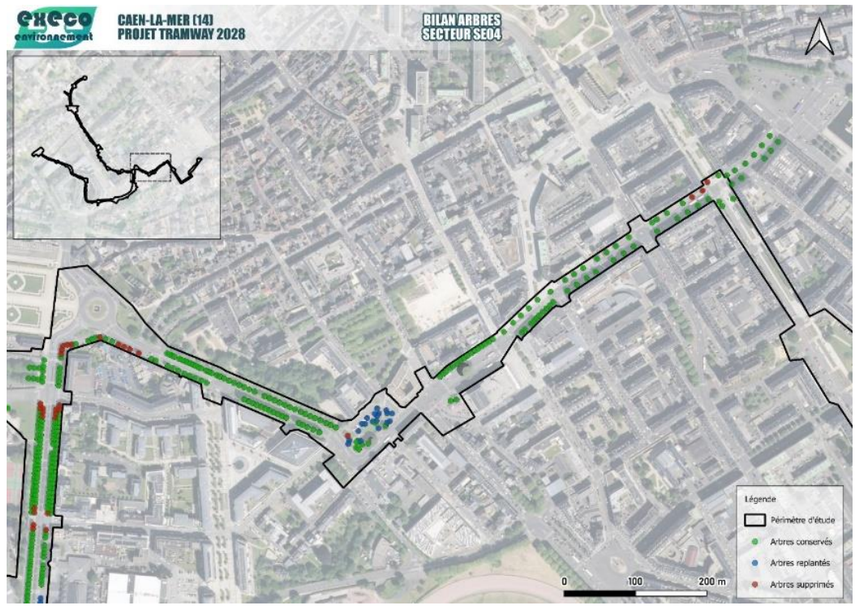
Projet d'extension du tramway de Caen la mer

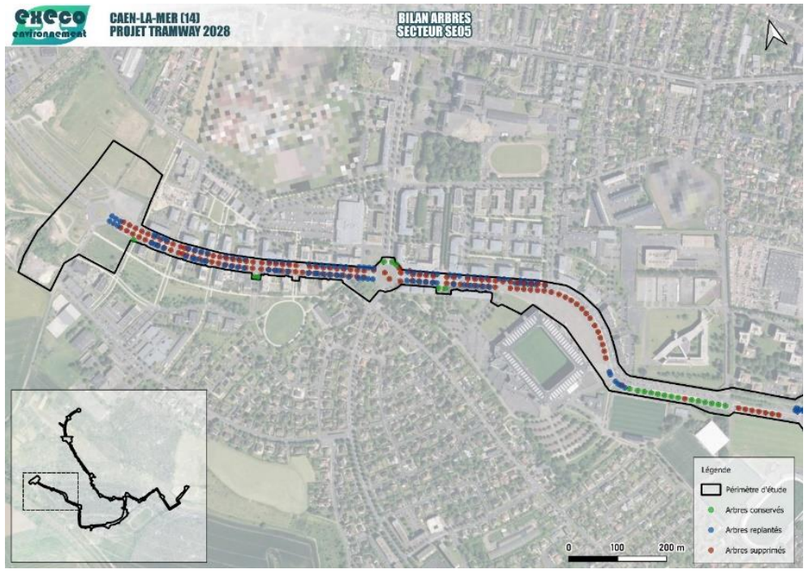
Plantations en faveur de la biodiversité | **Code mesure : R22k**



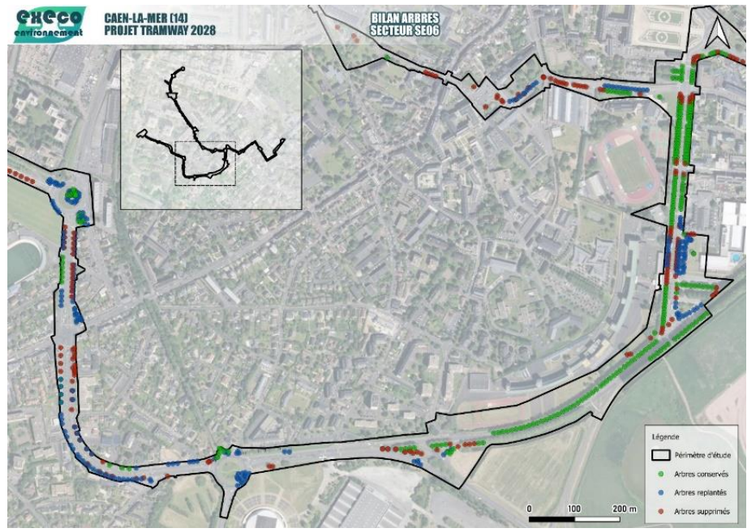


Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantations en faveur de la biodiversité	Code mesure : R22k





Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantations en faveur de la biodiversité	Code mesure : R22k



5.6.1.8. R2.1a – Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux	Code mesure : R21a
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	Phase : Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☑ **Continuités écologiques**	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux	**Code mesure : R21a**

☐ Autres pollutions/ nuisances

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	2 000€ - 5 000€
Période de mise en œuvre	Travaux
Durée	Toute la durée du chantier

Description de la mesure

Ces zones refuges du Hérisson d'Europe sont présentes en périphérie Nord et Sud du jardin de la maison du Général. Elles sont caractérisées par des pieds de haies ombragées, arborant d'une végétation plus dense, où les feuilles et brindilles se concentrent et où la gestion y est très ponctuelle : ce sont des zones où le hérisson, les oiseaux et les chiroptères vont pouvoir établir leur nid, hiberner, mettre bas, élever des jeunes et chasser.

Mesure prise en phase de conception du projet

Une réflexion particulière en phase de conception du projet a permis de limiter la dégradation ou destruction de l'habitat du Hérisson d'Europe (site de reproduction et aire de repos).

Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe lors des travaux

Ces zones refuges doivent être protégées de toute modification physique du milieu durant les travaux. La fréquentation de l'Homme doit être aussi limitée aux suivis. Cette mesure évite ainsi toute dégradation ou destruction de l'habitat du hérisson (site de reproduction et aire de repos) durant les travaux mais aussi durant l'exploitation de la ligne de tramway. En effet, ces zones protégées sont vouées à être conservées pour créer des véritables zones préservées en faveur de la biodiversité.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Les zones refuges du Hérisson d'Europe seront protégées par la mise en place de filets / barrières.

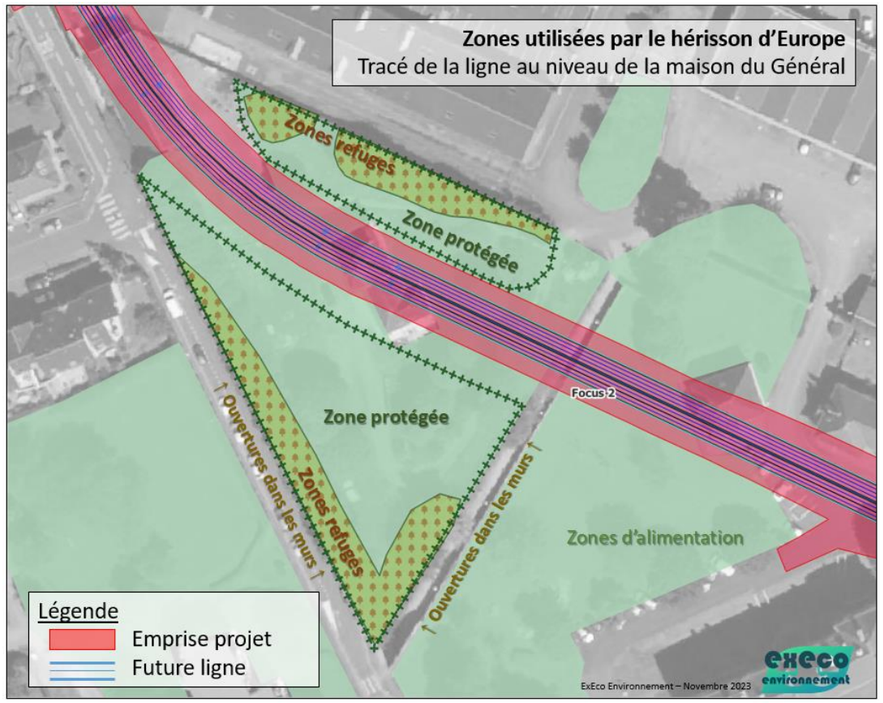
Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Présence d'un balisage, absence de dégradation du milieu

Localisation de la mesure

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux	**Code mesure : R21a**



5.6.1.9. A6.1a - Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées	**Code mesure : A61a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ **Faune et flore**
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☑ **Habitats Naturels**
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☑ **Continuités écologiques**
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	2 000 €
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux
Durée	Sans objet

Description de la mesure

Formation du personnel lors du chantier

Il sera important de communiquer sur les risques que le chantier peut porter sur la biodiversité, comment les éviter et comment mettre en place les bonnes mesures (en lien avec la mesure de réduction "Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers").

Communication sur les zones protégées durant la phase travaux (lien avec la mesure d'accompagnement "Augmenter la biodiversité dans les zones préservées")

L'objectif de cette mesure est de s'assurer que la protection des zones d'intérêt pour la biodiversité urbaine sera bien prise en compte en phase chantier. Il sera installé des panneaux d'information pour expliquer les intérêts de la mise en défends de ces zones, à destination des opérateurs du chantier et du grand public. Cette communication passe aussi par la formation orale et écrite (documents internes) auprès des entreprises intervenantes.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées	**Code mesure : A61a**

Mise en place de panneaux d'information à court terme

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Bonnes pratiques et connaissances

Localisation de la mesure

Sans objet

egis

5.6.1.10. A3.1z – Augmenter la biodiversité dans les zones préservées

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Augmenter la biodiversité dans les zones préservées	**Code mesure : A31z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ **Faune et flore**
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☑ **Habitats Naturels**
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☑ **Continuités écologiques**
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	1 000 €
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Augmenter la biodiversité dans les zones préservées	**Code mesure : A31z**
Durée	Sans objet

Description de la mesure

Ces zones sont, pour l'instant, soit dans un jardin ornemental, soit dans un échangeur planté du périphérique. Elles ont une pression de gestion assez forte qui ne correspond pour l'instant pas à une gestion raisonnée favorable à la biodiversité. Par exemple, dans le jardin de la maison du Général, la zone enherbée est fauchée en mai, période d'activité de beaucoup de groupes faunistiques. Le but de cette mesure et de redonner un aspect naturel à ces deux zones en permettant à un maximum de diversité de s'exprimer.

- La végétation sera densifiée dans le jardin de la maison du Général.
- Un alignement d'arbres en voirie viendra accroître la végétalisation d'alignement autour du milieu ouvert que constitue l'échangeur du Chemin vert.
- Dans le jardin de la maison du Général, la zone enherbée est fauchée en mai, période d'activité de beaucoup de groupes faunistiques. Une réflexion pourra être engagée avec les services des espaces verts de Caen la mer pour privilégier un fauchage tardif.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Fauchage tardif
Mise en place d'une prairie semée
Implantation d'espèces endémiques utilisées par à la faune locale

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Inventaires donnant une augmentation de la diversité faunistique et floristique

Localisation de la mesure

Sans objet

egis

5.6.1.11. A3.1a – Installation de gîtes artificiels

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Installation de gîtes artificiels	**Code mesure : A31a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif : 2 500 €

	Prix/unité	Nbr d'unités	Prix total
Hotels à insectes	150	11	1650
Nichoirs	20	29	580
Gîtes à chiroptères	35	6	210
Abris à hérisson	30	2	60
			2500

Période de mise en œuvre : Pendant les travaux

Durée : Sans objet

Description de la mesure

Des gîtes artificiels seront installés dès le début des travaux en faveur du Hérisson d'Europe, des chiroptères, des oiseaux et des insectes (sources de nourriture pour les chiroptères et oiseaux).

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Il existe différents gîtes ciblant des espèces particulières. Le maître d'œuvre se rapprochera de structures spécialisées (associations en priorité) ayant les connaissances et l'expérience dans la pose de gîtes artificiels. Ces gîtes et nichoirs, seront posés dans les zones refuges et protégées définies dans les mesures d'évitement et de réduction, mais pourront aussi être posés sur les espaces verts déjà en place ou sur les jeunes arbres nouvellement plantés, notamment dans les

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Installation de gîtes artificiels	**Code mesure : A31a**

zones Focus, afin d'apporter rapidement un gain d'intérêt écologique pour ces arbres (plus rapidement fonctionnel pour l'avifaune si un nichoir y est installé). Il est préconisé d'installer des dispositifs diversifiés dès la phase travaux.

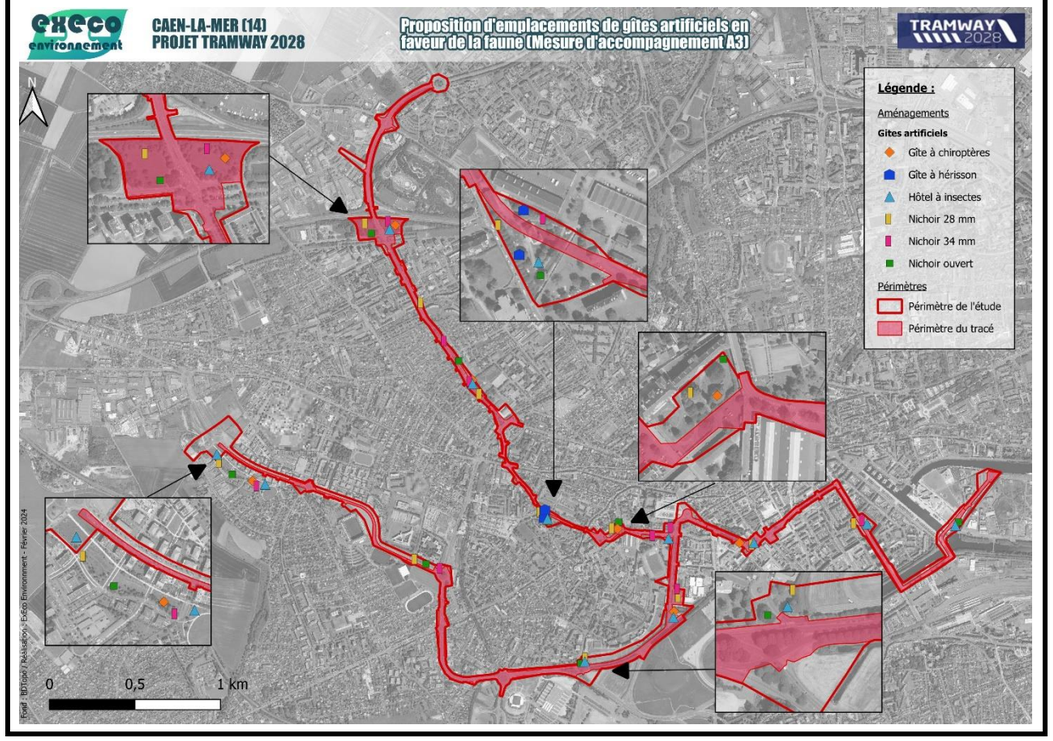
La carte suivante propose l'installation de 48 gîtes artificiels diversifiés afin de compléter la fonctionnalité écologique des espaces végétalisés déjà en place ou aménagés dans le cadre du projet : 2 gîtes à hérisson (de part et d'autre de la maison du Général), 6 gîtes à chiroptères, 8 nichoirs ouverts (adaptés aux rougegorges familiers, troglodytes mignons, rougequeues noirs,…), 11 nichoirs avec une entrée de 28 mm (adaptés aux petites mésanges comme les mésanges bleues, huppées ou nonette), 10 nichoirs avec une entrée de 34 mm (adaptés aux moineaux domestiques, sitelles torchepot ou encore à la mésange charbonnière) et 11 hôtels à insectes.

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Suivi de la fréquentation des gîtes et du succès reproducteur

Localisation de la mesure



Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Installation de gîtes artificiels	**Code mesure : A31a**

5.6.2. En phase d'exploitation

5.6.2.1. R2.2c - Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages	**Code mesure : R22c**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☑ **Continuités écologiques**	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☑ **Autres pollutions/ nuisances**		

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	Coût globalisé dans la conception du projet
Période de mise en œuvre	Pendant les travaux et en exploitation
Durée	Sans objet

Description de la mesure

Rappelons que le projet s'inscrit globalement sur des voiries urbaines existantes et éclairées ; il n'implique donc pas d'éclairage supplémentaire dans l'absolu. Là où, localement, le projet implique l'éclairage de zones aujourd'hui relativement préservées (c'est-à-dire globalement, dans les focus de l'aire d'étude), les niveaux d'éclairage la nuit seront basés sur le minimum du respect de la réglementation en termes de sécurité des personnes. Il s'agira :

- d'abaisser les niveaux lumineux et de proposer un éclairage qui contribuera à créer des ambiances plus accueillantes pour favoriser l'appropriation des espaces par tous les publics ;
- de cibler l'éclairage sur les usages, notamment les modes doux, pour éviter tout éclairage inutile, en particulier sur les espaces naturels ;

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages	**Code mesure : R22c**

- dans les secteurs à enjeux écologiques, de procéder à l'extinction de l'éclairage associé à la voirie routière de 1 h à 5 h si cet éclairage est distinct des voies modes doux (qui restent éclairées en permanence) ;
- dans les zones présentant un enjeu écologique particulier (site de la maison du Général), de procéder à une temporisation des éclairages, avec un fonctionnement combinant un minimum en veille et un maximum sur détection ;
- d'éviter toute diffusion de lumière vers le ciel en choisissant des modèles qui canalisent le faisceau lumineux vers le sol,
- d'utiliser des lampes peu polluantes LED en 2200°K respectueuses de l'environnement et de la biodiversité (hors hypercentre où l'éclairage sera de type LED 3 000 K en concordance avec les dispositifs d'ores et déjà en place).

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Cette mesure devra être appliquée particulièrement à certains endroits du tracé où la présence des chauves-souris était notamment remarquable en qualité et en quantité : la place Gambetta et la maison du Général.

Le projet prévoit :

- une conservation de l'hypercentre à une température 3 000 K ;
- un abaissement à 2 200 K le long des corridors écologiques (dont boulevard Bertrand et avenue Sorel) ;
- l'extinction de l'éclairage associé à la voirie routière de 1 h à 5 h si cet éclairage est distinct des voies modes doux ;
- la mise en place d'une temporisation des éclairages avec système de détection sur le site de la maison du Général.

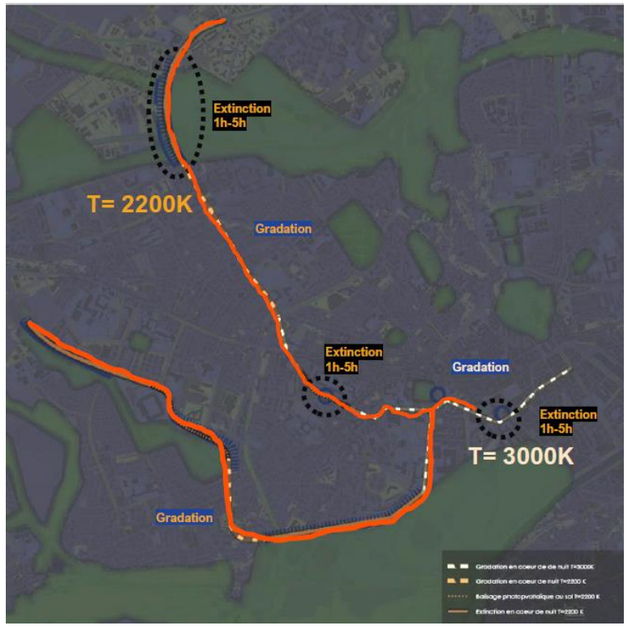
Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Activité chiroptérologique, contrôle des plages horaires d'éclairage

Localisation de la mesure

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages	**Code mesure : R22c**



egis

5.6.2.2. A6.2c – Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication	**Code mesure : A62c**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : Caen la mer	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ **Faune et flore**
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication	**Code mesure : A62c**

- ☐ Eau
- ☑ **Habitats Naturels**
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☑ **Continuités écologiques**
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Liens avec d'autres mesures : Sans objet

Coût estimatif	1 500 € - 2 000 €
Période de mise en œuvre	En exploitation
Durée	Sans objet

Description de la mesure

Il est important de communiquer auprès du grand public sur l'utilité de conserver les zones protégées après travaux. Il sera installé des panneaux d'information pour illustrer l'intérêt et les espèces « cibles » de la délimitation (le Hérisson d'Europe dans le jardin de la maison du Général, les oiseaux et les chiroptères dans l'échangeur du Chemin Vert) afin que les intérêts de la mise en défens de ces zones soient bien compris des opérateurs du chantier et du grand public. En effet, afin de garder leurs fonctionnalités, elles pourront sembler « moins gérées » et susciter le questionnement des riverains. Des actions de communication type animation de découverte de la nature pourront être mises en place à destination du grand public et des agents en charge de la gestion de ces espaces.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Sans objet.

Calendrier de réalisation (mois favorable) : Sans objet

Modalités de suivi de la mesure

Mise en place de panneaux d'information à long terme

Localisation de la mesure

Sans objet

egis

5.6.2.3. Gestion pour l'entretien des espaces enherbés

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Une gestion alternative pour la plateforme végétalisée de la plateforme du tramway est prévue de la façon suivante :

- Pas d'arrosage automatique ;
- Pousse réduite induisant la diminution des fréquences de tonte ;
- Pas de traitement phytosanitaire ;
- Pas de fertilisation.

Le choix des semences fera l'objet d'essais in-situ sur la ligne existante afin de sélectionner des espèces propices au respect des objectif précisés ci-dessus. Le choix des semences s'orientera de façon privilégiée, et selon les résultats de ces essais, vers des semences rustiques et locales.

La fréquence de tonte sera diminuée autant que faire se peut pour s'adapter aux caractéristiques techniques et de sécurité de la ligne de tramway. Une fauche tardive sera notamment privilégiée, au moins pour les surlargeurs engazonnées prévues sur certaines secteurs (Chemin Vert, Beaulieu, avenue Sorel et boulevard Bertrand) aux abords de la plateforme.

En dehors de la plateforme, les espaces enherbés seront entretenus selon les modalités mises en place plus généralement sur le territoire de Caen la mer, selon un principe de gestion différenciée avec notamment :

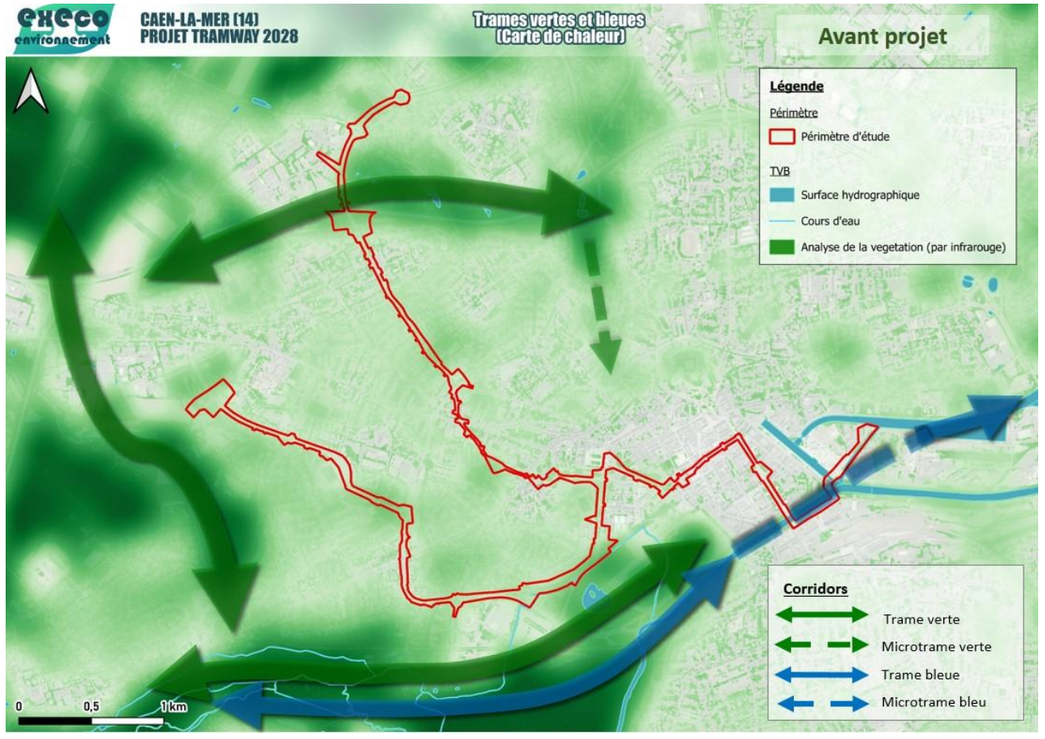
- L'absence de traitement phytosanitaire ;
- L'absence de fertilisation ;
- La recherche d'une tonte raisonnée, adaptée au cas par cas en fonction de la fréquentation des espaces par des usages, du contexte paysager et de l'intérêt écologique.

Les parkings-relais feront l'objet d'un entretien des massifs tout comme les massifs ornementaux urbains. S'ils sont enherbés, là aussi une tonte permettra de conserver l'intérêt de l'enherbement. Le revêtement végétalisé contribuera alors à l'expression de la biodiversité végétale et de la biodiversité animale qui s'en suit.

Les espaces de biodiversité préservés feront l'objet d'une fauche dite « tardive », c'est-à-dire intervenant après juillet. Le principe est aussi de réduire la fréquence de tonte (dans ces espaces, une seule tonte par an est conseillée) et d'augmenter les hauteurs de coupe pour préserver la biodiversité.

5.7. CORRIDORS ECOLOGIQUES

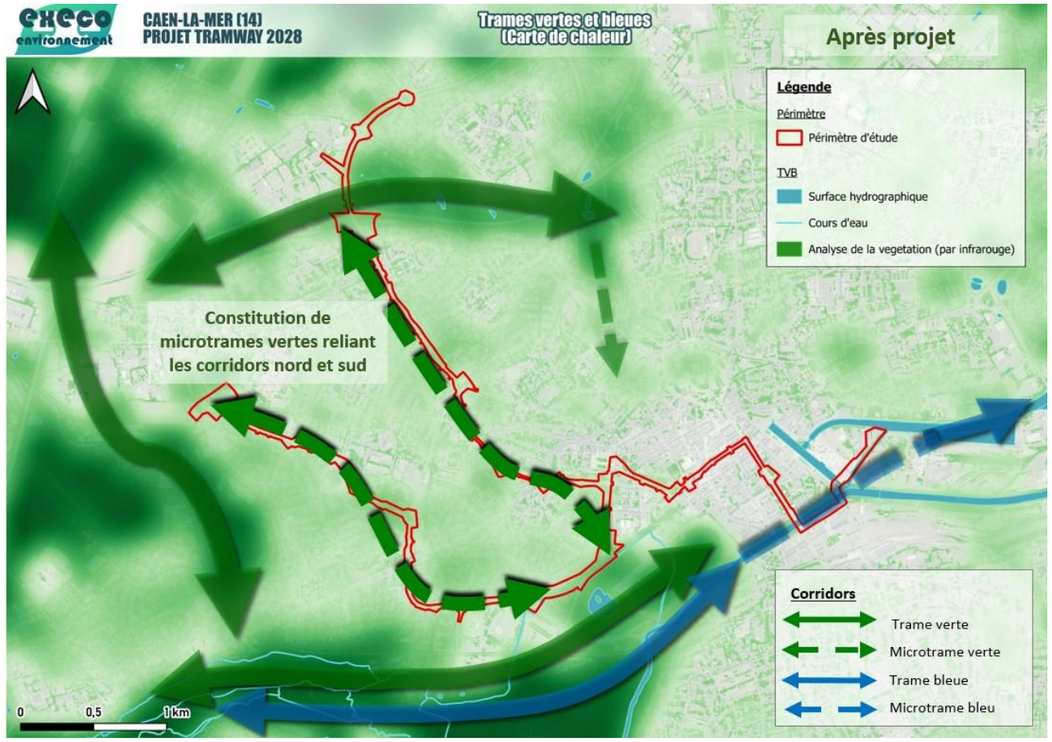
Grâce aux mesures d'évitement (permettant d'éviter l'impact sur les grands éléments de la Trame Verte à proximité du projet) et grâce aux mesures de réduction (notamment la mesure portant sur la réduction de l'emprise du projet, la mesure d'enherbement de la ligne et de densification des continuités arborées, de véritables micro-trames apparaîtront au sein de la ville de Caen, suivant la nouvelle ligne, et permettant ainsi de connecter les grands corridors identifiés au Nord, à l'Ouest et au Sud de la ville.



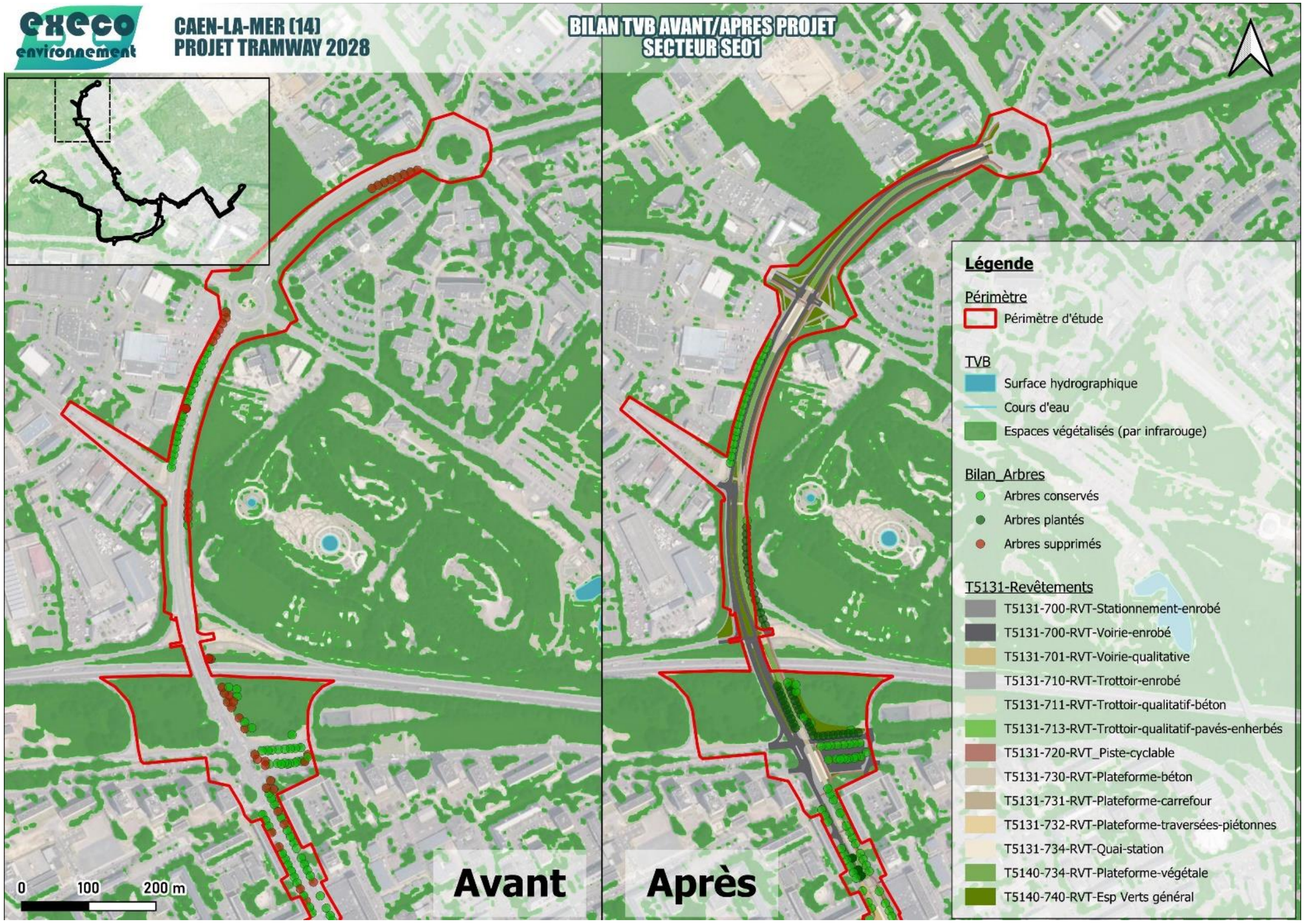
Carte des corridors écologiques de la ville de Caen avant projet (source : ExEco Environnement)

Les cartes présentées en pages suivantes permettent d'illustrer le bilan relatif à la trame verte avant projet et après mise œuvre des mesures d'évitement et de réduction.

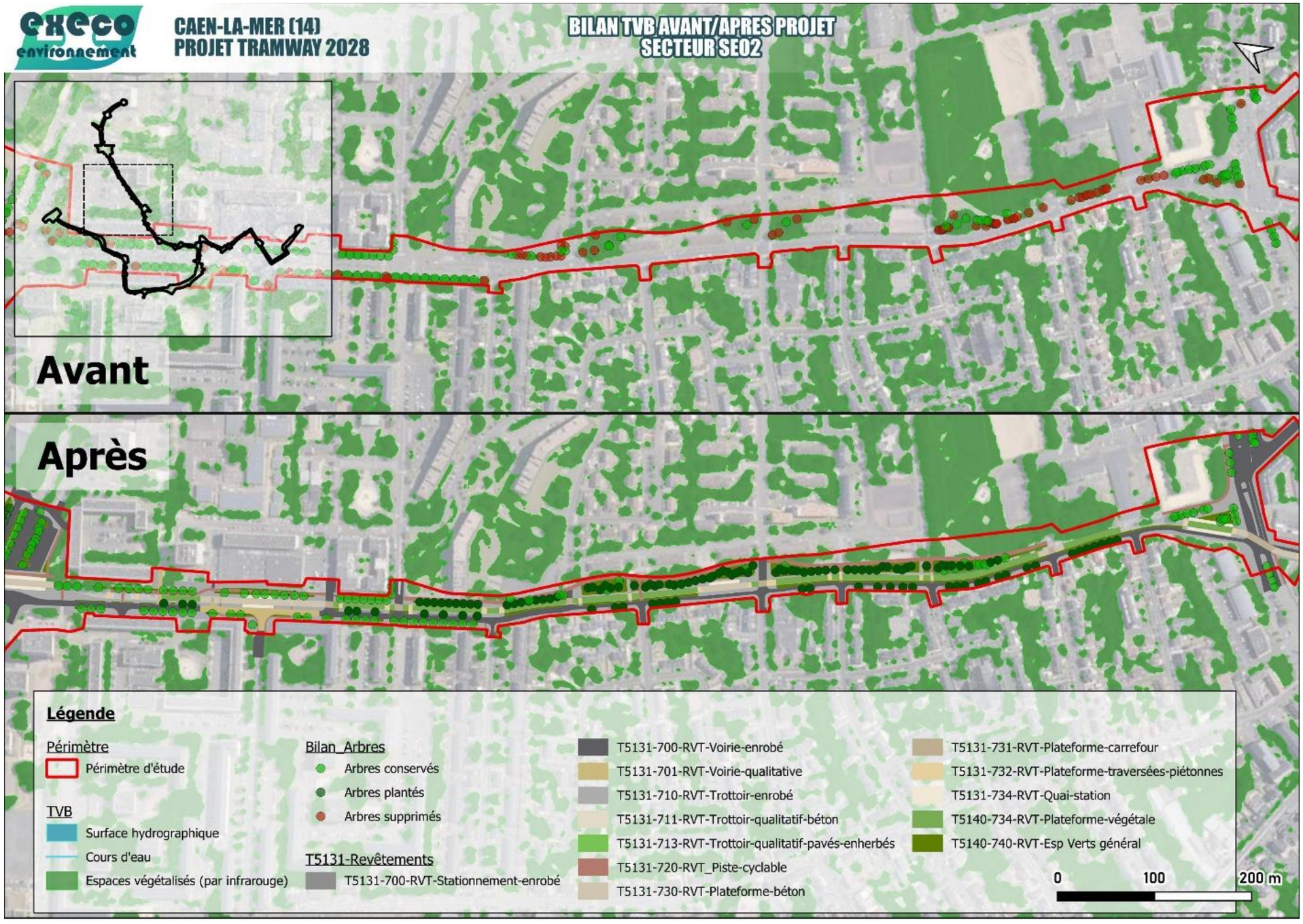
Impact direct et permanent avant proposition de mesures : positif



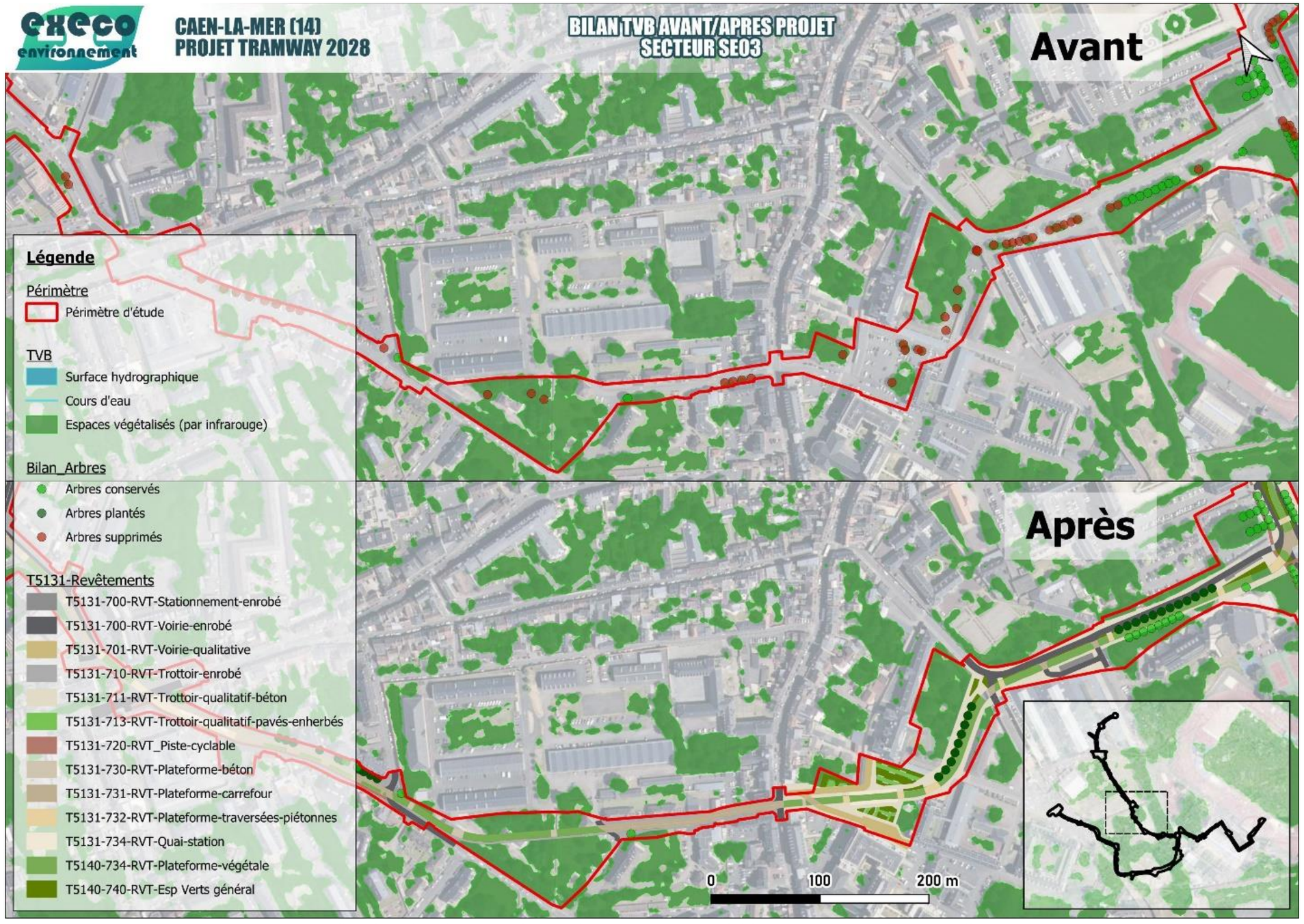
Carte des corridors écologiques de la ville de Caen après projet (source : ExEco Environnement)



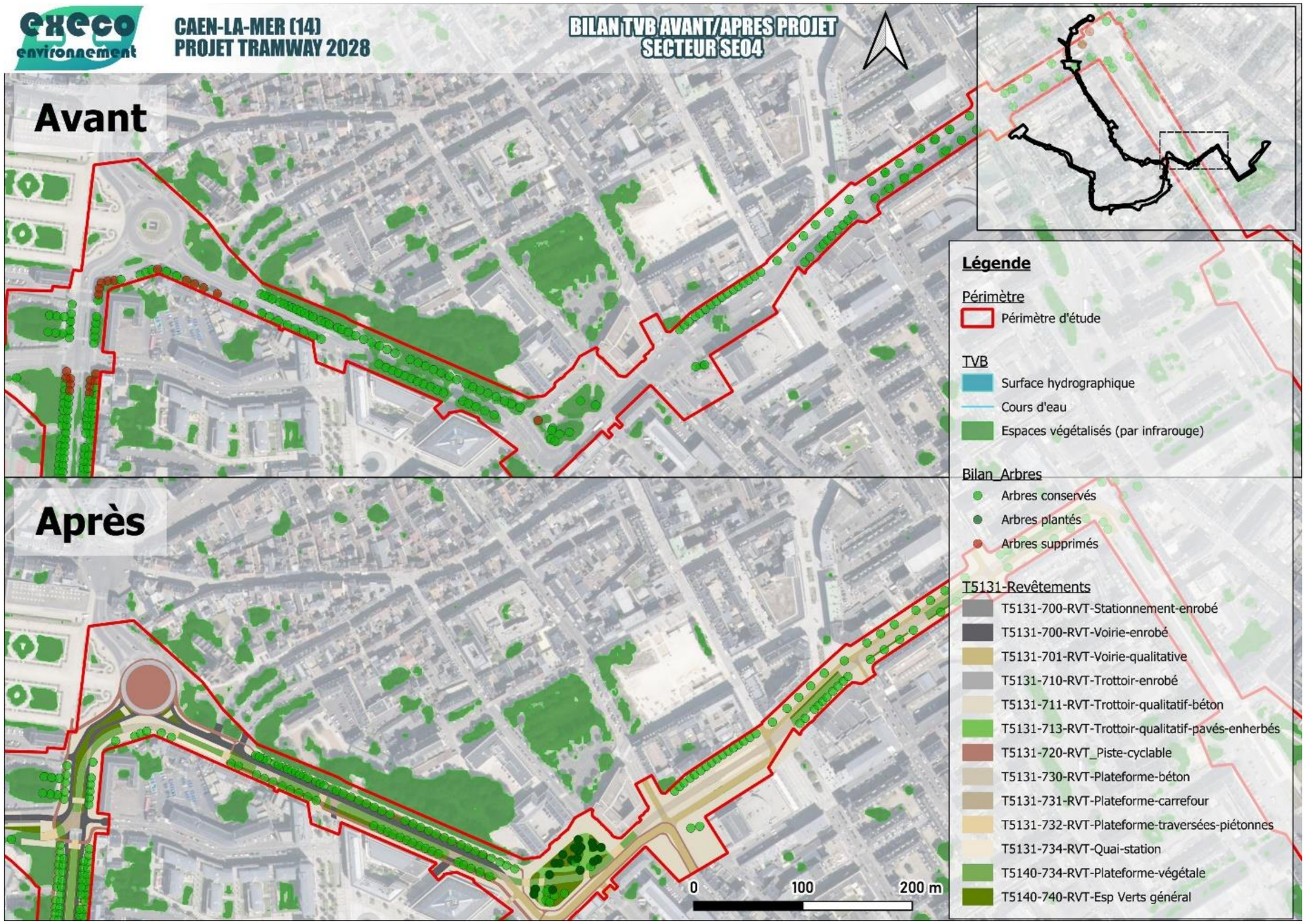
Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (source : ExEco Environnement)



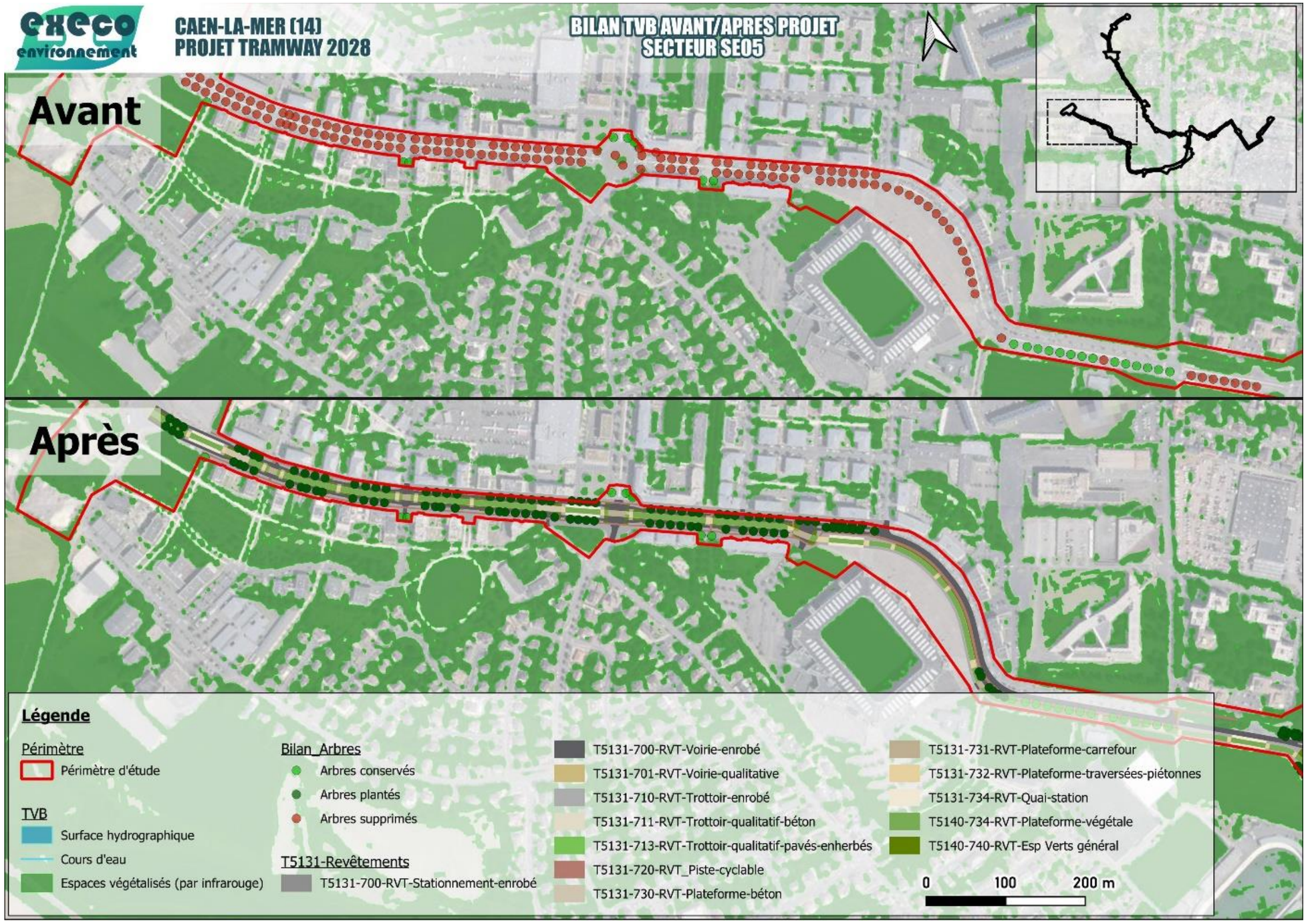
Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (source : ExEco Environnement)



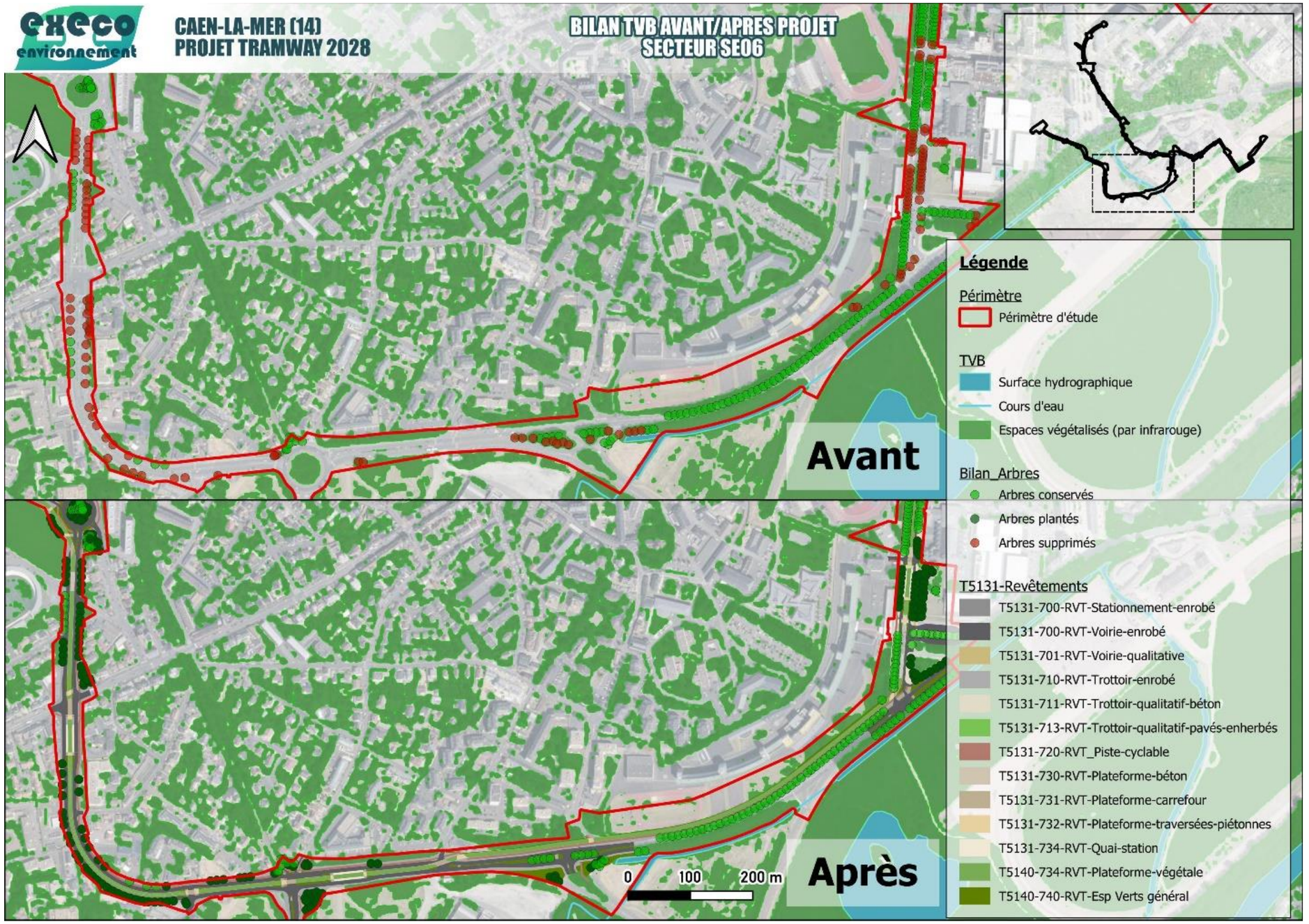
Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (source : ExEco Environnement)



Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (source : ExEco Environnement)



Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (source : ExEco Environnement)



Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (source : ExEco Environnement)

6. EFFETS DU PROJET SUR LES TERRES, LES SOLS, L'EAU ET LE CLIMAT

6.1. GEOLOGIE, SOL ET SOUS-SOL

6.1.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

6.1.1.1. Effets

Effets liés aux terrassements

Le projet s'inscrit intégralement en zone urbanisée. Du fait de la nature du projet (faibles décaissements au droit de la plateforme tramway), seules les couches géologiques superficielles seront impactées, étant donné que les travaux se feront essentiellement sur des infrastructures existantes.

Les déviations de réseaux, ainsi que la mise en place des massifs de lignes aériennes de contact, entraineront des décaissements plus profonds, mais ne seront pas de nature à impacter la géologie du secteur.

Ainsi, au regard des couches géologiques présentes et de la profondeur des décaissements, ce sont essentiellement des matériaux de remblais qui seront extraits pour la réalisation du projet.

Des matériaux d'apports seront nécessaires pour aménager les plateformes du tramway et les voiries (sous-couches, graves pour structure d'infiltration des eaux, etc…).

Les effets sur le sol et le sous-sol seront donc essentiellement liés aux zones concernées par les opérations de terrassements (opération de déblais/remblais) sur l'ensemble du linéaire.

Le bilan des déblais et des remblais dans le cadre de ce projet a été évalué. À ce stade des études, les volumes estimés sont de :

- Déblais : environ 140 000 m³ (dont environ 20 000 m³ de terre végétale) auxquels s'ajoutent environ 31 000 m³ de voirie démolie ;
- Remblais : environ 136 000 m³, dont environ 80 000 m³ de couche de forme d'apport, environ 18 000 m³ de remblais d'apport et environ 38 000 m³ de terre végétale.

Effets liés à la présence de carrières souterraines dans le secteur Beaulieu

Dans le secteur de Beaulieu (moitié Ouest du boulevard Georges Pompidou), un réseau de carrières souterraines est présent. Une étude géotechnique réalisée spécifiquement dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer indique que dans ce secteur la présence d'anomalie et/ou vestige d'un ancien puits peuvent apparaître en phase travaux. Un suivi des terrassements par un géotechnicien est recommandé en phase chantier.

Impact direct, temporaire avant proposition de mesures : modéré

6.1.1.2. Mesures

Pour réduire les effets du projet sur la topographie, la mesure suivante est proposée :

- R2.1c Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5.3. de la présente Partie 6.

Au niveau du secteur concerné par les carrières souterraines de Beaulieu, une mesure de suivi des terrassements par un géotechnicien sera mise en œuvre en phase chantier (cf. chapitre 13.1 de la Partie 6).

6.1.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels par rapport au sol et au sous-sol pendant les travaux sont considérés comme négligeables.

Impact résiduel : négligeable

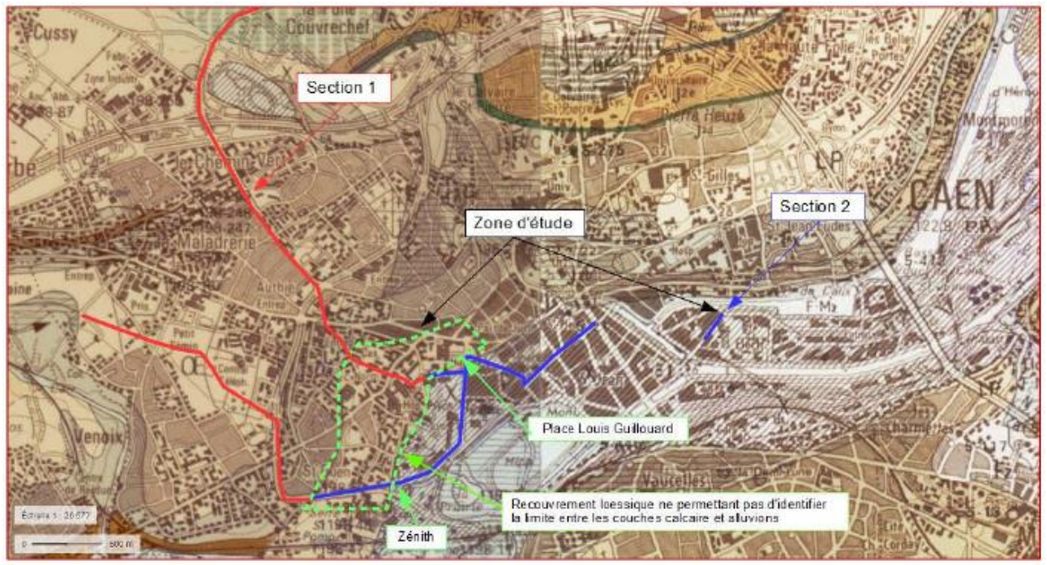
6.1.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

6.1.2.1. Effets

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50 000ème de Caen montre que la zone de projet se situe au niveau des formations suivantes :

- La section 1 est caractérisée par des dépôts limoneux quaternaires sur calcaire jurassique (toute formation confondue) ;
- La section 2 est caractérisée par un contexte géologique de remblais sur complexe alluvionnaire de l'Orne, reposant sur le substratum marno-calcaire. Sur la transition avec la plaine alluviale de l'Orne, on peut s'attendre à rencontrer en tête des matériaux loessiques recouvrant les alluvions.

La carte géologique mentionne clairement la présence de remblais au droit de la section 2. On s'attend également à en rencontrer en tête sur la section 1 étant donné le contexte urbain du site étudié et les problématiques d'anciennes carrières à ciel ouvert remblayées boulevard André Détolle et rue Damozanne.



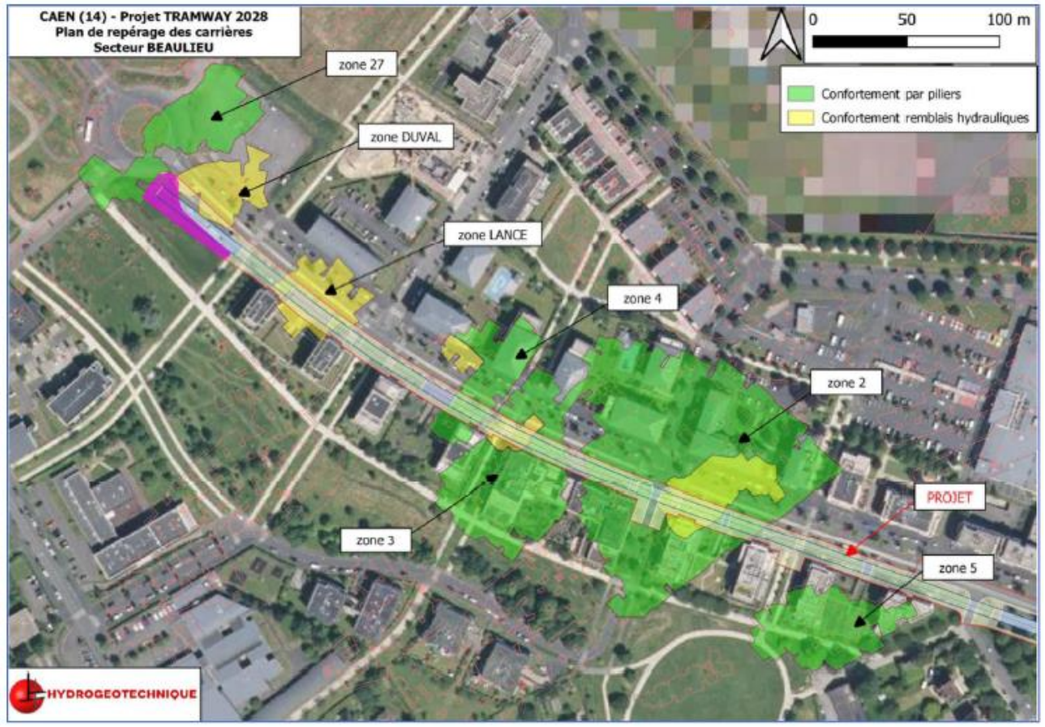
Découpage en sections du tracé selon la carte géologique (source : Hydrogéotechnique Nord)

Précisément, au niveau du réseau de carrières souterraines dans le secteur de Beaulieu (moitié Ouest du boulevard Georges Pompidou), une étude géotechnique a été réalisée dans le cadre du projet d'extension du tramway.

Ces carrières ont fait l'objet d'un confortement dans les années 1990, par remblaiement, par remblaiement et injection de clavage, et par piliers.

L'étude géotechnique réalisée visait d'une part, à vérifier l'efficacité du comblement dans les zones remblayées, et d'autre part, à déterminer s'il peut y avoir une propagation de vibrations dans les zones confortées par piliers.

Le toit des galeries se situe entre 8,50 et 11 m de profondeur.



Plan de repérage des zones confortées au niveau des carrières dans le secteur Beaulieu et de l'emprise du projet (source : Hydrogéotechnique Nord)

L'étude géotechnique et l'étude vibratoire spécifiques montrent la stabilité des carrières et l'absence de nécessité de confortement supplémentaire.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : négligeable

6.1.2.2. Mesures

Aucune mesure de réduction relative à cette thématique n'est nécessaire.

Un suivi des ouvrages du tramway est proposé pour prévenir toute apparition de déformation au passage de ces anciennes carrières souterraines. Cette mesure de suivi est présentée au chapitre 13.2 de la Partie 6.

6.2. TOPOGRAPHIE

6.2.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

6.2.1.1. Effets

Les aménagements nécessitent des terrassements (déblais/remblais), afin d'adapter le tracé des futures voies de tramway à la topographie du site.

Le projet consiste en la majeure partie en un réaménagement des voiries existantes, en se rapprochant au plus près de la topographie actuelle. La plupart des aménagements se font au niveau du terrain naturel dans un contexte déjà urbanisé et ne nécessitent pas de décaissement important.

À terme, de façon définitive, des modifications très localisées et de faible ampleur de la topographie sont notées dans les secteurs suivants :

- Pour l'édification du mur au niveau du lycée Malherbe : remblai de 2 mètres ;
- Pour l'édification du mur au niveau du quartier Lorge : remblai de 2 mètres ;
- Pour la rampe Sud d'accès à l'ouvrage d'art de franchissement du périphérique de Caen : remblai de 1 mètre ;
- Au Sud de la station Molière : remblai de 50 cm ;
- Au niveau de la maison du Général : déblai de 1m ;
- Au niveau de la Cité de l'air, au Nord de la rue du Capitaine Boualam : remblai de 1 mètre ;
- À l'intérieur du giratoire de Zénith, déblai de 70 cm.

Les parkings-relais s'inscrivent également au plus près de la topographie actuelle.

Aucun décapage ou terrassement important du sol n'est nécessaire pour la réalisation des aménagements liés à l'extension du tramway de Caen la mer.

Impact direct, temporaire et permanent avant proposition de mesures : modéré

6.2.1.2. Mesures

Pour réduire les effets du projet sur la topographie, la mesure suivante est proposée :

- R2.1c Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5.3. de la présente Partie 6.

6.2.1.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en place de cette mesure de réduction, les effets résiduels sur la topographie sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

6.2.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

6.2.2.1. Effets

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer n'a pas d'impact sur la topographie en phase d'exploitation.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : nul

6.2.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est nécessaire.

6.3. EAUX SOUTERRAINES

6.3.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

6.3.1.1. Effets

En phase travaux, plusieurs interventions peuvent engendrer des impacts quantitatifs sur les eaux souterraines :

- Les remblais majeurs pouvant induire des tassements de sol et nuire aux écoulements souterrains ;
- Les déblais pouvant entrer en contact avec la nappe et nécessiter des pompages ou rabattement temporaires en phase travaux.

Les déblais réalisés (environ 136 000 m³) sont plus importants que les remblais (environ 170 000 m³). Une part importante des déblais est réalisée au niveau des voiries existantes et consiste en grande partie à retirer la couche de forme et à optimiser le profil en long du projet.

Du point de vue quantitatif, les travaux prévus ne seront pas de nature à avoir une incidence sur les conditions d'alimentation de la nappe.

Néanmoins, le creusement des fouilles lors des travaux pour la déviation des réseaux et pour les massifs des poteaux de la Liaison Aérienne de Contact (LAC) pourra être plus profond, avec des risques de venues d'eau dans les zones sensibles aux remontées de nappe (en particulier dans le secteur de la Presqu'île).

Du point de vue qualitatif, les risques vis-à-vis de la ressource en eau et des sols sont essentiellement liés :

- Aux installations de chantier : risque de pollution par rejets directs d'eaux de lavage, d'eaux usées, etc. ;
- Aux risques de pollution par une mauvaise gestion des déchets ;
- Aux produits polluants susceptibles d'être manipulés ou stockés (hydrocarbures, peintures, etc.) ;
- Aux incidents de chantier (lors d'approvisionnement en hydrocarbures, en cas de fuites d'engins, etc.).
- Aux risques de remontée de nappe.

Compte-tenu de la nature des travaux projetés et la vulnérabilité de la nappe, les risques de pollution des eaux souterraines en période de travaux ne sont pas à négliger.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Une étude hydrogéologique a été réalisé en novembre 2024 afin d'évaluer les incidences sur la ressource en eau souterraine du décaissement compensatoire ainsi qu'une campagne géophysique de détermination de la couche argileuse en place (joint au présent mémoire). L'épaisseur de 6 m d'argiles confère une protection de la ressource au droit du périmètre de protection rapprochée des captages d'eau potable et cet horizon argileux est continue entre la zone d'étude et les captages.

L'action de déblaiement envisagée sur la zone d'étude en tant que mesure de compensation dans le cadre des travaux du tramway ne devrait pas impacter l'exploitation des captages d'eau potable.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : moyen

6.3.1.2. Mesures

Pour réduire les risques de pollution des eaux souterraines en phase travaux, la mesure suivante est proposée :

- R2.1d – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier

Cette mesure de réduction est détaillée au chapitre 6.6.1. de la présente Partie 6.

Les mesures de réduction des effets sur les eaux souterraines en phase travaux sont également celles concernant les eaux superficielles.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Par ailleurs, lors de la phase travaux, la mise en place de mesures de gestion des eaux de ruissellement du chantier permettra de s'assurer de l'absence de rejet vers le périmètre de protection rapprochée des captages d'eau potable, au travers d'une exigence contractuelle fixée aux titulaires des marchés de travaux intervenant sur la zone concernée. Cette absence de rejet pourra notamment passer par la mise en place de dispositifs provisoires sur le chantier pour la collecte des eaux pluviales, le rejet vers le réseau pluvial communautaire (dans la limite des débits autorisés), ou la rétention éventuelle.

En zone de protection rapprochée des captages d'eau potable, des prescriptions particulières seront mise en œuvre afin d'éviter tout impact sur la ressource en eau.

6.3.1.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en place de cette mesure de réduction, les effets résiduels sur les eaux souterraines en phase travaux sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

6.3.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

6.3.2.1. Effets

Le projet occasionnera des perturbations réduites sur le sous-sol qui n'entraîneront aucune conséquence directe sur les écoulements souterrains sous-jacents.

Le projet consiste en la création d'une plateforme de tramway et des aménagements accompagnant cette nouvelle infrastructure. Les risques de pollutions chroniques ou encore accidentelles ne sont pas augmentés, ces différents aménagements étant accompagnés d'ouvrages de récupération et d'infiltration des eaux pluviales lorsqu'ils le nécessitent.

Étant donné que le projet s'inscrit sur des voiries existantes, l'aménagement va permettre de désimperméabiliser des surfaces actuellement revêtues, par l'aménagement d'espaces végétalisés (création d'espaces verts et enherbement d'environ 80% du linéaire de plateforme du tramway).

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

De plus, le secteur du périmètre des trois captages d'eau potable de la Prairie n'est pas favorable à des mesures d'infiltration compte-tenu de la proximité de la nappe et du captage. De fait, durant la phase d'exploitation, l'ensemble des eaux pluviales des secteurs environnant du périmètre de protection rapprochée des captages sera collecté et rejeté dans le réseau pluvial communautaire.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : faible

6.3.2.2. Mesures

Pour réduire le risque de pollution des eaux souterraines en phase exploitation, les mesures suivantes sont proposées :

- E3.2a - Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires
- R2.2q - Solutions techniques pour la gestion des eaux pluviales en phase exploitation selon les zones favorables ou défavorables à l'infiltration – Gestion du risque de pollution accidentelle

Ces mesures sont détaillées au chapitre 6.6.2. de la présente Partie 6.

6.3.2.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en place de ces mesures de réduction, les effets résiduels sur les eaux souterraines en phase exploitation sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

6.4. EAUX SUPERFICIELLES

6.4.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

6.4.1.1. Effets

La période de chantier est toujours une phase délicate, car elle est source de nuisances pour les milieux aquatiques. En effet, l'existence d'un réseau d'assainissement relié directement à un cours d'eau peut entraîner une dégradation indirecte de qualité du milieu aquatique situé à l'aval de ce réseau.

L'Orne, traversée deux fois par les lignes existantes du tramway au niveau des ponts Winston Churchill (lignes T1, T2 et T3) et Alexandre Stirn (ligne T1), et le bassin Saint-Pierre (ligne T2 qui traverse le pont de l'Écluse), sont les uniques cours d'eau concernés par le projet, mais où aucun aménagement n'est prévu en ces endroits, ne modifiant ainsi aucunement l'état actuel.

En revanche, il est à relever la proximité du canal de l'Orne à la mer le long de l'avenue Victor Hugo au niveau du terminus existant « Presqu'Île » de la ligne T2, où le projet d'extension du tramway de Caen la mer prévoit un allongement du terminus d'environ 130 m afin de permettre le stockage temporaire d'au moins 4 rames de tramway. Ces travaux seront réalisés depuis l'avenue Victor Hugo, sur l'espace vert en tête de talus, et n'auront pas donc pas d'impact sur les berges du canal.

Les pollutions générées, généralement ponctuelles et temporaires, peuvent avoir plusieurs origines :

- Le lessivage des zones en cours de terrassements (apport de matières en suspension) ;
- La formation de matières en suspension issues des stocks de matériaux ou de la circulation des engins ;
- Le rejet direct d'eaux de lavage ou d'eaux usées provenant des installations de chantier ;
- L'utilisation des matériaux de construction (ciment, béton, sables, graviers, plastiques, bois, …) ;
- L'utilisation des produits à base d'hydrocarbures entrant dans la composition des matériaux de chaussées (bitumes, enrobés…), lors de la mise en œuvre des enrobés ;

- Une mauvaise gestion des déchets ;
- Les éventuels rejets d'hydrocarbures provenant des engins de travaux publics, en cas de fuite, lors de leur ravitaillement ou leur entretien.

Les risques de pollution les plus importants sont toutefois notés en période de préparation de chantier. Cette période correspond principalement au décapage du terrain, et sera limitée dans le temps.

La réalisation d'un chantier à proximité d'un cours d'eau ou à proximité d'un réseau d'assainissement qui se déverse dans un cours d'eau (même à grande distance) peut entraîner des risques de pollution des eaux, principalement liés au fonctionnement des engins de chantier et au risque de pollution accidentelle.

Lors des travaux de construction des infrastructures du tramway et des aménagements connexes, le chantier nécessitera des apports d'eau pour les usages et opérations suivants :

- Bases-vie du chantier : alimentation en eau potable, WC et douches ;
- Ponctuellement en phase de terrassements, les matériaux utilisés pour les remblais, issus des sols superficiels, pourront nécessiter un arrosage avant leur mise en œuvre (compactage) ;
- Nettoyage des engins.

Tous les besoins en eau du chantier seront satisfaits par une alimentation à partir du réseau d'eau potable existant. Aucun prélèvement ne sera réalisé dans les eaux superficielles.

Il existe par ailleurs un impact potentiel de modification de l'écoulement des eaux superficielles (interception ou stagnation des eaux) au niveau des zones nouvellement terrassées et imperméabilisées dans l'attente de la mise en place du système de gestion des eaux pluviales.

Impact direct et temporaire avant proposition de mesures : moyen

6.4.1.2. Mesures

Pour réduire les risques de pollution des eaux superficielles en phase travaux, la mesure suivante est proposée :

- R2.1d – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier

Cette mesure de réduction est détaillée au chapitre 6.6.1. de la présente Partie 6.

6.4.1.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en place de cette mesure de réduction, les effets résiduels sur les eaux superficielles en phase travaux sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

6.4.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

6.4.2.1. Effets

Hormis le canal de l'Orne à la mer, localisé en bordure au niveau de l'avenue Victor Hugo, le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne traverse aucun écoulement superficiel.

Aucun impact sur l'écoulement d'un cours d'eau n'est attendu.

- **Effets quantitatifs**

Bien que de nouvelles surfaces vont être imperméabilisées, le projet dans son ensemble conduit grandement à une végétalisation d'espaces actuellement artificialisés.

Les données d'imperméabilisation/végétalisation selon les secteurs de projet, sont présentées dans le tableau suivant :

	Surfaces emprises projet	Surface végétalisées existantes	Surfaces végétalisées projetées (y-compris plateforme du tramway)
SE01	**53 543,00**	17 390,20	15 349,65
SE02	**47 770,00**	7 994,38	12 339,98
SE03	**42 497,00**	8 547,33	12 017,17
SE04	**49 095,00**	4 433,00	10 707,27
SE05	**60 591,00**	5 191,28	17 047,00
SE06	**119 252,00**	22 367,46	31 266,92
SE07	**1 929,00**	855,12	773,91
SE08	**1 643,00**	734,40	556,23
SE09	**3 832,05**	1 767,00	721,00
TOTAL	**380 152,05**	**69 280,17**	**100 779,13**

Le projet induit donc localement de nouvelles surfaces imperméabilisées, mais à l'échelle globale, le projet entraîne une augmentation des surfaces végétalisées de 3,15 ha, soit une augmentation de 8.3 % par rapport à la situation actuelle, permettant localement, dans les secteurs où cela est permis, l'infiltration des eaux dans le sol.

La végétalisation de la plateforme du tramway (sur environ 80% de son linéaire) en surface est positive, car elle permet de ralentir les concentrations d'eaux pluviales rejetées dans le réseau séparatif existant de la collectivité (réseau de collecte des eaux pluviales. L'engorgement des réseaux de collecte des eaux pluviales peut en effet être à l'origine d'importantes inondations lorsque les capacités de transit sont insuffisantes.

Étant donné que le projet s'inscrit en milieu urbain, il est considéré qu'il n'intercepte pas de bassin versant voisin. Ainsi, seules les eaux de ruissellement des surfaces directement aménagées dans le cadre du projet feront l'objet d'une gestion adaptée des eaux pluviales.

- **Effets qualitatifs**

Une pollution chronique, mais mineure, peut être générée par le tramway. La circulation du tramway, contrairement au trafic automobile, ne produit ni rejet de particules de combustion, ni particules polluantes par usure du revêtement de la voirie et des pneumatiques.

Quelques effets mineurs peuvent néanmoins être signalés :

- le tramway relâche un peu de sable utilisé lors du freinage et lors des accélérations au démarrage afin d'augmenter l'adhérence. Ce sable, utilisé en faibles quantités, est un matériau propre, non polluant, mais susceptible de constituer de faibles quantités de matières en suspension entraînées par les eaux de pluie vers le réseau d'assainissement ;
- des éléments métalliques (rails …) peuvent être soumis à la corrosion ;
- l'utilisation d'huile dans les courbes serrées pour limiter le crissement. Cette huile est injectée en faible quantité (quelques gouttes) par le matériel roulant au niveau des roues, le système se déclenche automatiquement à l'approche des courbes sensibles.

La pollution accidentelle correspond au risque aléatoire d'un déversement sur la voirie de produits toxiques, polluants ou dangereux, à la suite d'accidents de la circulation, notamment ceux impliquant des poids-lourds transportant de tels produits. Les produits mis en cause sont, dans la majorité des cas, des hydrocarbures, des substances organiques ou des acides.

Cependant, l'impact potentiel apparaît mineur :

- le tramway ne comportant pas de réservoir de carburant et ne transportant aucun produit dangereux, ce type de pollution accidentelle ne pourrait avoir pour cause qu'une fuite d'huile suite à un accident ou une défaillance du matériel roulant, soit une pollution de très faible volume et très limitée dans le temps ;
- les possibilités d'accidents de la circulation avec le tramway, impliquant des véhicules susceptibles de transporter des matières dangereuses, représentent un risque faible en zone urbaine ;
- des accidents de la circulation avec le tramway en zone urbaine vont surtout concerner des véhicules légers, représentant un risque faible de pollution.

Toutefois, dans le cadre de ce projet, les eaux de ruissellement rejoignant les eaux superficielles via les réseaux de collecte des eaux pluviales, sont moins importantes et donc entraîneront moins de polluants qu'à ce jour.

En ce qui concerne la pollution saisonnière, celle-ci est limitée en hiver, à l'usage du salage en cas de neige ou de verglas, sur les voiries routières (cela est déjà le cas actuellement). La plateforme du tramway n'est pas concernée par l'application de sel en cas de neige ou de verglas.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : faible

6.4.2.2. Mesures

Pour la gestion des eaux pluviales du projet et pour réduire le risque de pollution des eaux superficielles en phase exploitation, les mesures suivantes sont proposées :

- E3.2a – Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires
- R2.2q – Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales

Ces mesures sont détaillées au chapitre6.6.2. de la présente Partie 6.

6.4.2.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en place de ces mesures de réduction, les effets résiduels sur les eaux superficielles en phase exploitation sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

6.5. CLIMAT

6.5.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

6.5.1.1. Effets

Le projet n'aura pas d'effet sur le climat en phase travaux.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : nul

6.5.1.2. Mesures

Aucune mesure de réduction relative à cette thématique n'est nécessaire.

6.5.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

6.5.2.1. Effets

Le projet apporte une amélioration en réduisant la croissance usuelle du trafic automobile grâce à une amélioration de la desserte en transport en commun et des modes actifs. Les effets induits du projet, à court moyen et long termes, seront de nature à limiter les émissions polluantes dues au trafic automobile. Ceci contribuera à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

De plus, le choix d'une plateforme enherbée pour le tramway, ainsi que les nombreuses plantations d'arbres réalisées dans le cadre du projet permettent de faire baisser les températures estivales et donc de lutter contre les îlots de chaleurs urbains.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les alignements d'arbres le long des voies de tramway participent au rafraîchissement urbain, principalement du fait de l'ombrage qu'ils apportent. Le projet prévoyant une augmentation du nombre d'arbres en milieu urbain (cf. mesure C2.1i) et une augmentation du linéaire arbustif le long de la ligne de tramway, un gain sur le phénomène d'îlot de chaleur est attendu à terme.

Le potentiel d'ombrage des sujets plantés sera évidemment atteint après plusieurs années de croissance. Toutefois, la compensation des arbres abattus par des arbres plus nombreux, essentiellement localisés à proximité des arbres impactés, et complétés par des végétations basse ou intermédiaire permet au stade de la phase de réalisation du projet de limiter l'impact négatif de l'abattage des arbres.

De plus, les voies de tramway représentent un foncier mobilisable important pour adapter les secteurs urbains denses aux changements climatiques et améliorer le confort thermique des usagers. Une fois végétalisées, les voies de tramway peuvent devenir de véritables îlots de fraicheur et contribuer à réguler la température de l'air dans les zones urbaines. Cet effet positif est mobilisé immédiatement après la phase de réalisation du projet et contribue lui aussi à limiter l'impact négatif de l'abattage des arbres dans l'attente de la croissance des sujets plantés.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : positif

6.5.2.2. Mesures

Aucune mesure de réduction relative à cette thématique n'est nécessaire.

6.6. PRESENTATION DES MESURES RELATIVES AUX TERRES, AU SOL, A L'EAU ET AU CLIMAT

6.6.1. En phase travaux

6.6.1.1. R2.1d – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	**Code mesure : R21d**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☑ Faune et flore	☑ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ Population	☑ Sol
☑ Eau	☑ Habitats Naturels	☑ Biens matériels
☑ Patrimoine culturel et archéologique	☑ Continuités écologiques	☑ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☑ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☑ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Les mesures relatives à la protection des eaux souterraines et superficielles, pendant la période de chantier, sont liées à la prévention d'éventuelles pollutions par le rejet en surface ou par infiltration. Elles concernent la réduction des flux de matières en suspension, ainsi que la réduction des risques de pollution accidentelle.

Les Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE) élaborés avant le début des travaux doivent comporter des exigences élémentaires et/ou particulières en matière de protection de l'environnement durant la phase chantier :

- En début de chantier, une reconnaissance par des sondages à la pelle peu profonds devra être réalisée, après décapage de l'emprise, pour bien identifier les zones de purges, ainsi que les éventuels dépôts de matériaux impropres à la réutilisation qui auraient pu être réalisés lors de travaux antérieurs ;
- Un plan d'intervention ou d'alerte sera mis en place durant le chantier qui permettra aux entreprises et au Maître d'ouvrage d'être réactifs lors d'un accident de pollution. Les zones de chantier seront également équipées de kits de traitement ou d'intervention antipollution ;
- En-dehors des zones où cela est nécessaire, il sera veillé à limiter le décapage des terrains superficiels qui assurent une certaine protection des eaux souterraines ;

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	**Code mesure : R21d**

- Fixation des emplacements des aires de stationnement et d'entretien ;
- Imperméabilisation des aires de stockage et de manipulation des hydrocarbures et autres produits toxiques, et mise en place en aval de dispositifs de rétention associés à des équipements de collecte ceinturant le site (recueil et stockage des eaux météorites susceptibles de véhiculer les boues et/ou les hydrocarbures,, etc.). Ces aires seront aménagées en retrait des zones sensibles ;
- Ravitaillement en carburant des engins de chantier à l'aide de pompes à arrêt automatique et vidange effectuée par aspiration sur l'aire étanche prévue à ces effets ;
- Récupération et stockage des huiles usées et liquides hydrauliques dans des réservoirs étanches et évacués par un professionnel agréé ;
- Récupération des eaux de chantier avec un enlèvement ou un traitement avant rejet dans le milieu naturel ;
- Les eaux pluviales recueillies bénéficieront de l'assainissement des zones de chantier et les réseaux d'assainissement existant pourront être mis à profit. Des autorisations spéciales seront demandées auprès des gestionnaires de réseaux ;
- Autant que possible, les plus gros travaux de terrassements, ainsi que les travaux d'enrobés se feront hors période pluvieuse ;
- Pendant les terrassements et en période sèche, aspersion d'eau sur le sol afin de fixer les poussières soulevées par les véhicules de chantier circulant sur les accès et aires non enrobées, dans le but de ne pas entrainer trop de matières en suspension ;
- Les différents matériaux ou produits seront stockés selon les réglementations en vigueur ;
- Récupération des déchets de tous types et évacuation vers des filières de valorisation ou d'élimination dûment autorisées, et remise en état du site à l'achèvement des travaux.

Ae En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

- Mise en place de mesures de gestion des eaux de ruissellement du chantier permettra de s'assurer de l'absence de rejet vers le périmètre de protection rapprochée des captages d'eau potable, au travers d'une exigence contractuelle fixée aux titulaires des marchés de travaux intervenant sur la zone concernée. Cette absence de rejet pourra notamment passer par la mise en place de dispositifs provisoires sur le chantier pour la collecte des eaux pluviales, le rejet vers le réseau pluvial communautaire (dans la limite des débits autorisés), ou la rétention éventuelle.

Les prescriptions suivantes de l'étude hydrogéologique seront intégrées aux marchés de travaux concernés pour les travaux en zone de protection rapprochée des captages d'eau potable :

- Ne pas excaver les argiles qui confèrent une protection relative de la nappe au droit du périmètre de protection rapprochée ;

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	**Code mesure : R21d**

- Favoriser les travaux à mi-saison ou en étiage lorsque les niveaux d'eau sont plutôt bas ;
- Coordonner les différents services de la ville de Caen et de Caen la mer qui gèrent le site directement ou indirectement en lien avec la protection des captages et la lutte contre les inondations.

Celles-ci seront complétées des prescriptions suivantes :

- Adaptation à la météo des jours retenus pour procéder aux travaux, pour éviter le lessivage en période pluvieuse. Les eaux de ruissellement ne devront pas être une source de pollution pour la ressource en eau ;
- Le stationnement de machines, engins ou véhicules de chantier à proximité des forages sera réduit au strict nécessaire et se faire de façon à éviter tout rejet (notamment d'hydrocarbures) en direction des forages ;
- Prise des mesures visant à la rétention de produits polluants pouvant être déversés de manière accidentelle (cuves de rétention, bâches étanches…)
- Des kits absorbants anti-pollution équiperont les engins en cas de pollution accidentelle pour neutraliser au plus vite les produits répandus ;
- L'évacuation des déchets fera l'objet de toutes les précautions possibles, vers les filières adaptées.
- En cas d'incident ou de pollution accidentelle, pouvant impacter les eaux souterraines et la ressource en eau potable, les services d'Eau du Bassin Caennais et de son exploitant Eaux de Normandie, seront rapidement informés, ainsi que l'ARS (unité santé environnement du Calvados), pour la mise en place de mesures conservatoires. Le déroulement des opérations fera l'objet d'une surveillance accrue pour vérifier le respect des recommandations.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Étude de conception pour le dimensionnement des différents dispositifs. Les dispositifs retenus doivent être adaptés au cas par cas et feront l'objet d'une surveillance régulière. Il sera nécessaire d'être attentif pour que cette mesure n'engendre pas d'incidences supplémentaires. Il s'agira notamment de bien veiller à ce que ces dispositifs ne modifient pas les conditions d'écoulement des eaux en milieu terrestre.

Les dispositifs doivent être mis en place avant le début des travaux. Ces dispositifs seront temporaires et retirés en fin de chantier.

Une attention doit être portée à ne pas créer d'obstacles majeurs à l'écoulement des eaux pluviales.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	**Code mesure : R21d**

Les kits anti-pollution seront adaptés au cas par cas en fonction des risques de pollution accidentelle identifiés et feront également l'objet d'une surveillance régulière (kit complet, adapté et fonctionnel).

Modalités de suivi de la mesure

Désignation d'un coordonnateur sécurité.

Vérification avant la mise en service et maintenance périodique des dispositifs au cours des travaux.

Demande aux entreprises du document de vérification générale périodique.

Tableau de bord recensant les fiches d'analyse d'accident. Partage de ces fiches à l'ensemble des intervenants du chantier et intégration du retour d'expérience associé.

egis

6.6.2. En phase exploitation

6.6.2.1. E3.2a – Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Nom de la mesure : Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires	**Code mesure : E32a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☑ **Faune et flore**	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☑ **Sol**
☑ **Eau**	☑ **Habitats Naturels**	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☑ **Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs**	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Nom de la mesure : Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires	**Code mesure : E32a**

Par cette mesure, le maître d'ouvrage s'engage à ne pas recourir à des produits phytosanitaires pour l'entretien de l'emprise du projet (zones végétalisées du tramway).

En effet, l'entretien des surfaces enherbées, ainsi que des aménagements paysagers de la plate-forme et des espaces associés, se fera selon des techniques non polluantes. L'utilisation de produits phytosanitaires sera proscrite, afin de protéger les ressources en eau. Ceci s'inscrit dans le cadre de la démarche « 0 pesticide » dans laquelle s'est engagée la Communauté urbaine Caen la mer.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de coordination.

Modalités de suivi de la mesure

Vérification de la conformité de la réalisation du projet avec les éléments prévisionnels figurant dans le dossier de demande.

Vérification de l'absence de polluant par des mesures adaptées.

Tableau de suivi des actions d'entretiens avec descriptif technique des moyens employés.

egis

6.6.2.2. R2.2q – Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	**Code mesure : R22q**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☑ **Population**
- ☐ Sol
- ☑ **Eau**
- ☑ **Habitats Naturels**
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	**Code mesure : R22q**

Coût estimatif : 2 300 000 € HT

Description de la mesure

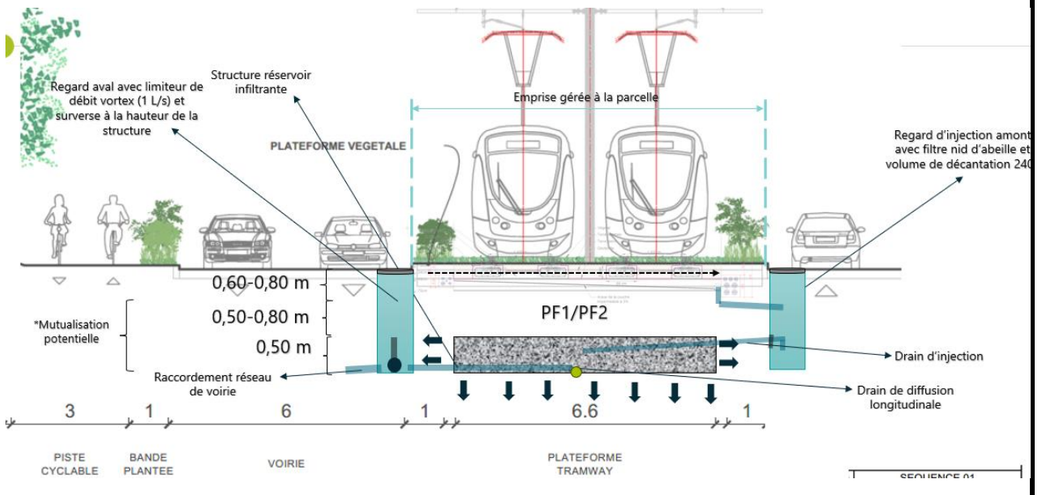
Dans le cadre des aménagements du projet, la gestion des eaux pluviales est conçue pour respecter les prescriptions du zonage d'assainissement pluvial de la Communauté urbaine Caen la mer. Celui-ci définit les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement. La gestion des eaux pluviales sera donc spécifique selon les zones défavorables ou favorables à l'infiltration.

Le zonage établit que le potentiel et la faisabilité d'infiltration doivent être confirmés par une étude systématique comprenant une reconnaissance du sol, essais in situ de la perméabilité et l'étude des contraintes liées à l'infiltration pour adapter et dimensionner les ouvrages d'eaux pluviales en conséquence.

Soutions techniques en fonction des zones

Concernant la **stratégie de gestion des eaux pluviales en zone défavorable à l'infiltration**, les parties de la plateforme du tramway en « voies vertes » (voies sur longrines) permettront d'améliorer l'existant car elles constituent un stockage avant rejet.

La structure de ces infrastructures est présentée dans le schéma ci-dessous.



Les objectifs précisés dans les documents de Caen la mer sont pris en considération pour le dimensionnement des structures de voie telles que la structure réservoir, dont l'épaisseur est d'environ 50 cm. Le dimensionnement est réalisé au moyen d'outils de calcul de Caen la mer et de la société d'ingénierie egis qui permettent de modéliser le schéma représenté ci-dessus.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	**Code mesure : R22q**

L'eau de pluie sera stockée avant rejet dans une couche de GNT appelée « structure réservoir ». Il est considéré une capacité de rétention de la structure réservoir de 30%, dont la réduction des rejets d'eau de 30% à 90% est calculée suivant les coefficients de Montana de la région de Caen.

Les parties en voie béton (implémentées dans les carrefours routiers et traversées piétonnes contiguë ainsi qu'en dalle flottante) mais surtout les voies sur longrines stockent une partie de l'eau de pluie qui est ensuite injectée dans la structure réservoir située sous la plateforme.

Le dispositif décrit ci-dessus sera implémenté **dans les zones favorables à l'infiltration** telle que définie dans les documents techniques de Caen la mer c'est-à-dire sur environ la moitié du linéaire.

La situation sera améliorée par rapport à l'existant, du fait de la **réduction globale des surfaces imperméabilisées** (réduction des surfaces de voiries actuellement en enrobés). La rétention avant rejet dans le réseau de collecte des eaux pluviales sera fortement améliorée.

Globalement, la surface imperméable de plateforme sera réduite par rapport à l'existant. Cette réduction prendra en compte l'implémentation de surface de plateforme tramway d'une part, et la mise en œuvre des espaces verts d'autre part. La capacité actuelle des exutoires est donc suffisante – sauf cas spécifique du secteur Chemin Vert où des travaux d'amélioration seront intégrés au projet tramway. Ces améliorations spécifiques consisteront en la mise en œuvre de bassin de stockage, préconisée dans les audits du réseau.

En synthèse, les zones suivantes sont considérées comme favorables à l'infiltration :

- De la station Saint-Contest Athéna à la station Dunois : entre l'avenue du Maréchal Montgomery et le boulevard Dunois ;
- De la station Haie-Vigné à la station Caponière : entre la rue de la Haie Vigné et la rue Caponière ;
- De la station Stade d'Ornano à la station Zénith : entre la rue des Coutures et la rue de Québec.

Dans le cadre de ce projet, 21 essais de perméabilité ont été effectués. Globalement, les matériaux sont relativement peu perméables. La perméabilité moyenne est de $5{,}5.10^{-7}$ m/s.

En zone favorable à l'infiltration, les eaux pluviales de la plateforme tramway seront gérées par infiltration et régulation à la parcelle pour une pluie cinquantennale. La gestion cinquantennale s'accompagne d'un débit de fuite selon les valeurs autorisées par le règlement d'assainissement de Caen la mer.

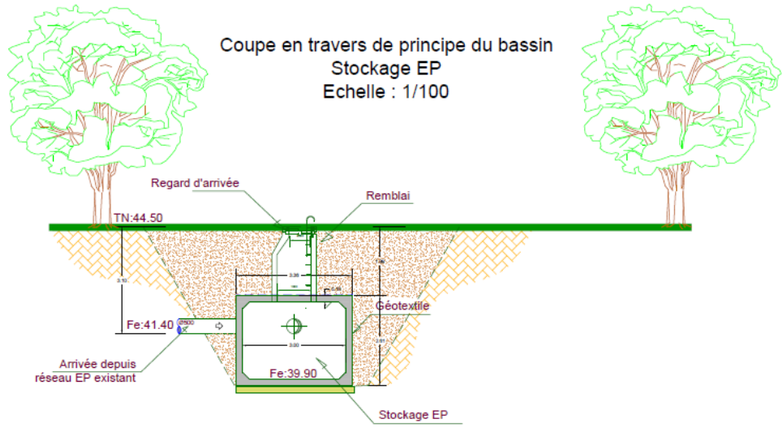
Les ruissellements des autres surfaces (voiries, parkings, trottoirs) continueront à être évacués vers le réseau pluvial de la ville.

Par ailleurs, la création d'emprises enherbées supplémentaires le long des voiries permettra, en fonction des contraintes techniques notamment d'altimétrie, de recueillir les ruissellements latéraux directs et permettra l'infiltration des eaux. Ainsi les surfaces génératrices de ruissellement qui actuellement rejoignent directement le réseau pluvial de la ville sans tamponnement seront diminuées.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	**Code mesure : R22q**

Bassins de rétention des eaux pluviales dans le quartier du Chemin Vert

Afin de mieux gérer les risques de saturation du réseau d'eaux pluviales au niveau du quartier du Chemin Vert, il est prévu la mise en place de deux bassins de rétention enterrés. Au stade actuel des études, le volume de rétention est évalué à 600 m³. Son dimensionnement précis sera précis dans le cadre de la procédure au titre de la loi sur l'eau qui sera menée ultérieurement. La possibilité d'infiltrer davantage les eaux pluviales est également à l'étude.



Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Étude de conception pour le dimensionnement des dispositifs.

Procédure de déclaration au titre de la loi sur l'eau à instruire après l'obtention de la Déclaration d'Utilité Publique du projet.

Modalités de suivi de la mesure

Vérification avant leur mise en service et maintenance périodique des dispositifs.

7. EFFETS DU PROJET SUR LES BIENS MATERIELS, LES ACTIVITES HUMAINES, ET MESURES

7.1. ÉQUIPEMENTS, COMMERCES ET SERVICES

7.1.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

7.1.1.1. Effets

Effets généraux sur les équipements et les commerces en phase travaux

Pendant la période de travaux, l'accessibilité à certains équipements, qu'ils soient administratifs, de santé, d'enseignement, sportifs, culturels, pourra être réduite ou nécessiter temporairement de nouveaux itinéraires ou de nouveaux accès. Il en sera de même pour les activités de commerces ou les habitations.

Ces impacts seront toutefois temporaires, limités dans le temps à l'adaptation des voies adjacentes aux établissements.

Le phasage des travaux est également un moyen de limiter les nuisances temporaires.

De manière générale, le projet peut présenter des incidences sur les équipements et les commerces situés aux abords des zones de travaux en lien avec :

- Des difficultés de stationnement et d'accès à ces équipements et aux commerces durant les travaux (secteur du centre commercial de la Halle Molière quartier du Chemin Vert, des commerces et services du boulevard Georges Pompidou ou de la rue de Bernières, etc.), aussi bien pour les usagers que pour les personnes travaillant dans ces commerces et les livraisons qui en découlent, et donc un report possible de la clientèle vers des sites plus accessibles ;
- Les nuisances générées par le chantier (bruit, vibrations, poussières, pollution lumineuse, etc.) qui peuvent perturber leur fonctionnement.

Par conséquent, la population des quartiers traversés par le projet (centre ancien de Caen, Saint-Ouen, Haie Vigné, Beaulieu, Chemin Vert, Venoix, Bas-Venoix et Prairie) sera impactée par les travaux et les circulations induites des engins de chantier. L'impact du projet sera fort à proximité des secteurs habités, mais limité dans le temps à la période de travaux.

Les effets sont à court terme et liés aux modifications suivantes, qui peuvent intervenir de façon momentanée ou prolongée selon les cas :

- Déviation de la circulation générale ;
- Limitation des accès des véhicules, notamment les poids-lourds et les véhicules de livraison ;
- Modification des lignes ou des arrêts de bus ;
- Réduction ou suppression de places de stationnement ;
- Détérioration provisoire des voiries engendrant des difficultés d'accès pour les piétons, les vélos et les véhicules des clients ;
- Présence des engins de chantier ;
- Modification de la visibilité des commerces.

Effets du projet sur le lycée Malherbe en phase travaux

Le passage du tramway impacte la parcelle OC15, propriété de la Région au niveau du lycée Malherbe, et plus particulièrement la piste d'athlétisme et entrée/sortie de l'établissement.

Globalement, pendant les travaux, le projet aura un impact sur la vie du lycée, l'enseignement (examens, sport), avec des enjeux sur l'espace extérieur disponible, les nuisances du chantier, les équipements sportifs et la modification des accès. A ce stade des études, la durée des travaux de restitution des fonctionnalités (reconstitutions riveraines et mur de soutènement au niveau du lycée Malherbe) est estimée à un an environ.

Effets du projet sur l'Établissement Public de Santé Mentale de Caen en phase travaux

Le projet d'extension du tramway impacte le fonctionnement et certaines activités de l'EPSM de Caen. En effet, le projet traverse l'EPSM, sépare les bâtiments Jamet (soins) et Sainte-Bernadette (désaffecté) du reste du site, et nécessite la démolition du bâtiment l'Annexe.

Les activités du bâtiment Jamet (services de moyen et long séjour et services de soins de patients atteints de troubles du spectre de l'autisme) seront relocalisées à terme au Sud des futures voies de tramway.

Le projet a de plus un impact temporaire en phase travaux sur les activités actuellement localisées dans le bâtiment Jamet, car les travaux se feront avec un bâtiment Jamet toujours en exploitation. Cet impact est particulièrement sensible pour les patients atteints de troubles autistiques qui subissent avec difficultés les contraintes liées au chantier. De ce fait, les activités de ce service de soins seront toutes relocalisées par l'EPSM, à distance du chantier.

Impact direct, indirect, temporaire et permanent avant proposition de mesures : fort

7.1.1.2. Mesures

Pour limiter les impacts liés au fonctionnement des équipements et commerces, les mesures suivantes sont proposées :

- R2.1a - Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier
- R1.1c - Balisage préventif divers
- R2.1j - Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen pendant les travaux

Ces mesures sont détaillées dans le chapitre 7.5.1. de la présente Partie 6.

7.1.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels liés au fonctionnement des équipements et commerces en phase travaux sont modérés.

Impact résiduel : modéré

Pour pallier cet impact résiduel modéré, des mesures de compensation et d'accompagnement sont prévues :

- C2.2i - Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway
- A4.1a – Accompagnement financier à destination des commerces impactés par le projet pendant la phase travaux

Ces mesures sont détaillées au chapitre 7.5.1. de la présente Partie 6.

7.1.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

7.1.2.1. Effets

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de mieux desservir le Nord de l'agglomération (Saint-Contest via le Chemin Vert) et l'Ouest (vers Beaulieu-Pompidou via le boulevard Yves Guillou). Ces nouvelles dessertes par le tramway augmenteront l'attractivité et le dynamisme des quartiers traversés.

Le projet permettra également une meilleure desserte de l'ensemble des équipements situés à proximité des futures stations, comme le Théâtre de Caen, l'Hôtel de Ville, le Conservatoire à rayonnement régional, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, le lycée Malherbe, le Parc des Expositions, le Zénith, le Palais des Sports, le Stade d'Ornano, etc.) et les zones d'activités économiques (zone d'activités de Saint-Contest, Halle Molière, etc.).

Le développement du réseau de tramway jouera un rôle de liaison vers ces équipements et les commerces pour les habitants des quartiers traversés et pour les habitants venant du Nord et de l'Ouest. Les habitants au Sud de l'agglomération et à l'Est, déjà desservis par le réseau existant du tramway, pourront aussi rallier plus facilement ces lieux.

Impact direct, indirect et permanent avant proposition de mesures : positif

7.1.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est nécessaire.

7.2. INFRASTRUCTURES ET DEPLACEMENTS

7.2.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

7.2.1.1. Effets

Effets généraux du projet sur les infrastructures et les déplacements en phase travaux

Le projet nécessite des travaux de réaménagement des espaces publics pour insérer la plateforme du tramway et réorganiser la distribution de l'espace public entre les différents modes (voitures, bus, piétons et cyclistes). Des incidences seront à prévoir, telles que :

- La fermeture provisoire de voies de circulation ;
- La réduction de la largeur des voies ;
- La limitation des vitesses ;
- L'augmentation de la circulation des poids lourds pour le transport de matériaux et d'équipements liés au chantier ;
- La modification des plans de circulation.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer traverse de nombreux carrefours.

Les accès riverains (habitations, commerces, activités, etc.) pourront être perturbés en période de travaux.

L'accès des services publics et de secours est toujours maintenu en tous lieux. Lorsqu'une rue est barrée, les dispositions pour le maintien des accès des véhicules pompiers et ambulances sont étudiées et mentionnées sur les plans d'aménagement. Les dimensions minimales de largeur de chaussée et de rayon de braquage sont conformes aux exigences du véhicule de type « grande échelle pompiers », chaque fois que nécessaire.

Les éventuelles perturbations pour la collecte des ordures ménagères seront discutées préalablement avec le service concerné.

Effets du projet sur le réseau de transport collectif en phase travaux

L'organisation des travaux est conçue pour apporter le moins de perturbations possibles aux lignes de bus du secteur, sur leurs itinéraires et au niveau de leurs arrêts. Les premiers travaux concerneront essentiellement la réadaptation des réseaux souterrains et aériens, certains nécessitant des travaux de détournement et de raccordement, car situés sous les futures infrastructures du tramway.

Afin d'anticiper la gêne occasionnée lors des travaux, il sera important de conserver un service lisible et efficace pour l'usager du réseau Twisto (bus et vélo en libre-service notamment).

Certains travaux nécessiteront un arrêt d'exploitation du tramway actuellement en service. Il s'agit des travaux de raccordement des futures voies de tramway aux voies actuelles, d'effacement de la ligne aérienne de contact entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare », de doublement du terminus de la ligne T1 « Saint-Clair » et de la modification du terminus de la ligne T2 « Presqu'île ».

Effets du projet sur le stationnement en phase travaux

Les possibilités de stationnement seront perturbées pendant les travaux. Certaines places seront définitivement supprimées, même si un travail fin de conservation au maximum des places de stationnement existantes a été réalisé.

Impact direct, indirect, temporaire avant proposition de mesures : fort

7.2.1.2. Mesures

Pour limiter les impacts sur les déplacements et le stationnement, les mesures suivantes sont mises en place :

- R2.1a – Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier
- R2.1j – Plan de circulation en phase travaux
- R1.1c – Balisage préventif divers
- R2.1j – Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes

Ces mesures sont détaillées dans le chapitre 7.5.1 de la présente Partie 6.

7.2.1.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en place des mesures de réduction, les effets résiduels liés aux infrastructures et aux déplacements sont faibles.

Impact résiduel : faible

7.2.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

7.2.2.1. Effets

Effets généraux du projet sur les infrastructures et les déplacements en phase d'exploitation

Un projet de tramway entraîne différents types de modifications directes sur le réseau routier initial :

- Le changement du plan de circulation (sens de circulation et sens uniques) ;
- Le réaménagement de certains carrefours du tracé, pour permettre le passage du tramway ou l'accueil d'un trafic de report ;
- La reprogrammation de carrefours pour assurer la priorité au tramway ;
- La création de nouveaux carrefours avec les voies existantes.

Ces modifications sont susceptibles de provoquer des impacts indirects consistant en des perturbations sur la circulation automobile :

- Certaines voies perdent du trafic routier, alors que d'autres en gagnent selon un processus de report de trafic vers de nouveaux itinéraires ;
- Des points durs capacitaires peuvent se créer au niveau de zones de circulations sensibles, notamment au niveau des carrefours ;
- Sur d'autres secteurs, le projet de tramway en réduisant les trafics, permet de créer des conditions de circulation apaisées.

Les aménagements de voirie et des carrefours, ainsi que les nouveaux équipements de régulation du trafic, qui seront réalisés dans le cadre du projet, permettront de mettre en œuvre un nouveau concept de déplacement multimodal.

Effets du projet sur les axes empruntés par le tramway en phase d'exploitation

L'insertion du tramway modifie les itinéraires des usagers sur les axes empruntés par le tramway.

Au Nord, le trafic sera réduit sur le boulevard du Maréchal Juin depuis le rond-point du Débarquement jusqu'au périphérique Nord. Le trafic sera également réduit sur la rue du Chemin Vert entre le périphérique et la rue de Bayeux.

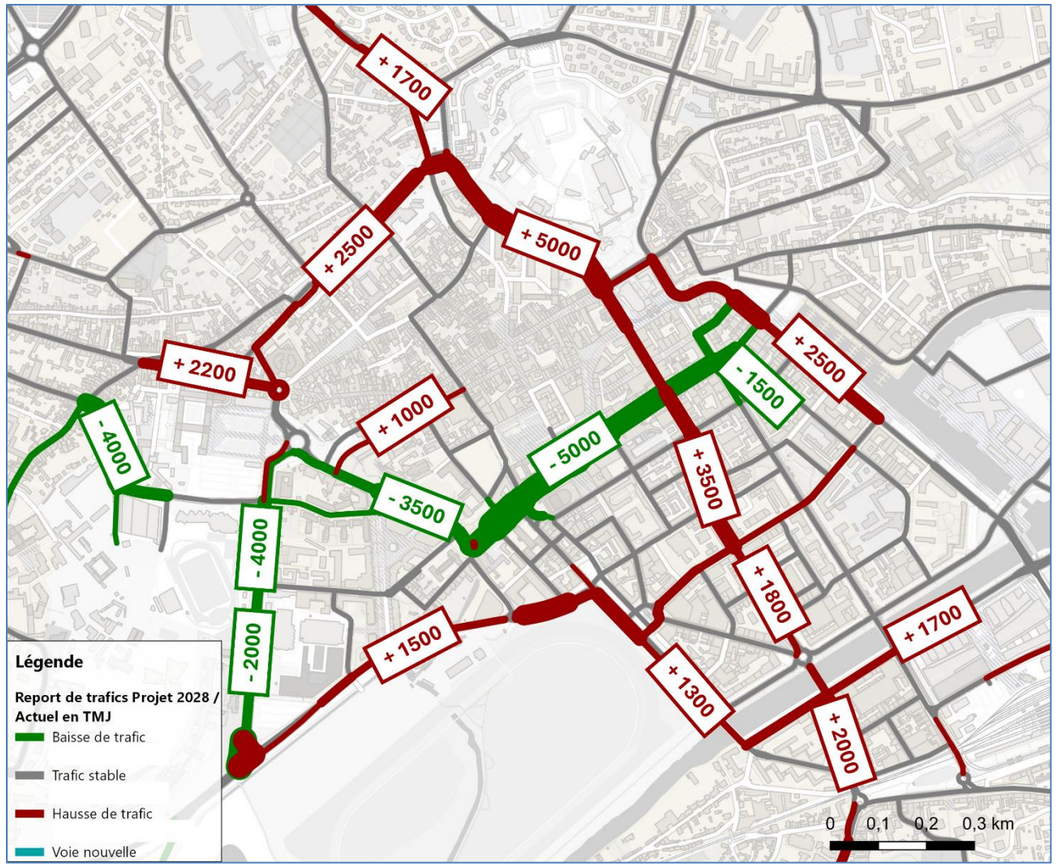
Sur le boulevard Pompidou, l'insertion du tramway se traduit par une baisse des trafics entre le boulevard des Pépinières et le giratoire Detolle.

L'axe Dunois / Detolle / Guillou conserve globalement une capacité équivalente à la situation actuelle. Les vitesses y seront toutefois ralenties par les aménagements des carrefours et au droit des stations où la vitesse sera limitée à 30 km/h.

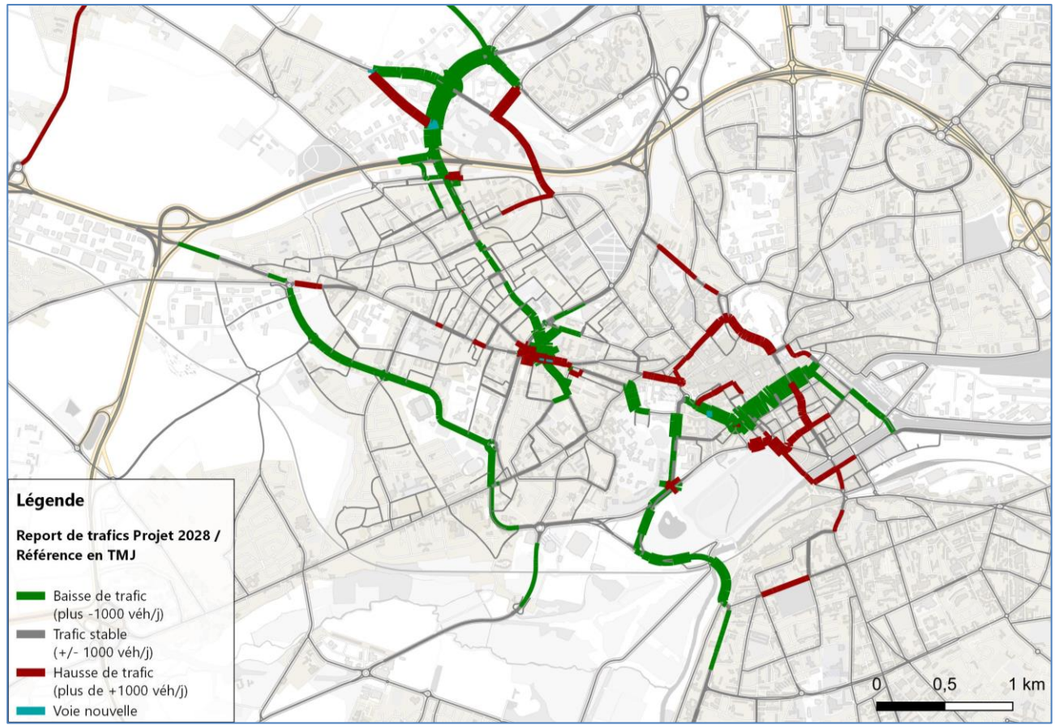
En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Après mise en service de l'extension du tramway de Caen la mer, l'ensemble de l'itinéraire avenue Albert Sorel - boulevard Bertrand - boulevard Maréchal Leclerc - rue de Bernières bénéficiera d'une baisse de trafic et d'une vitesse apaisée du fait des carrefours tramway. La baisse de trafic sur cet itinéraire varie entre 2 000 véh/j sur l'avenue Albert Sorel et 5 000 véh/j en moins sur la rue de Bernières.

Les trafics seront également réduits sur la rue de l'Abbatiale, du fait de la mise à sens unique d'une partie de cette voie, depuis la rue du Carel. On y observe 4 000 véh/j en moins environ.



Reports de trafics dans le centre-ville après la mise en service du tramway (source Trameo)



Reports de trafics suite à la mise en service du tramway (source : Trameo)

Une hausse de trafic par rapport à la situation actuelle est attendue sur l'itinéraire de contournement de l'hyper centre-ville en conséquence de l'apaisement des voies citées ci-avant. Cela concerne notamment

- l'axe rue de Geôle / Saint-Jean / Vaucelles avec 2 000 à 5 000 véh/j supplémentaires ;
- le contournement par le sud, par le boulevard Guillou, le boulevard Briand et le cours De Gaulle avec 1 300 à 1 500 véh/j supplémentaires ;
- le contournement par le nord, par la rue Guillaume Le Conquérant et les fossés Saint-Julien avec 2 200 à 2 500 véh/j supplémentaires.

L'axe du Quai Vendeuvre, axe concurrent de la rue Saint-Jean, enregistre également une hausse du flux de véhicules en situation projet, avec une hausse de 2 500 véh/j par rapport à la situation actuelle.

Les autres axes du centre-ville devraient connaître des évolutions de trafic limitées, qui n'impacteront pas significativement l'état du trafic routier. Le report de trafic pour l'accès au cœur de l'hyper centre-ville représente 1 000 véh/j figurés dans le modèle de circulation sur la rue de Bras pour des raisons techniques de constitution du modèle : la diversité des points de destination dans l'hyper centre-ville ne permet pas une modélisation complète des itinéraires privilégiés. Ce trafic sera en réalité redistribué sur les différentes voies d'entrée : rue de Bras, rue Demolombe, rue du Pont Saint-Jacques, rue Lebret, rue du Tour de Terre.

Effets du projet sur le plan de circulation routière

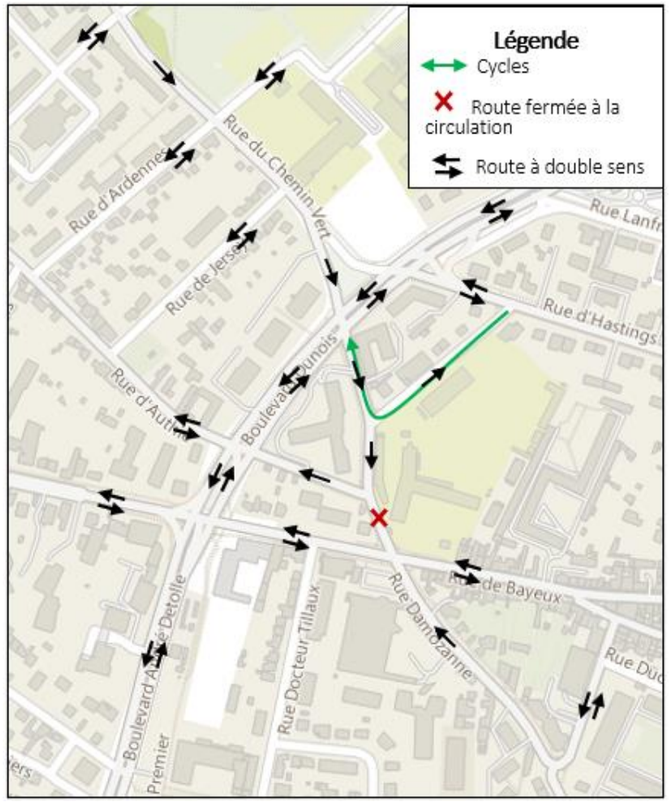
Le projet ne modifie globalement pas le plan de circulation de Caen la mer, en-dehors de quelques secteurs où les itinéraires seront modifiés :

- le secteur rue d'Authie / boulevard Dunois / rue Damozanne / rue de Bayeux ;
- le secteur avenue du Six Juin / rue de Bernières / boulevard du Maréchal Leclerc.

Sur le secteur rue d'Authie / boulevard Dunois / rue Damozanne / rue de Bayeux, le projet de tramway coupe la circulation entre la rue d'Authie et la rue de Bayeux. Par ailleurs, la rue des Poilus d'Orient est mise à sens unique en direction de la rue d'Hastings.

Les reports de trafic engendrés par cette modification impacteront les carrefours entre le boulevard Detolle, la rue de Bayeux et le boulevard Dunois.

Plus au Sud, la rue Damozanne est mise à sens unique en direction de la rue de Bayeux, avec des impacts faibles sur les trafics.



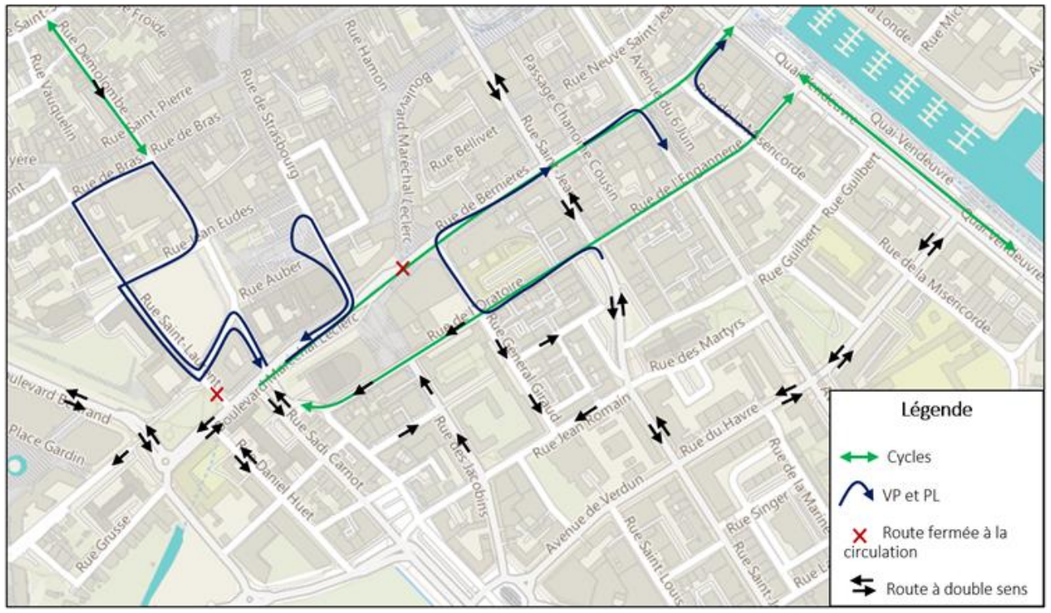
Modification du plan de circulation routière dans le secteur rue du Chemin Vert / rue de Bayeux / boulevard Dunois (source : Trameo)

Dans le secteur avenue du Six Juin / rue de Bernières / boulevard du Maréchal Leclerc, l'insertion du tramway sur la rue de Bernières coupe la circulation entre la rue du Pont Saint-Jacques et la rue du Général Giraud.

Le boulevard du Maréchal Leclerc devient un axe de desserte du parking de la place de la République et le transit est rendu impossible. Les volumes de trafics vont donc être considérablement réduits.

De la même façon, la rue de Bernières sera apaisée par la mise en place de zones de rencontre.

Sur la place Gambetta, le débouché de la rue Saint-Laurent est condamné, les trafics, locaux, seront reportés de/vers la rue Georges Lebret.



Plan de circulation sur le secteur avenue du Six Juin / rue de Bernières / boulevard du Maréchal Leclerc (source : Trameo)

Effets du projet sur le stationnement

L'insertion urbaine de la plateforme du tramway, ainsi que les modifications et création de voiries et voies cyclables associées, sont à l'origine d'un remodelage conséquent des places de stationnement disponibles.

Le bilan des places de stationnement disponibles actuellement et des places de stationnement proposées à la mise en service du projet d'extension du tramway est le suivant :

	Places de stationnement actuelles	Places de stationnement proposées à la mise en service du projet	P+R à terme	Total à terme
Boulevard Pompidou	553	424	268 (P+R « Pompidou »)	692
Entre le boulevard Detolle et l'avenue Sorel	154	54	400 (P+R « Zénith – Palais des sports »)	454
Entre le parc Athéna à Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert à Caen	77	0	76 (P+R « Chemin Vert »)	76
Rue du Chemin Vert	100	67	0	67
Du boulevard Dunois à la rue du Carel	156	33	0	33
Tronc commun au niveau du centre-ville de Caen	86	48	0	48

Places de stationnement par secteurs, avant et après projet (source : Trameo)

Les parkings-relais permettent de pallier le déficit de places de stationnement en situation future. Ces parkings-relais sont proposés en entrée de la ville de Caen, à proximité des nouveaux terminus et des équipements d'importance que sont le Zénith et le palais des sports :

- Le P+R « Chemin Vert », situé à proximité immédiate de la station « Chemin Vert », à l'emplacement stratégique de la sortie 7 du périphérique Nord. L'accès à ce P+R se fera par la rue de Touraine située dans le prolongement de la bretelle d'accès au périphérique de Caen.
- Le P+R « Pompidou », accessible depuis le rond-point Pompidou, compte 268 places. Il est situé à proximité immédiate du terminus « Pompidou ». Ce P+R est réalisé par Caen la mer sur une opération dissociée, et dont la mise en service

est prévue en avril 2025. Deux parkings publics de 95 places sont également à disposition dans ce secteur.

- Le P+R « Zénith - Palais des Sports » : ouvert au public courant 2024, ce P+R propose une jauge de 400 places réparties en deux niveaux.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Ainsi, le parking-relais « Chemin Vert » est dimensionné pour une jauge de 76 places de stationnement. Il est précisé que si l'usage le justifie, ce P+R pourra évoluer en parking-silo afin d'augmenter sa capacité.

Les deux autres parkings-relais (P+R « Zénith - Palais des Sports » et P+R « Pompidou ») sont réalisés dans le cadre d'opérations préalable au tramway, indépendamment de l'opération tramway.

Ces parkings-relais n'ont pas vocation à compenser le stationnement public impacté le long du tracé. En effet, les parkings-relais ciblent les usagers des transports en commun en provenance de la périphérie, alors que le stationnement public le long du tracé est plutôt dédié aux riverains.

Caen la mer s'est également engagé à participer à un projet de parking silo mutualisé avec plusieurs grands acteurs de la zone d'activités autour du terminus Parc Athéna afin de compléter le dispositif des parkings-relais.

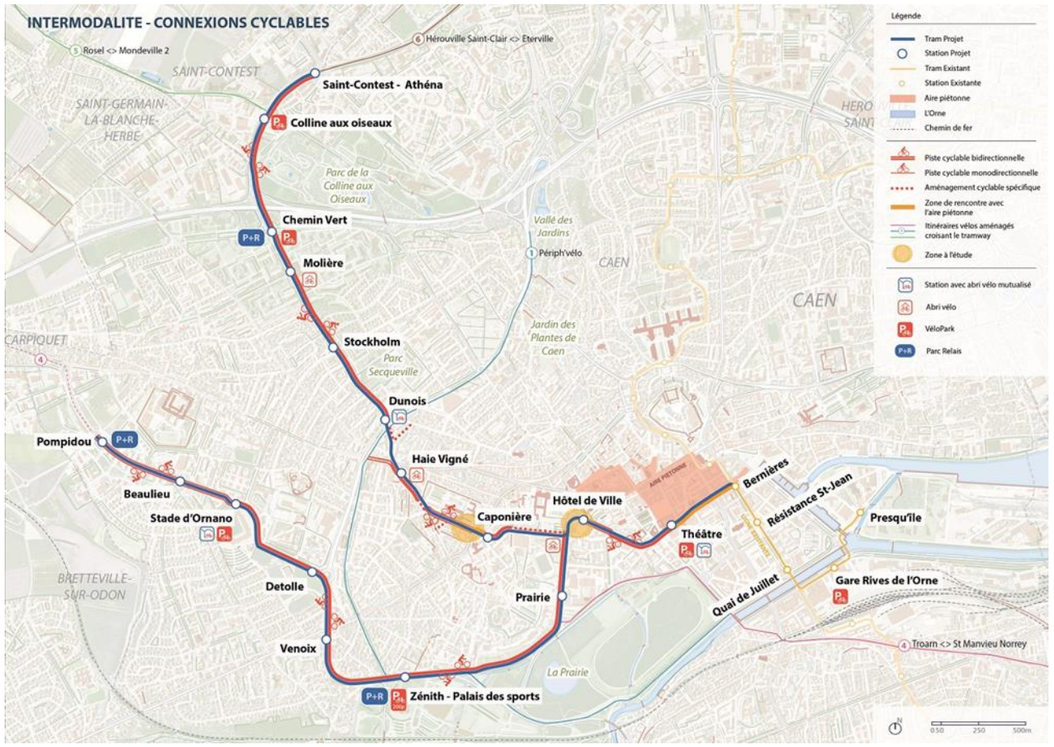
Effets du projet sur les déplacements modes doux

Le projet propose des itinéraires cyclables continus sur l'ensemble des secteurs.

Une piste cyclable birectionnelle sera aménagée sur la rue Damozanne en intervenant sur le mur de soutènement du gymnase de la Haie Vigné. Une continuité a donc pu être envisagée en contournant la rue d'Authie, fermée à la circulation dans le cadre du projet, en empruntant le Periph' à vélo et en réaménageant la connexion par la rue de Bayeux.

Plus au Sud, la continuité est assurée par la rue Damozanne et une vélo rue jusqu'à la rue Haie Vigné qui birfurque alors dans le quartier Lorge, et suit le tramway.

La rue du Carel est proposée en chaucidou pour permettre toute la continuité cyclable.



Aménagements cyclables proposés dans le cadre du projet (source : Trameo)

Les continuités piétonnes sont quant à elles assurées sur l'ensemble du linéaire.

Effets du projet sur l'offre de transport en commun

À l'issue de la livraison de l'extension, le projet prévoit une réorganisation du réseau de tramway avec le prolongement de la ligne T3 à « Pompidou » et la création de la ligne T4 entre « Presqu'île » et « Saint-Contest Athéna ».

Le réseau de tramway sera ainsi composé de quatre lignes :

- T1 : HÉROUVILLE Saint-Clair - IFS Jean Vilar (ligne T1 actuelle) ;
- T2 : CAEN Campus 2 - CAEN Presqu'île (ligne T2 actuelle) ;
- T3 : CAEN Pompidou - FLEURY Hauts de l'Orne (ligne T3 prolongée) ;
- T4 : SAINT-CONTEST Athéna - CAEN Presqu'île (ligne nouvelle).

Au cours de la première année pleine d'exploitation (soit l'année 2029 dans le calendrier initial de l'opération), sans la réorganisation du réseau de bus liée au projet tramway, la fréquentation du réseau tramway passe de 50 600 (à ce jour) à 57 200 voyages par jour. La fréquentation de l'ensemble du réseau de transport augmentera de 6%.

L'ajout des nouvelles lignes de tramway vient augmenter la fréquentation du réseau tramway à près de 80 000 voyages par jour, et augmente l'ensemble de la fréquentation du réseau d'environ 15% par rapport à la fréquentation actuelle.

À l'horizon 2040, la fréquentation globale du réseau aura augmenté de 27% par rapport à aujourd'hui, soit près de 89 000 voyages par jour sur les quatre lignes de tramway.

A la journée, la fréquentation des tramways sera la suivante :

Journée ouvrable	2022	Référence 2029	Projet 2029	Projet 2040
T1	26 900	28 400	30 600	32 800
T2	14 600	17 700	18 500	20 700
T3	9 100	11 100	20 800	23 200
T4	-	-	10 100	12 000
Total	50 600	57 200	79 200	88 800

La fréquentation de la ligne T4 tient compte d'un lissage de la fréquentation annuelle des équipements événementiels qui jalonnent la ligne (Zénith, stade d'Ornano, palais des sports, parc des expositions).

Le projet permet de gagner +8,5% de montées sur le réseau de transport en commun à la période de pointe du soir en comparaison d'une situation de référence (situation à même horizon où le projet ne serait pas fait) ». L'augmentation de fréquentation est notamment due au report modal.
Aujourd'hui, la fréquentation journalière par kilomètre d'infrastructure pour le réseau tramway est de 3 100 voyages/jour/km. À l'horizon 2029, avec l'ajout des nouvelles extensions, cet indicateur sera sensiblement le même (3 150 voyages/jour/km), et devrait augmenter à près de 3 500 voyages/jour/km à l'horizon 2040.

Le projet génère une augmentation de la fréquentation sur toutes les lignes, et de manière importante sur la ligne T3.

En 2040, le tramway voit sa fréquentation augmenter grâce aux évolutions des opportunités.

Sur les lignes T3 et T4, les stations les plus importantes sont surtout les stations existantes « Bernières », « Théâtre », « Grâce de Dieu », « Rostand Fresnel » et « Pompidou »). Les nouvelles stations « Prairie » et « Colline aux Oiseaux » sont également importantes.

On peut noter que la station « Pompidou » a une bonne dynamique, en lien avec le P+R « Pompidou » et le réseau Flex. Des montées importantes sont également à noter au niveau de la station « Colline aux oiseaux » et de la station « Molière », en lien avec la centralité du quartier et le centre commercial Molière, ainsi qu'au niveau de la station « Haie Vigné » qui dessert le cœur de quartier autour de la rue de Bayeux (établissements scolaires notamment).

A la fréquentation quotidienne liée aux motifs de déplacements réguliers (travail, études, achats, loisirs) s'ajoute la fréquentation liée à l'évènementiel plus occasionnelle qui a été lissée sur l'année. En effet, le tramway dessert de grands équipements : le stade d'Ornano, le Zenith, le palais des sports et le parc des expositions.

La fréquentation du tramway liée aux événements a été estimée à l'année à partir du nombre d'événements programmés dans ces grands équipements sur l'année 2024, leur capacité et leur affluence.

Ainsi, la fréquentation annuelle liée aux événements est estimée à 510 000 voyages qui sera en majorité affectée à la ligne T3.

	Nb de voyages / an
Fréquentation T1	7 795 000
Fréquentation T2	4 701 000
Fréquentation T3	2 563 000
Fréquentation T4	5 300 000
Fréquentation liée aux évènements	510 000
Total avec évènements	**20 877 000**

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'accompagne de la restructuration du réseau de bus urbains.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Par ailleurs, la réorganisation du réseau bus prévoit la mise en place du service « Flex » sur l'ensemble des zones périurbaines de Caen la mer. Ce service s'articule autour d'une offre de transport à la demande qui opère un rabattement des passagers en provenance de la périphérie sur les lignes structurantes du réseau de transport urbain, et en particulier sur le réseau tramway. Ce service induira ainsi une augmentation de la fréquentation sur les stations de rabattement au niveau de l'extension, en particulier les stations « Pompidou » et « Chemin Vert ».

L'offre Flex a été mise en place de façon anticipée sur une première zone (Flex 1) à l'ouest de Caen la mer. La mesure de la fréquentation entre 2021 et 2023 montre une progression de la fréquentation selon un facteur de 4 (en semaine) à 15 (le dimanche). 75% des déplacements opérés sur ce service s'effectuent en rabattement sur les lignes fortes du réseau (ligne 1 actuelle, remplacée à terme par l'extension tramway et la desserte de la station « Chemin Vert » en particulier).

Impact direct, indirect et permanent avant proposition de mesures : positif

7.2.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est nécessaire.

7.3. RESEAUX DE TRANSPORT D'ENERGIE ET TELECOMMUNICATIONS

7.3.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

7.3.1.1. Effets

Le tramway se situe en milieu urbain où de nombreux réseaux sont présents (assainissement, alimentation en eau potable, chauffage urbain, électricité, gaz, réseaux de télécommunications, éclairage public, signalisation lumineuse tricolore, etc.). Les travaux de réalisation de la plateforme, des infrastructures liées au système de tramway pourraient entrainer la mise à nu et intercepter les réseaux existants, sans mise en œuvre de déviations ou de protections des réseaux.

Les travaux de fouille associés aux dévoiements auront un effet sur les conditions de circulation et d'accès tout au long de cette étape. En effet, les dévoiements impliquent des travaux de fouilles au droit des réseaux actuels et à l'emplacement des futurs réseaux.

Impact direct, indirect et temporaire avant proposition de mesures : modéré

7.3.1.2. Mesures

Pour limiter les risques de coupure des réseaux de transport d'énergie et télécommunication lors de la phase de travaux, la mesure d'évitement suivante est proposée :

- E3.1z – Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection

Cette mesure est détaillée au chapitre 7.5.1. de la présente Partie 6.

7.3.1.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en œuvre de cette mesure d'évitement, les effets résiduels sur les réseaux de transport d'énergie et télécommunication sont faibles.

Impact résiduel : faible

7.3.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

7.3.2.1. Effets

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer n'a pas d'impact sur les réseaux enterrés en phase d'exploitation.

L'exploitation a un effet sur les réseaux en termes de courants vagabonds.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : faible

7.3.2.2. Mesures

Des mesures appropriées seront mises en œuvre en concertation avec les concessionnaires :

- isolement du rail par rapport au sol à l'aide de chambres d'éclissage ;
- renouvellement des canalisations par des conduites avec des matériaux non sensibles ;
- fourreautage des canalisations ;
- mise en œuvre de mesures de drainage ;
- mise en œuvre d'équipements en sous-station pour le retour du courant.

7.3.2.3. Effets résiduels

À la suite de la mise en œuvre de cette mesure de réduction, les effets résiduels sur les réseaux en terme de courants vagabonds sont négligeables.

Impact résiduel : négligeable

7.4. FONCIER

7.4.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

7.4.1.1. Effets

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a des impacts sur des parcelles dont le foncier n'est pas maîtrisé par la Communauté urbaine Caen la mer.

La réalisation du projet implique donc d'obtenir au préalable la maîtrise foncière des emprises nécessaires à la réalisation des travaux. Le projet s'inscrit en grande partie sur des voiries existantes. Néanmoins, le projet nécessite des acquisitions foncières.

Ces dernières seront réalisées prioritairement par voie amiable. À défaut, elles nécessiteront le recours à une procédure d'expropriation et, le cas échéant, au transfert de gestion des propriétés publiques relevant du domaine public.

Le passage des futures voies de tramway implique des démolitions de bâtiments au niveau de l'EPSM de Caen (bâtiment l'Annexe) et de bâtiments propriété de la Ville de Caen que sont la maison du Général et son annexe, et une ancienne école d'infirmière. Le projet impacte également des installations sportives du lycée Malherbe.

Par ailleurs, les travaux liés au projet d'extension de tramway de Caen la mer nécessitent des occupations temporaires de terrains pour les besoins du chantier.

Impact direct, temporaire et permanent avant proposition de mesures : fort

7.4.1.2. Mesures

Pour limiter les impacts du projet sur le foncier, la mesure suivante est proposée :

- R1.1a – Limitation /adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5. de la présente Partie 6.

7.4.1.3. Effets résiduels

Les effets résiduels du projet sur le foncier sont modérés.

Impact résiduel : modéré

Pour pallier cet impact résiduel modéré, des mesures de compensation sont prévues :

- C2.2i - Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway
- C2.2i - Indemnisation des propriétaires de parcelles privées qui sont impactées par le passage du tramway

Ces mesures sont détaillées au chapitre 7.5.1. de la présente Partie 6.

7.4.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

7.4.2.1. Effets

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer n'a pas d'impact sur le foncier en phase d'exploitation.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : nul

7.4.2.2.

Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est nécessaire.

7.5. PRESENTATION DES MESURES SUR LES BIENS MATERIELS ET LES ACTIVITES HUMAINES

7.5.1. En phase travaux

7.5.1.1. E3.1z – Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection	**Code mesure : E31z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☑ **Population**
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☑ **Biens matériels**
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☑ **Activités économiques**
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Description de la mesure

Les entreprises intervenant sur les chantiers respecteront les contraintes liées aux réseaux rencontrés, ainsi que les servitudes associées aux réseaux non déplacés. Des Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (DT/DICT) seront transmises aux concessionnaires des réseaux pour les identifier précisément et définir les modalités de leur préservation ou de leur déplacement.

Certaines déviations de réseaux peuvent nécessiter des procédures administratives particulières qui sont à la charge des concessionnaires de ces dits réseaux.

Tout réseau endommagé fera l'objet d'un signalement au concessionnaire concerné et d'une réparation dans les plus brefs délais et en respectant les prescriptions du concessionnaires et les conditions de sécurité (s'agissant notamment d'un réseau électrique et de gaz par exemple)

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de coordination.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection	**Code mesure : E31z**

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise en place de fiches descriptives présentant les emprises travaux et les sites à enjeu à éviter sur chaque zone de chantier, intégrées dans les exigences demandées aux entreprises travaux.

Modalités de suivi de la mesure

Mise en place de réunions de concertation régulières lors des phases études et travaux.

Comptes-rendus des consultations réalisées avec les gestionnaires de réseaux.

Validation des modes opératoires des entreprises.

Visites de chantier régulières pour s'assurer de la conformité des travaux aux modes opératoires prévus.

egis

7.5.1.2. R2.1j – Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen pendant les travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen	**Code mesure : R2.1j**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☑ **Population**
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Description de la mesure

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen	**Code mesure : R2.1j**

Lycée Malherbe

Afin de limiter la perturbation des activités du lycée Malherbe, un travail sur le phasage des travaux sera mené de manière à intervenir principalement en période de congés d'été et à restituer une piste au plus tôt. Cela permettra de réduire la durée d'indisponibilité des installations d'athlétisme du lycée Malherbe présentes le long du boulevard Yves Guillou.

En cas de nécessité, si ces mesures n'étaient pas suffisantes, des équipements sportifs de la Ville de Caen seraient mis à disposition de l'équipe éducative, afin de maintenir une pratique sportive pour les lycéens.

Par ailleurs, il est précisé que l'enceinte du lycée sera close pendant toute la duré des travaux pour assurer la sécurité de cet établissement scolaire. Un travail sur le phasage pour le maintien des accès piétons/véhicules/livraisons/secours sera réalisé.

Établissement Public de Santé Mentale de Caen

Concernant la prise en charge des patients de l'EPSM de Caen dont les services seront affectés par les travaux, des mesures spécifiques seront prises pour les unités de soins accueillant des patients atteints de troubles autistiques. Ces activités seront toutes relocalisées à distance du chantier par l'EPSM avant le démarrage des travaux (en cours d'étude par l'EPSM).

Afin de réduire au maximum la durée du chantier, un phasage adapté sera proposé. Le chantier de la plateforme de tramway sera organisé pour permettre un démarrage au plus tard, et ainsi limiter l'impact des travaux sur l'exploitation du bâtiment Jamet avant la relocalisation des services.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise en place d'un calendrier de travaux. Le calendrier est construit en fonction des spécificités du projet et des enjeux liés aux activités impactées (lycée, établissement de santé).

Définition précise des modalités de chantier pour réduire les durées des perturbations.

Concertation continue avec le lycée (Direction/équipe éducative) sur l'organisation des travaux et la préservation de conditions satisfaisantes de fonctionnement de l'établissement.

Concertation continue avec l'EPSM de Caen sur l'organisation des travaux et la préservation de conditions satisfaisantes de fonctionnement de l'établissement.

Modalités de suivi de la mesure

Vérification du respect des prescriptions et engagements.

Réunions régulières de coordination avec la Direction du lycée et la Direction de l'EPSM.

egis

7.5.1.3. A4.1a – Accompagnement financier à destination des commerces impactés par le projet pendant la phase travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Accompagnement financier à destination des commerces impactés par le projet	**Code mesure : A41a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☑ **Activités économiques**
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Coût estimatif : 100 000 € - 1 000 000 € HT

Description de la mesure

Lorsque l'accès à une activité riveraine, notamment commerciale, fait l'objet d'une gêne actuelle, certaine, directe, spéciale ou anormale, le commerçant concerné pourra solliciter une indemnisation financière.

Ces commerces pourront bénéficier d'une procédure d'indemnisation amiable mise en place par la collectivité en cas de baisse du chiffre d'affaires, dans les cas et conditions définies par la jurisprudence administrative.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

La mesure concerne le seul financement des pertes commerciales calculées sur la période du chantier entrainant ces pertes. Cette mesure sera évaluée en concertation avec les commerçants concernés.

Modalités de suivi de la mesure

État initial des commerces bénéficiant de la mesure avant la mise en place.

Liste des commerces indemnisés.

Tableau de suivi des versements.

7.5.1.4. R2.1a – Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier	**Code mesure : R21a**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☑ **Activités économiques**
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

L'organisation générale des travaux garantira l'accessibilité aux équipements situés aux abords immédiats du projet dans les meilleures conditions de sécurité (signalétique, barrières).

Les interactions du projet avec la voirie routière sont nombreuses sur l'ensemble du linéaire de projet. Les mesures seront prises en concertation avec les services de la Communauté urbaine Caen la mer afin de mettre en place un plan de circulation associé aux travaux qui précisera les itinéraires de substitution et la signalétique adaptée.

Pour améliorer la circulation et l'accès au centre-ville, il a été retenu de configurer au plus tôt les itinéraires préfigurant les usages futurs. Une fois l'ensemble de ces fonctionnalités recréées, il est prévu de mettre en place le plan de circulation définitif et de réaliser les travaux de l'infrastructure tramway.

La phase travaux nécessite une adaptation de la circulation sur le périmètre élargi (à l'échelle du quartier dans lequel le chantier s'inscrit). Ces adaptations sont examinées durant toute la phase des travaux par un comité de responsables du projet et d'utilisateurs de l'espace public, qui prend ensuite les mesures de circulation nécessaires, en essayant autant que possible de maintenir les accès et les circulations. Ce comité est plus précisément composé :

- De la Direction des mobilités Caen la mer ;
- Des Services Techniques de la Ville de Caen, et des services techniques des communes de Saint-Contest et d'Hérouville Saint-Clair, le cas échéant ;
- De l'exploitant des bus et tramways (Twisto) ;
- Du Coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé ;
- Des Sapeurs-Pompiers du SDIS 14 ;
- De la Police Municipale ;
- Des Maîtres d'Œuvre du projet.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier	**Code mesure : R21a**

Le phasage des travaux, ainsi que leur organisation ultérieure, seront programmés pour maintenir de façon optimale l'usage du domaine public que ce soit en termes de circulation automobile, de circulation des transports en commun, de circulation piétonne et cycliste, de stationnement, d'accès riverains, de services de secours, de ramassage des ordures ménagères, etc. Des aménagements de voies par lesquelles sera déviée provisoirement la circulation des bus et des voitures pourront être mis en place pendant les travaux (rectification des carrefours, reprise de bordures, de caniveaux, modification des signalisations, etc.).

➢ ***Matérialisation des emprises***

Des points fixes d'accès (entrées et sorties) seront aménagés pour toutes les emprises du chantier. Ils seront organisés de manière que l'irruption des engins à l'extérieur de l'emprise de chantier se fasse toujours dans le sens de la circulation environnante.

Une voie latérale dite « de service » sera mise en place. Elle permettra la circulation des engins de chantier afin de desservir le chantier pour les approvisionnements.

➢ ***Traversées de carrefours***

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer traverse de nombreux carrefours, dont certains sont très fréquentés. C'est pourquoi les travaux se feront majoritairement par demi-chaussée afin d'éviter la coupure complète de ces voies.

Les carrefours seront traversés en une fois chaque fois que la circulation pourra être aisément déviée, ou bien si ce n'est pas possible, en plusieurs étapes. Dans ce cas, il sera veillé à toujours maintenir les sens traversant de circulation, grâce à des voiries provisoires posées sur rail, ou sur des ponts routiers.

Pour ces derniers, une étude préalable sera faite, afin de justifier l'organisation des tourne-à-gauche ou à droite, pour les véhicules à long gabarit et les bus en particulier. Ainsi, chaque fois que cela sera possible, et pour éviter les ruptures de rythme dans la réalisation de la plateforme, les poses de voies, les revêtements de plateformes, il faudra passer les carrefours et les rues en une fois et dans la continuité des poses de voies, ce qui aura comme conséquence une fermeture, le plus souvent partielle, du carrefour ou de la rue concernée pendant une période maximale d'un mois.

Les carrefours difficiles et complexes en circulation seront traversés en plusieurs étapes, de manière à toujours maintenir les sens traversant de circulation, sur des voiries provisoires posées sur rail, ou sur des ponts routiers.

Les différents chantiers sur les carrefours seront séparés de la circulation par des glissières plastiques continues.

➢ ***Matérialisation des circulations modes actifs***

La chronologie de déroulement travaux est construite de façon à respecter les cheminements des modes actifs lorsque ceux-ci existent, le long des emprises de travaux. Ainsi, les fonctionnalités existantes seront reconstituées autant que faire se peut, pour permettre aux piétons et aux cyclistes de circuler dans de bonnes conditions de sécurité tout au long du chantier. Les configurations concrètes seront adaptées en cours de chantier, en étroite relation avec les services concernés de la Communauté urbaine Caen la mer.

➢ ***Services publics collectifs***

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier	**Code mesure : R21a**

L'accès des services publics et de secours sera toujours maintenu en tous lieux. Lorsqu'une rue sera barrée, les dispositions pour le maintien des accès des véhicules pompiers et ambulances seront étudiées et mentionnées sur les plans d'aménagement du site. Les dimensions minimales de largeur de chaussée et de rayon de braquage seront conformes aux exigences du véhicule de type « grande échelle pompiers », chaque fois que nécessaire.

Les éventuelles perturbations pour la collecte des ordures ménagères seront préalablement discutées avec le service concerné.

- ***Accès riverains et stationnement***

Les accès riverains pourront être perturbés en période de travaux.

Des passerelles munies de garde-corps seront mises en place, afin de maintenir les cheminements matérialisés pour les riverains. Les accès aux parkings seront maintenus autant que possible. Lorsque cela ne sera pas possible, des parkings provisoires seront mis à disposition des riverains.

Des panneaux de signalisation et d'information du public seront installés et adaptés à tous les mouvements de véhicules et évolutifs, afin de tenir compte de l'avancement des travaux. Le phasage de travaux fera l'objet d'une signalisation spécifique pour assurer des conditions de déplacement satisfaisantes durant les travaux (alternatives, ...).

Un Cahier des Contraintes Fonctionnelles des Chantiers (CCFC) définira les mesures à prendre par les entreprises pour délimiter les chantiers, sécuriser les abords et pour garantir l'accessibilité aux propriétés riveraines.

La propreté des axes de circulation sera vérifiée par le maître d'œuvre du chantier et les chaussés nettoyées en cas de projection de boue. Après travaux, les chaussées seront rétablies dans leur situation et celles qui ont été ponctuellement détériorées au niveau des emprises chantier seront remises en état.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Dès que possible, et toutes les fois que les activités le permettront, les emprises des chantiers seront réduites.

Mise en place d'une signalétique adaptée.

Mise en place du plan de circulation définitif en anticipation.

Modalités de suivi de la mesure

La bonne mise en œuvre de la mesure et son respect pendant les travaux seront contrôlés par le maître d'œuvre.

egis

7.5.1.5. R2.1j – Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes	**Code mesure : R21j**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Certaines phases de travaux vont nécessiter un arrêt d'exploitation temporaire du tramway et la mise en place d'un service de bus de substitution pour maintenir la desserte en transports en commun.

Ce sera le cas pour :

- Les travaux de raccordement de la nouvelle ligne de tramway à la ligne de tramway existante au niveau de la station « Bernières » ;
- Les travaux de dépose de la Ligne Aérienne de Contact (LAC) entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare » ;
- Les travaux de doublement du terminus existant « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » ;
- Les travaux de modification du terminus « Caen – Presqu'Île ».

Les travaux seront organisés de manière à limiter la durée de la gêne (regroupement temporel des interventions) et sur une période la moins impactante possible pour les voyageurs (période estivale moins fréquentée). La période estivale 2027 est visée pour l'organisation de ces travaux.

Le coût de la mesure est intégré dans les prestations d'exploitation du réseau de transports en commun.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Communication sur le réseau de substitution mis en œuvre.

Modalités de suivi de la mesure

Suivi du planning de l'opération sur les voies de tramway existantes.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes	Code mesure : R21j
	egis

7.5.1.6. R1.1c – Balisage préventif divers

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Balisage préventif divers	Code mesure : R11c
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	Phase : Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ Faune et flore
- ☑ Sites et paysages
- ☑ Air
- ☑ Bruit & vibrations
- ☑ Population
- ☑ Sol
- ☑ Eau
- ☑ Habitats Naturels
- ☑ Biens matériels
- ☑ Patrimoine culturel et archéologique
- ☑ Continuités écologiques
- ☑ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☑ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☑ Risques technologiques
- ☑ Autres pollutions/ nuisances

Description de la mesure

La sécurité du chantier concerne aussi bien les usagers de l'espace public que le personnel travaillant sur le chantier. Les causes d'insécurité sont principalement dues à la cohabitation entre engins de chantier, circulation automobile et circulation cycliste-piétonne. Cette insécurité est liée aux problématiques d'accessibilité, ainsi qu'aux multiples usages qui cohabitent sur les zones concernées par les travaux.

L'emprise du chantier occupera toute la largeur du futur site de tramway, multitubulaires comprises, et sur toutes les zones de travaux, il existera une voie latérale dite « de service » qui permettra de desservir le chantier pour les approvisionnements.

Avant tout début d'intervention, les emprises seront entourées de barrières continues, avec des points fixes d'accès (sauf cas particuliers soumis à accord du Maître d'ouvrage). Ces points d'entrées et de sorties seront organisés de manière que l'irruption des engins à l'extérieur des emprises se fasse toujours dans le sens de la circulation environnante, et de même pour les entrées. Les clôtures seront solides et régulièrement entretenues. Ce dispositif assurera la sécurité des riverains, des ouvriers et des usagers des voies publiques. Cet espace sera également isolé et interdit au public. Pendant les travaux, le Maître d'Ouvrage assurera une information régulière du public.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Balisage préventif divers	Code mesure : R11c

Les accès riverains pourront être perturbés en période de travaux. Des passerelles munies de garde-corps permettront de maintenir des cheminements matérialisés. Les accès aux parkings seront maintenus ou, s'ils ne peuvent l'être, des parkings provisoires pourront être mis à la disposition des riverains.

En cas d'intervention nocturne, une signalisation de chantier spécifique sera mise en place.

Un Cahier des Contraintes Fonctionnelles des Chantiers (CCFC) définira les mesures à prendre par les entreprises pour délimiter les chantiers, sécuriser les abords et pour garantir l'accessibilité aux propriétés riveraines.

Le coût de la mesure est intégré au coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Une attention particulière sera apportée à l'utilisation de la « rubalise » qui peut être source de déchets dans les milieux après un chantier. Elle peut tout aussi bien être remplacée par une corde avec des nœuds de « rubalise » (pour la visibilité).

Cette mesure sera suivie par un coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé.

Avant la mise en œuvre du balisage, ainsi que pour chacune des redéfinitions, les coordonnées des périmètres interdits, ainsi que la durée estimée de leur implantation seront notifiées via des réunions d'information, sur les tableaux d'information du chantier et via la radio.

Modalités de suivi de la mesure

Comptes rendus de la mission de balisage de terrain.

Tableau de suivi des actions réalisées (date, lieu de balisage, type de sol concerné, surface balisée...).

Vérification de l'existence effective et appropriée de la matérialisation et respect des prescriptions associées.

Vérification de l'intégrité des espaces « évités ».

Suivi photographique selon une périodicité adéquate.

egis

7.5.1.7. C2.2i – Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway	Code mesure : R22b
Opération :	Phase :

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway	**Code mesure : R22b**
Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☑ **Activités économiques**
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Coût estimatif : 12 M€ HT (global)

Description de la mesure

Sur l'ensemble des propriétés impactées, le projet prévoit la reconstitution ou la compensation des fonctionnalités directement compromises par sa réalisation en l'absence d'acquisitions foncières, ou la restitution des limites d'emprises en cas d'acquisitions foncières.

EPSM de Caen

Conformément à l'accord de principe mis au point entre l'EPSM, l'Agence Régionale de Santé et Caen la mer, le projet prévoit l'indemnisation de l'EPSM de Caen en vue de reconstruire, au Sud de la plateforme du tramway, une surface hospitalière équivalente à celle du bâtiment Jamet ainsi que le financement de l'ensemble des travaux de réseaux nécessaires au maintien de l'exploitation du site.

Des échanges réguliers depuis un an ont permis d'aboutir à cet accord de principe.

Lycée Malherbe

Le projet prévoit, conformément aux engagements pris par Caen la mer avec la Région et validés par le Conseil d'Administration du lycée, la reconstitution de l'ensemble des fonctionnalités, notamment la reconstitution des installations sportives à qualité au moins équivalente, la reconstitution d'un écran végétal entre le lycée et le boulevard Guillou, ainsi que la modification de l'accès piétons et routier sur l'avenue Albert Sorel.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Mise au point de conventions avec les riverains concernés.

Poursuite des échanges amiables et consensuels avec les institutionnels pour aboutir à des modalités d'indemnisations validées de toutes les parties.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway	**Code mesure : R22b**

7.5.1.8. C2.2i – Indemnisation des propriétaires de parcelles privées qui sont impactées par le passage du tramway

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Indemnisation des propriétaires de parcelles privées qui sont impactées par le passage du tramway	**Code mesure : C22z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☑ **Population**	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☑ **Biens matériels**
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☑ **Activités économiques**
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Coût estimatif : 700 000 € HT (global)

Description de la mesure

Les acquisitions des terrains privés impactés par le passage du tramway seront réalisées par Caen la mer. Les propriétaires concernés seront contactés par Caen la mer pour une acquisition à l'amiable de leurs terrains, sur la base de l'estimation du coût des acquisitions foncières de France Domaine (Direction Générale des Finances Publiques).

À défaut d'accord amiable sur la proposition de Caen la mer, les acquisitions foncières nécessaires à l'exécution des travaux seront réalisées par voie d'expropriation, conformément aux dispositions du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique. Les indemnités revenant aux propriétaires concernés seront alors fixées par le juge de l'expropriation.

7.5.2. En phase d'exploitation

Sans objet.

8. EFFETS DU PROJET SUR LE PAYSAGE, LE PATRIMOINE ET MESURES ASSOCIEES

8.1. PAYSAGE URBAIN

8.1.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

8.1.1.1. Effets

<u>Effets du projet sur le paysage liés aux coupes d'arbres d'alignement</u>

De nombreux axes viaires qui seront empruntés par les futures voies de tramway sont bordés d'arbres d'alignement.

Pour mémoire, un travail en phase de conception du projet a été réalisé afin de conserver le maximum d'arbres d'alignement d'intérêt (Tilleuls, Platanes à feuilles d'érable, Érable plane), notamment de part et d'autre de la rue de Bernières, du boulevard Bertrand, de la rue du Chemin Vert Nord et du boulevard du Maréchal Juin (cf. chapitre 3.7. de la Partie 6).

D'autres arbres, par exemple de part et d'autre du boulevard Georges Pompidou, seront coupés en raison de leur faible espérance de vie, de leur mauvais développement, d'espèces non locales (Ginkgo biloba) et de leur intégration paysagère actuelle inadaptée.



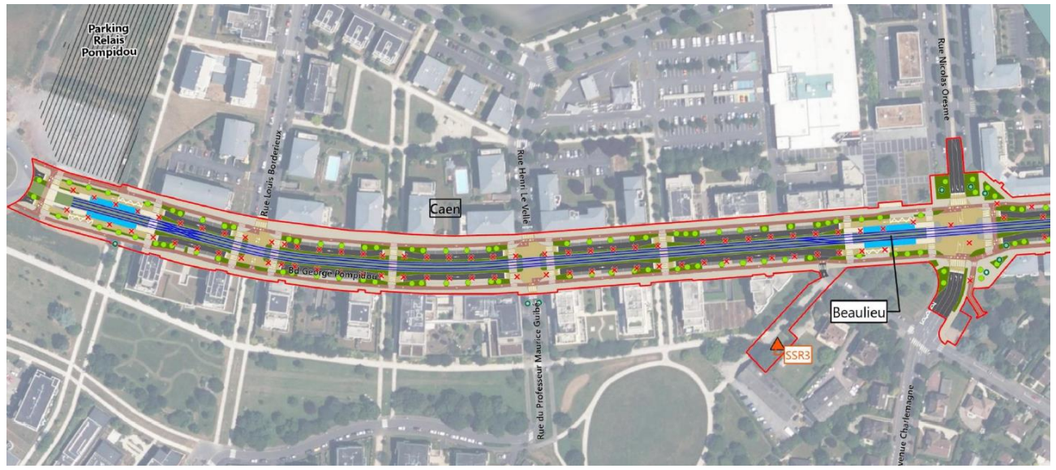
Ginkgo biloba en alignements de part et d'autre du boulevard Pompidou (source : Egis)

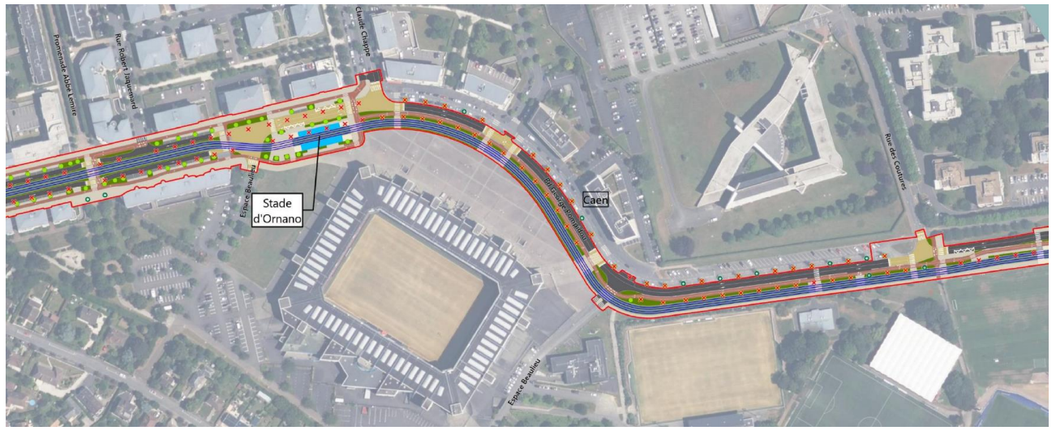
Au stade actuel des études, le projet permet la conservation de 704 arbres et nécessite la coupe de 452 arbres.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Plus particulièrement, les principaux secteurs concernés par les abattages d'arbres sont :

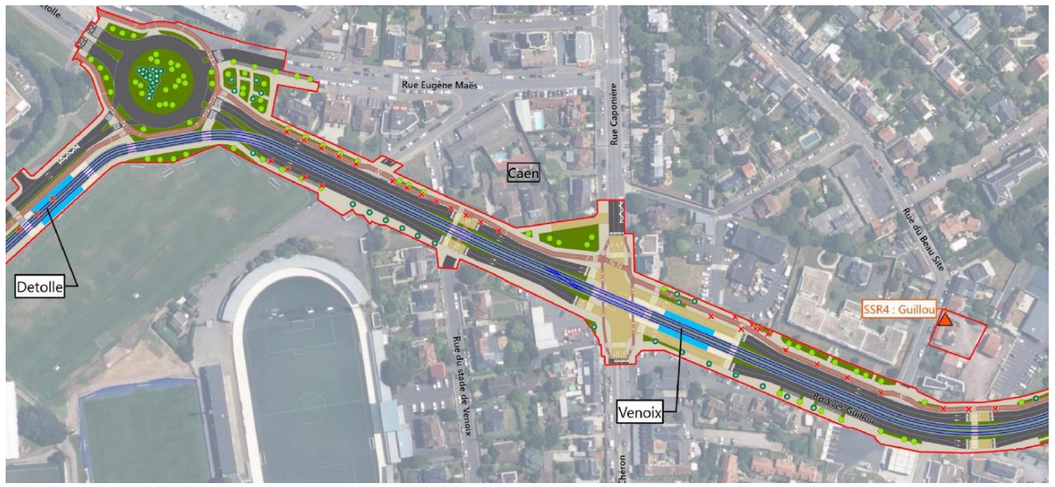
- Le boulevard Pompidou : sur ce secteur, les arbres abattus ont en majorité un développement très limité et ne présentant qu'un faible intérêt en termes d'ombrage. Leur remplacement par des espèces locales à même de se développer dans de bonnes conditions dans le contexte local permettra de bénéficier rapidement d'une amélioration de l'ombrage apporté par les arbres du boulevard. Par ailleurs, le projet prévoit dans ce secteur la végétalisation de l'ensemble de la plateforme, la création de surlargeur végétalisée, ainsi que la désimperméabilisation des pieds d'arbres. Ces mesures contribueront à limiter les effets d'îlots de chaleur de façon immédiate dès la fin de la phase de réalisation





Extrait pièce B2 - Plan général des travaux – (Boulevard Pompidou)

- Le boulevard Detolle / Guillou : sur ce secteur, les arbres abattus seront en partie compensés par des plantations d'arbres à l'issue de l'opération. Dès la fin de la phase de réalisation, la végétalisation de la plateforme permettra de limiter l'impact temporaire de la perte d'ombrage lié à l'abattage des arbres.



Extrait pièce B2 - Plan général des travaux – (Boulevard Detolle / Guillou)

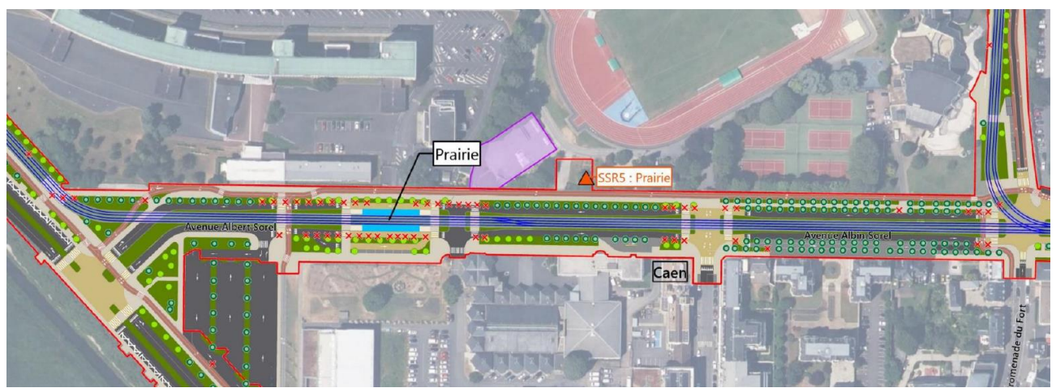
- Le carrefour Baladas / Guillou : l'abattage des arbres prévu sur ce secteur aura un impact sur l'ombrage de la zone. Pour autant, l'opération prévoit une vaste reconfiguration de ce carrefour éminemment routier afin de réduire l'espace dédié à la circulation automobile et de procéder à une large désimperméabilisation de la zone. Le secteur fera aussi l'objet de plantations

d'arbres en compensation des arbres abattus pour accompagner cette désimperméabilisation. Ces mesures sont ainsi de nature à réduire l'impact de l'abattage des arbres sur ce secteur.



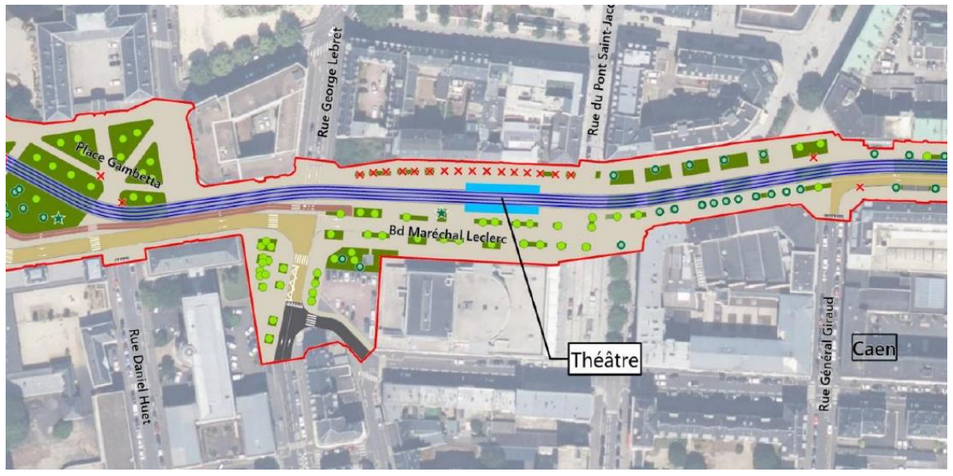
Extrait pièce B2 - Plan général des travaux – (Carrefour Baladas / Guillou)

- L'avenue Sorel : l'alignement d'arbres sera impacté autour de la future station « Prairie ». Cet alignement sera compensé en lieu et place. À court terme, la végétalisation de la plateforme et la désimperméabilisation des pieds d'arbres seront de nature à limiter l'impact de l'abattage des arbres sur le phénomène d'îlot de chaleur.



Extrait pièce B2 - Plan général des travaux – (Avenue Sorel)

- Le boulevard Leclerc : un alignement d'arbres au nord de la future station « Théâtre » sera abattu pour des raisons techniques. Ces arbres sont de petits sujets contribuant faiblement à l'ombrage de la zone. En revanche, l'arbre remarquable au centre du boulevard est préservé. De nombreuses plantations d'arbres prévues au sud du boulevard compenseront à terme la perte d'ombrage. En complément, la création de zones végétalisées de part et d'autre de la plateforme permettront à court terme de lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur.



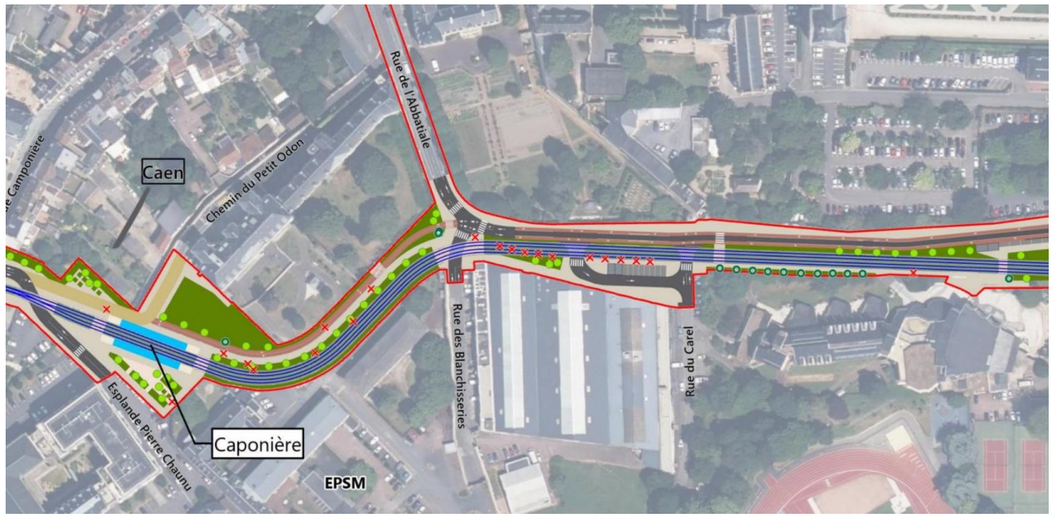
Extrait pièce B2 - Plan général des travaux (Boulevard Leclerc)

- La rue du Chemin Vert (sud) : sur ce secteur, les arbres abattus sont compensés par la végétalisation de la plateforme tramway sur l'ensemble du secteur, par la plantation de deux alignements d'arbres (de part et d'autre de la rue du Chemin Vert) et par la création de large surlargeurs végétalisées de part et d'autre de la plateforme.



Extrait pièce B2 - Plan général des travaux – Chemin Vert (sud)

- La rue du Carel : les arbres abattus à l'ouest de la rue ne pourront être compensés directement en lieu et place. De nouvelles plantations sont prévues à proximité immédiate, entre la rue du Carel et la rue Caponière, ainsi qu'à l'Est de la rue du Carel. La plateforme sera intégralement végétalisée dans cette rue, contribuant ainsi à limiter l'impact à court terme de l'abattage des arbres sur le phénomène d'îlot de chaleur.



Extrait pièce B2 - Plan général des travaux (Rue du Carel)

Effets du projet sur le paysage urbain liés aux installations de chantier

Un chantier d'aménagement de voirie et d'insertion d'un tramway est par définition temporaire et itinérant. Les effets sur le paysage sont donc non permanents. Malgré le caractère itinérant du chantier, les durées d'intervention peuvent atteindre plusieurs mois.

Les effets liés à la phase travaux résultent des nécessités liées à la bonne exécution des travaux et doivent faire l'objet d'une réflexion amont. Ils concernent principalement :

- Les voies et accès au chantier ;
- Les bases de travaux ;
- Les dépôts provisoires et les zones affectées aux emprunts de matériaux ou au stockage des matériaux nécessaires à la construction de l'opération.

Les travaux entraîneront également une modification temporaire des perceptions paysagères du site du fait :

- De la mise en place de clôtures de chantier ;
- De l'intervention d'engins de travaux publics ;
- Des terrassements et autres travaux de génie civil.

De plus, les installations fixes (bases de vie, clôtures) peuvent être présentes pendant toute la durée du chantier. Les emprises de chantier, ainsi que les différentes installations (bureaux administratifs, zones de stockage de matériaux, centrale béton, etc.), présentent un effet visuel important.

En raison de l'insertion du projet dans un contexte urbanisé, ces différents impacts seront toutefois limités.

Par ailleurs, les chantiers sont générateurs de résidus de toutes natures liées à l'utilisation des consommables (matériaux de fabrication, ciment, etc.). L'impact visuel lié au stockage des déchets à la vue de tous dans un secteur en chantier, ou au contraire à la dispersion d'emballages dans les secteurs situés à proximité du chantier (déchets emportés par le vent) est à prendre en compte.

Impact direct, indirect, temporaire avant proposition de mesures : fort

8.1.1.2. Mesures

Pour limiter les impacts sur le paysage en phase travaux, la mesure suivante est proposée :

- R2.1j - Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.3.5. de la présente Partie 6.

8.1.1.3. Effets résiduels

Après la mise en œuvre de la mesure de réduction, les effets résiduels liés au paysage en phase travaux sont modérés.

Impact résiduel : modéré

Pour pallier cet impact résiduel modéré, une mesure de compensation est prévue :

- C2.1i – Plantations d'arbres

Cette mesure est détaillée au chapitre 8.4.1. de la présente Partie 6.

8.1.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

8.1.2.1. Effets

Effets du projet sur le paysage urbain

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer permettra d'améliorer l'environnement et le paysage urbain par une requalification des voiries de façade à façade, par l'accompagnement de projets urbains et la création de cheminements sécurisés et continus pour les cycles et les piétons.

Ce réaménagement de façade à façade est réalisé en cohérence avec la création d'un axe urbain majeur et structurant de transport en commun. L'ensemble des aménagements réalisés dans le cadre du projet concoure à la reconquête de l'espace public et la création d'une ambiance urbaine globalement apaisée tout au long du tracé.

Le projet s'inscrit sur des voiries existantes, qui constituent aujourd'hui des éléments fragmentant du paysage.

Les aménagements paysagers et la végétalisation de la plateforme du tramway prévus dans le cadre du projet permettront d'apporter davantage de nature en ville, d'améliorer le cadre de vie et de rendre le paysage urbain plus agréable, confortable et vivant.

Pour mémoire, le projet prévoit pour assurer la marchabilité et le bien-être :

- Des trottoirs larges et dimensionnés pour leur fréquentation ;
- Des trottoirs et des traversées accessibles : en plateau ;
- Une bonne répartition de l'espace entre piétons et cycles ;
- Des pistes cyclables dimensionnées pour leur fréquentation
- Les grandes surfaces minérales réduites au minimum fonctionnel (limitation de l'effet de chaleur urbain) ;
- La végétalisation au maximum des surfaces non minéralisées ;
- L'aménagement du cadre de vie avec une forte présence végétale ;
- La plantation de végétal dans les conditions qui lui permettent de vivre avec peu d'entretien.



Perspective de l'aménagement à terme rue du Chemin Vert – Vue indicative (source : Trameo)

Trois niveaux de strates arbustives sont projetés : des strates basses, intermédiaires et hautes. Leur utilisation simultanée permet de répondre aux différentes fonctions recherchées (ombrage, ornement, réduction des îlots de chaleur, …).

Des arbres de 2ème et 3ème grandeur sont sélectionnés pour ombrager les trottoirs en évitant de porter trop d'ombre aux bâtiments. Les arbres de 1ère grandeur sont utilisés pour marquer l'espace ou en complément d'alignements existants de cette taille.

L'origine des végétaux est majoritairement indigène et locale. Une diversification des essences des alignements permettra d'éviter qu'une maladie ne contamine tout un aménagement monospécifique.

Le végétal joue également un rôle d'animation urbaine. Les trois strates permettent d'avoir une gestion saisonnière des floraisons avec en premier lieu une alternance d'espaces caducs et persistants, ainsi que des périodes de floraisons apportant différentes ambiances paysagères au fil des saisons.



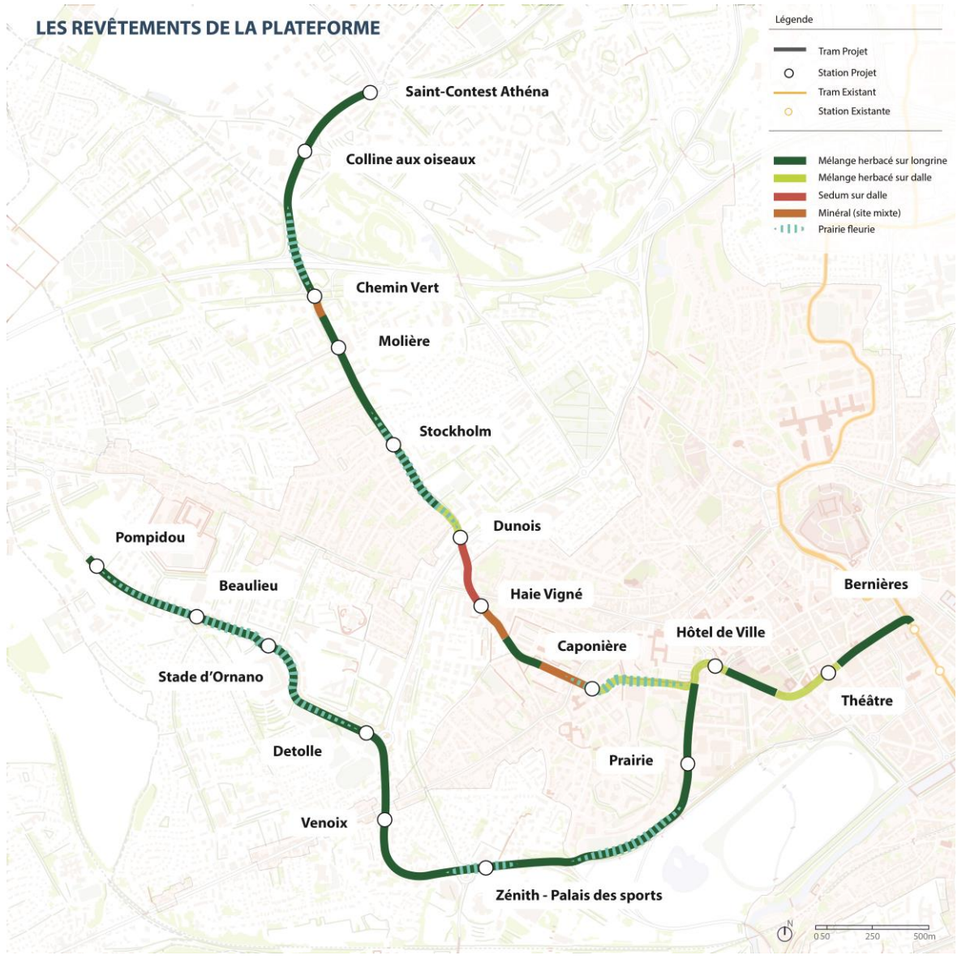
Vue en coupe de principe des différentes strates arbustives (source : Trameo)

La strate arbustive sera largement développée en pieds d'arbres, le long du parcours de tramway. Ces arbustes bas ou à développement modérés contribueront à une meilleure lecture des parcours et une amélioration de la sécurité des espaces urbains en canalisant et orientant les flux ou en mettant simplement les modes doux à distance de de la circulation automobile.

En ce qui concerne les revêtements de la plateforme du tramway, celle-ci sera largement végétalisée (environ 80% de la plateforme).

La constitution du support de la plateforme du tramway est un élément fondamental dans le choix de la végétation. Selon le type de plateforme, le traitement sera différentié :

- Dans le cas d'une plateforme sur longrine (forte épaisseur de substrat), un mélange herbacé sera semé qui ne nécessite pas d'arrosage ;
- Dans le cas d'une plateforme sur dalle (faible épaisseur de substrat pour des contraintes techniques), il sera proposé autant que possible un mélange herbacé issu de milieu naturel sans arrosage ou a minima une végétalisation à base de sédum.



Les différents revêtements de la plateforme du tramway (source : Trameo)

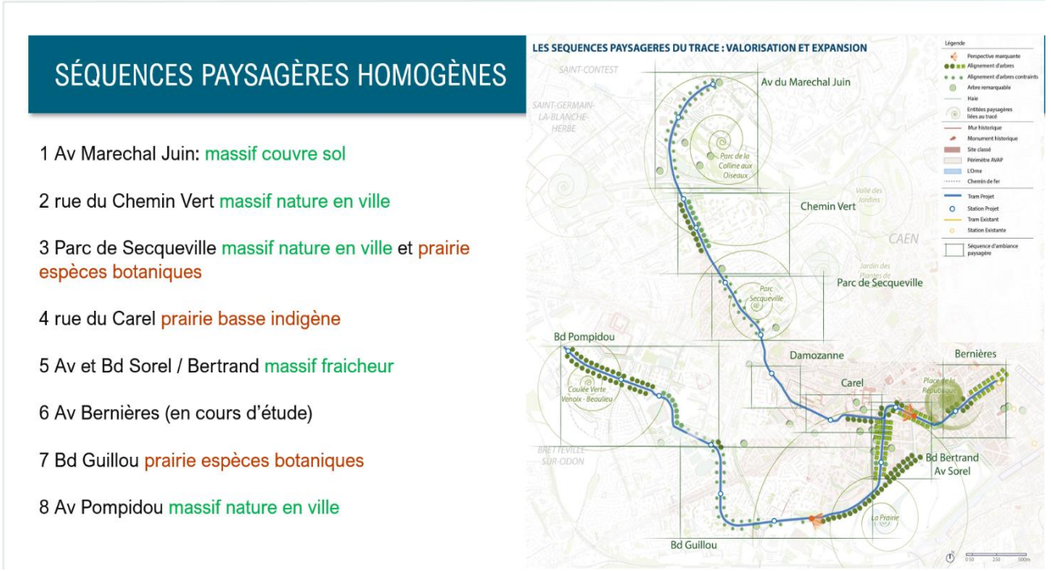


Exemple de mise en œuvre d'une prairie fleurie sur la plateforme du tramway de Strasbourg (source : Trameo)

Sur certains secteurs, une gestion alternative de l'entretien avec ensemencement de prairie fleurie est proposée. Ceci concerne le boulevard Pompidou, le boulevard Guillou le long de la Prairie, le boulevard du Maréchal Juin à proximité de la Colline aux Oiseaux, la rue du Chemin Vert le long du Parc de Secqueville et les allées du Père Jamet.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les parties ci-après s'attachent à décliner les principes décrits ci-avant aux différentes séquences paysagères homogènes déterminées dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer.



Séquences paysagères homogènes

- **Séquence paysagère 1- Boulevard du Maréchal Juin**

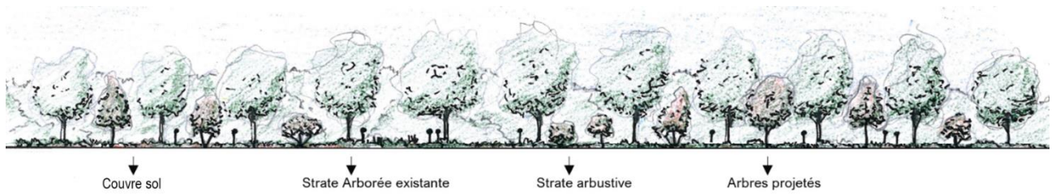
Le traitement paysager de l'avenue du Maréchal Juin vise à préserver et à valoriser les caractéristiques du site tout en apportant une réponse écologique et esthétique adaptée. Le projet prévoit de semer une large bande de prairie naturelle sous l'alignement existant de tilleuls.

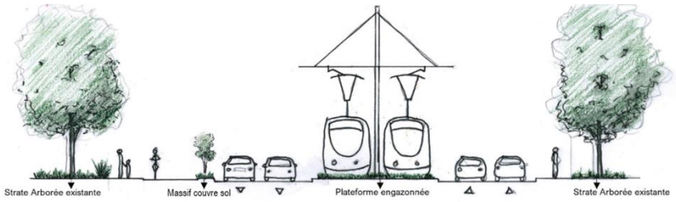
Cette solution s'inscrit dans une volonté de renforcer la biodiversité et d'offrir un intérêt phénologique tout au long de l'année, tout en respectant la profondeur des vues qui caractérise ce secteur.



Projet de bande de prairie sous l'alignement de Tilleuls

En effet, l'urbanisation lâche des zones d'activités traversées par l'avenue permet des perspectives dégagées vers les façades et les entrées des bâtiments, situées en retrait. L'implantation d'une strate végétale basse, mouvante et légère, évite de contrarier ces vues profondes tout en introduisant une dimension naturelle et vivante dans ce cadre urbain.





Arbres existants (Tilia europea)
+ prairie basse indigène

Bandes techniques
Strate basse
- Hedera 'Algerian Bellecour' 80%
- Aquilegia chrysantha 20%

Strate arborée
- Amelanchier alnifolia 'Obelisk'
- Ligustrum japonicum 'Texanum'
- Viburnum tinus 'Spirit'

Strate arborée :

Strate arborée

1 *Acer buergerianum*
2 *Gleditsia triacanthos 'Sun Burst'*
3 *Koelreuteria paniculata*
4 *Amelanchier lamarckii*
5 *Magnolia stellata*
6 *Pinus sylvestris*



Massifs couvre-sol :

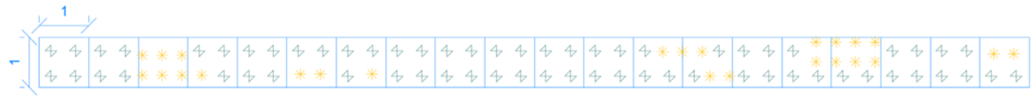
Le projet traite le terre-plein de 1 mètre de large qui sépare la piste cyclable de la chaussée dans le même esprit de simplicité et d'efficacité. Il est planté d'un couvrement végétal robuste composé à 80 % de Hedera 'Algerian Bellecour', qui assure une couverture dense et pérenne, facile d'entretien. Pour apporter une touche de légèreté et de saisonnalité, 20 % d'*Aquilegia chrysantha* sont intégrés à cette composition. Quelques arbustes, plantés de manière aléatoire, ponctuent l'ensemble, créant des points d'accroche visuelle discrets et naturels.

Ce parti pris paysager propose ainsi une végétalisation sobre et adaptée aux usages du site, tout en répondant aux enjeux de biodiversité, d'entretien raisonné et de valorisation des ambiances paysagères.

1 Hedera 'Algerian Bellecour'
2 Aquilegia chrysantha



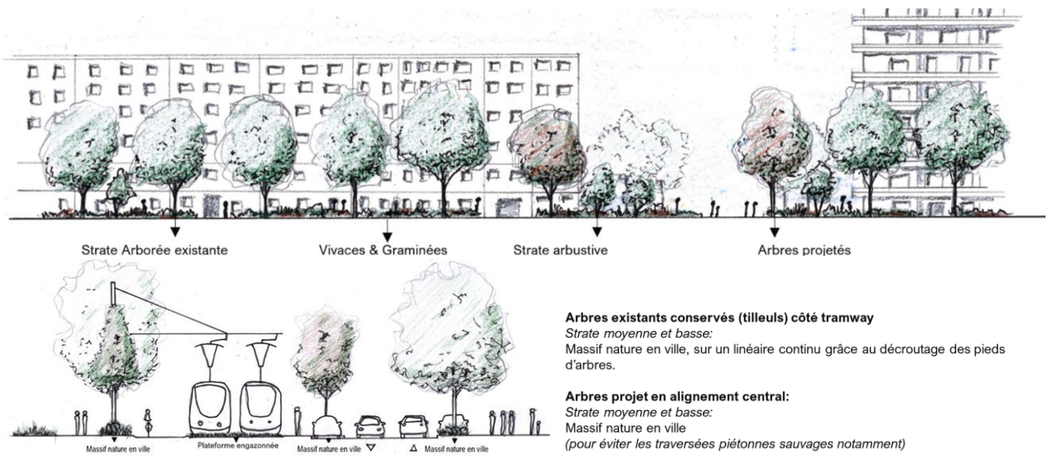
+*Hedera 'Algerian Bellecour'* 4 u/m² 80%
+*Aquilegia chrysantha* 6 u/m² 20%



Séquence paysagère 2- Rue du Chemin Vert

Afin de rompre avec l'uniformité des alignements monospécifiques de la rue du Chemin Vert, les alignements seront complétés après le boulevard Schuman avec des essences plus variées.

Les pieds d'arbres sont libérés et plantés avec une strate herbacée et arbustive afin de conforter ce corridor écologique et améliorer la santé des arbres et des habitants.



Arbres existants conservés (tilleuls) côté tramway
Strate moyenne et basse:
Massif nature en ville, sur un linéaire continu grâce au décroutage des pieds d'arbres.

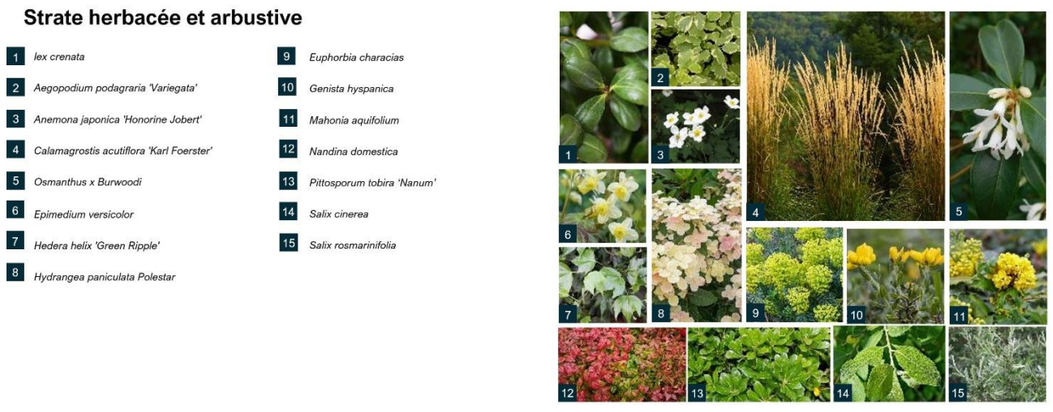
Arbres projet en alignement central:
Strate moyenne et basse:
Massif nature en ville
(pour éviter les traversées piétonnes sauvages notamment)

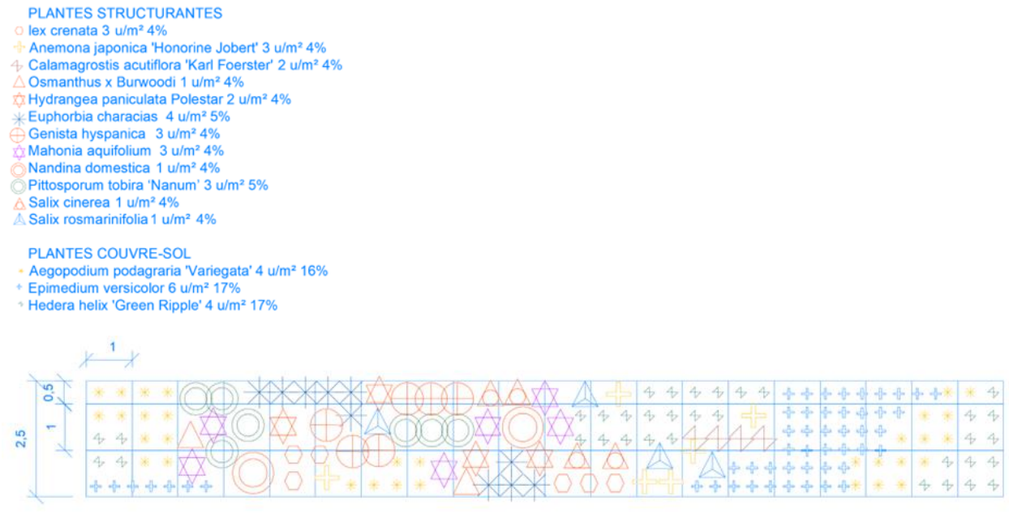
Strate arborée :

La strate arborée sera composée d'une sélection d'espèces aux formes et textures variées, avec des arbres tels que le *Tilia cordata*, le *Parrotia persica*, le *Phillyrea latifolia*, et l'*Acer campestre 'Elsrijk*'. Cette diversité permet de créer un rythme visuel différent, apportant un contraste avec les alignements réguliers du boulevard. Le *Alnus cordata* et son hybride, l'*Alnus x spaethii 'Spaeth'*, viendront renforcer cette variation, tout en s'intégrant harmonieusement dans l'environnement urbain.



Strate herbacée et arbustive :





Séquence paysagère 3 - Requalification paysagère aux abords du parc de Secqueville

Projet aux abords du parc de Secqueville

Dans le cadre du projet de tramway, l'emprise nécessaire à l'installation de la plateforme tramway impose l'abattage de cette haie paysagère, qui se situe directement sur le tracé projeté. En effet, cette portion du tracé offre une emprise bien plus réduite. Plusieurs scenarii ont été étudiés pour tenter de préserver la haie. Il s'avère que même lorsque la plateforme du tramway l'évite, un linéaire important doit tout de même être supprimé pour des questions de sécurité spécifiques au tramway et de masque à la visibilité. De plus ce genre de scenarii ont un effet très important sur la circulation et le fonctionnement du carrefour Dunois.

Ce constat cependant offre également une opportunité de réinterpréter et de valoriser cette interface, en lien avec le projet global de requalification urbaine et paysagère du parc de Secqueville.

Le projet d'aménagement s'inscrit dans une démarche de requalification cohérente, reliant la rue de Franqueville au boulevard Dunois, avec pour objectif principal de renforcer les relations visuelles, fonctionnelles et paysagères entre la rue du Chemin Vert et le parc de Secqueville.

Les principes sont les suivants :

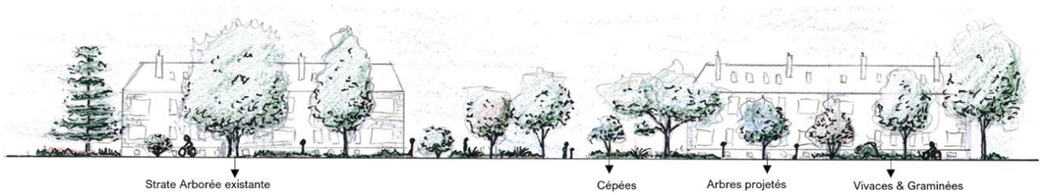
- Insertion de la plateforme végétalisée du tramway en latéral
- Plantation d'une prairie fleurie sur la plateforme et sur ses abords
- Création d'un nouvel alignement d'arbres entre le tramway et la voirie

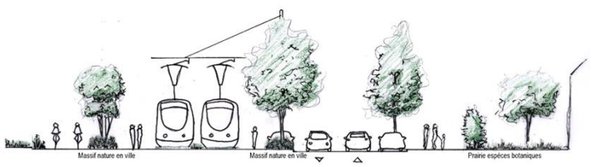
- Création d'une connexion paysagère avec le parc de Secqueville de l'autre côté.

Plantations d'arbres d'alignement :

Des arbres d'alignement seront plantés le long du trottoir ouest, formant une structure claire et rythmée en façade urbaine.

Une seconde rangée d'arbres sera implantée sur la surlargeur de la plateforme du tramway, renforçant la dimension végétale et offrant une continuité paysagère.





Arbres existants et projets conservés côté voirie ouest
Strate basse:
Prairie espèce botanique

Arbres projet en alignement central:
Strate moyenne et basse:
Massif nature en ville
(pour éviter les traversées piétonnes sauvages notamment)

Insertion d'une strate intermédiaire :

Entre les alignements d'arbres, des arbustes et des plantes couvre-sol seront intégrés en alternance. Cette strate intermédiaire apportera une diversité végétale, améliorant à la fois l'esthétique du lieu et la biodiversité locale.

Ouverture côté parc :

Du côté est, en bordure du parc, la haie initiale sera remplacée par un espace largement dégagé et ouvert. Cette configuration mettra en valeur les perspectives vers le parc, créant une continuité visuelle et une connexion renforcée entre l'espace public de la rue et le parc.

Enjeux et bénéfices :

Amélioration de la qualité paysagère : le remplacement de la haie bocagère par un aménagement composé d'alignements d'arbres et d'une strate intermédiaire offrira un cadre paysager plus ouvert et structuré.

Renforcement des usages : l'ouverture côté parc favorisera l'accessibilité et les relations entre les usagers de la rue et le parc de Secqueville, renforçant l'attractivité de ce dernier.

Contribution écologique :

Les plantations diversifiées contribueront à l'amélioration de la biodiversité et à la gestion des eaux pluviales grâce à la désimperméabilisation partielle de la zone.

Ce nouvel aménagement apportera une identité renouvelée à la rue du Chemin Vert tout en favorisant les interactions entre le tramway, la rue et le parc, au bénéfice des usagers et de la qualité du cadre de vie.

Strate arborée

La strate arborée sera composée d'espèces aux formes naturelles et variées, évoquant des paysages boisés et diversifiés. Parmi les essences sélectionnées, on retrouvera notamment l'*Acer cappadocicum*, le *Carpinus betulus*, la *Koelreuteria paniculata*, et le *Quercus cerris*, qui apporteront volume et structure à l'espace.

Des variétés plus élancées comme l'*Acer campestre 'Green Column'*, le *Malus tschonoskii* et la *Koelreuteria paniculata 'Fastigiata'* viendront compléter cette strate arborée, assurant une diversité dans les hauteurs et les formes tout en favorisant l'ombre et le bien-être des riverains.

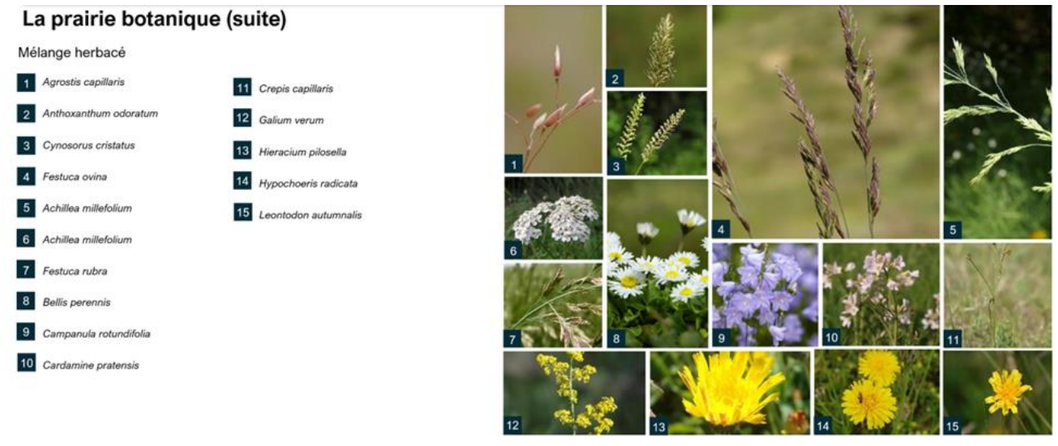


Prairie botanique

Ce mélange fleuri associe les avantages d'un gazon normal (hauteur faible) et la valeur écologique d'une prairie fleurie. Bonne résistance au piétinement, à la tonte courte et à la sécheresse. Il est composé de 80% de graminées sauvages et de 20% de fleurs sauvages. En complément, une collection de bulbes printaniers, tels que les Crocus, les Narcisses

botaniques, les Scilles, et les Tulipes botaniques, viendra ajouter des touches de couleurs vibrantes dès les premiers jours du printemps. Les Fritillaires pintades et les Anémones blanda apporteront quant à elles un charme délicat et champêtre.





Comparaison avant/après du projet à proximité du parc de Secqueville



Rue du Chemin Vert - Haie bocagère le long du parc de Secqueville (source : Trameo)



Rue du Chemin Vert – Illustration après projet donnée à titre indicatif (source : Trameo)

Séquence paysagère 4 – Rue du Carel

Les arbres existants sont conservés tant que possible. Un certain nombre de sujets à l'ouest n'ont pas pu être épargnés pour des raisons géométriques de contraintes d'insertion de la plateforme. Les pieds d'arbres sont libérés et plantés-de prairie indigène

Sur la plateforme tramway et accotements le projet prévoit de la prairie indigène, en lien avec le traitement des abords sur la séquence EPSM.

Enfin, en pied du mur en pierres, c'est également de la prairie basse indigène qui est semée pour conserver ces espaces désimperméabilisés.

Composition de la Prairie indigène :

50% Fleurs sauvages :

Achillea millefolium, Ajuga reptans, Agrostemma githago, Anthriscus sylvestris, Campanula glomerata, Campanula rotundifolia, Campanula patula, Campanula rapunculus, Carum carvi, Centaurea cyanus, Centaurea jacea, Cerastium arvense, Crepis biennis, Daucus carota, Galium mollugo, Galium verum, Genista tinctoria, Geranium pratense, Heracleum spondylium, Knautia arvensis, Lathyrus pratensis, Leontodon autumnalis, Leontodon hispidus, Leucanthemum vulgare, Lotus corniculatus, Papaver rhoeas, Pimpinella major, Plantago lanceolata, Plantago media, Primula veris, Prunella vulgaris, Ranunculus acris, Ranunculus bulbosus, Rhinanthus alectorolophus, Rhinanthus minor, Rumex acetosa, Salvia pratensis, Sanguisorba officinalis, Saxifraga granulata, Silaum silaus, Silene flos cuculi, Stelleria graminea, Tragopogon pratensis, Trifolium pratense, Veronica chamaedrys, Vicia cracca, Vicia sepium

50% Graminées sauvages :

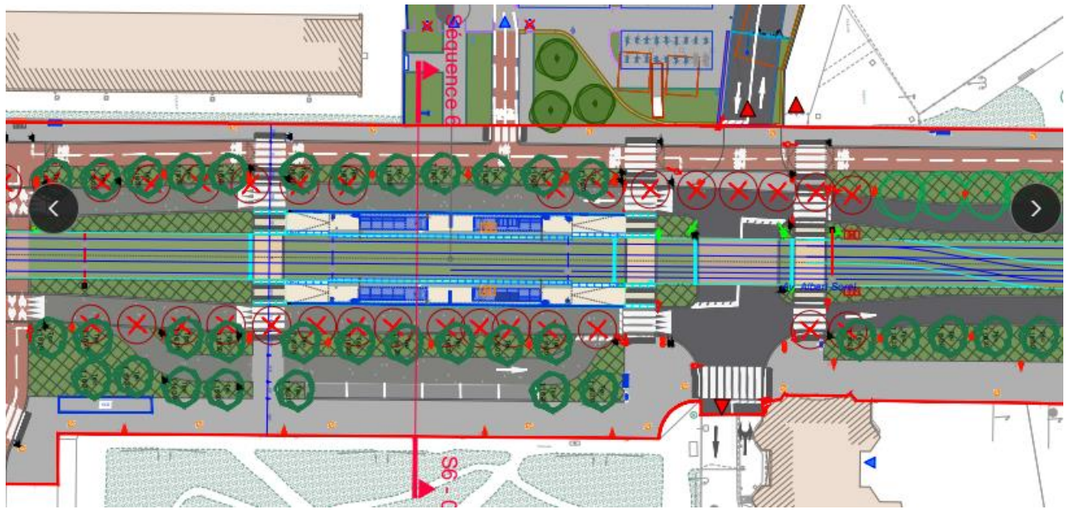
Alopecurus pratensis, Anthoxanthum odoratum, Arrhenatherum elatius, Bromus erectus, Briza media, Dactylis glomerata, Holcus lanatus, Poa pratensis, Trisetum flavescens

Séquence paysagère 5 – Recomposition paysagère de l'avenue Sorel et du boulevard Bertrand

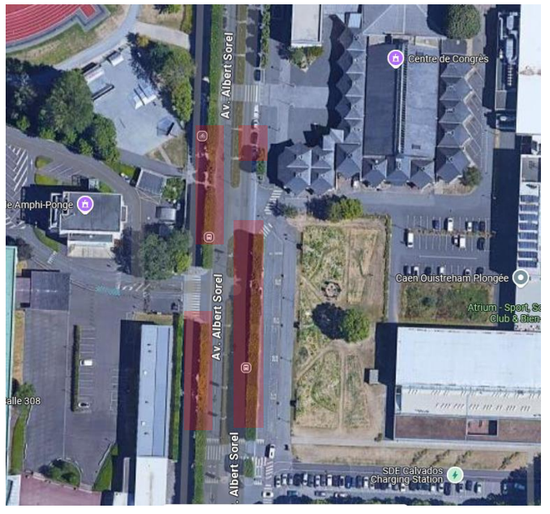
Projet sur l'avenue Sorel

La station « Prairie » est une station prévue à fort trafic située au centre d'équipements importants : le lycée Malherbe, le stade nautique, le centre des congrès, le stade Helitas. Pour des questions de sécurité vis-à-vis des lycéens, la station a été placée un peu éloignée par rapport à l'entrée du lycée (pour éviter affluence et regroupement devant le lycée et sur la route). Ce positionnement a un impact sur les deux alignements d'arbres existants de part et d'autre.

Ci-dessous : les arbres impactés en rouge. Les alignements sont restitués en décalé.

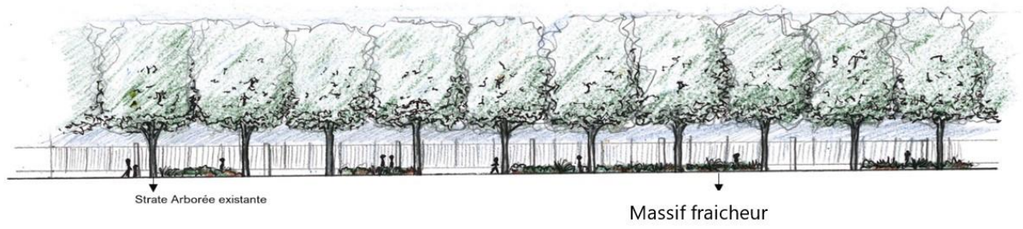


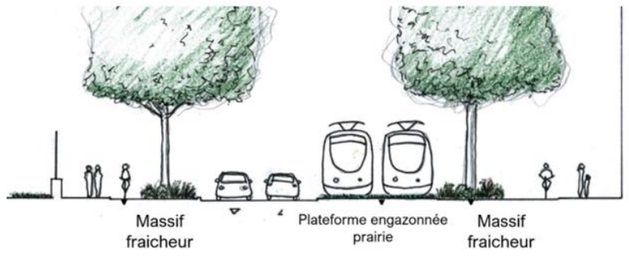
Recomposition paysagère sur l'avenue Sorel (source : Trameo)



Vue en plan des arbres impactés et replantés (source : Trameo)

Conscients de l'importance patrimoniale et paysagère de ces alignements, le projet paysager prévoit une reconstitution soigneuse de la majorité des arbres, avec un léger décalage de leur axe pour s'adapter aux nouvelles infrastructures.



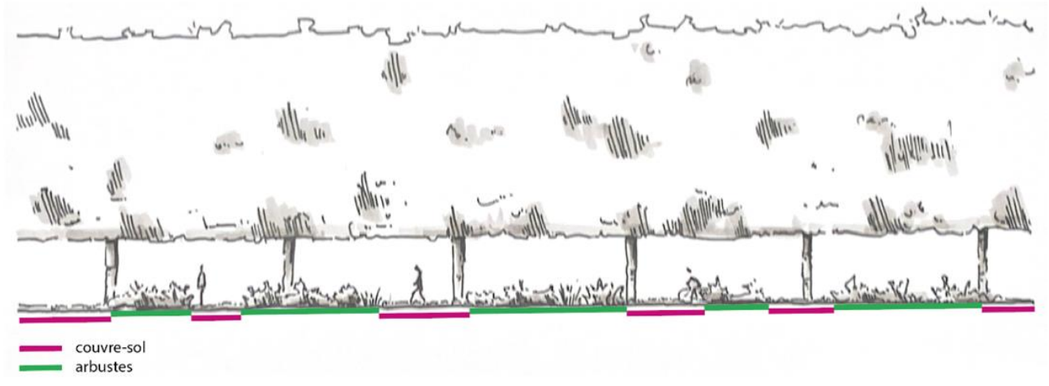


Arbres existants (tilleuls et platanes)
Strate moyenne et basse:
Massif fraicheur

Accotements tramway
Strate moyenne et basse:
Prairie espèces botaniques

Les principes sont les suivants :

- Les pieds d'arbres sont végétalisés et plantés de strate basse (massif fraicheur)
- La surlargeur de la plateforme du tramway est plantée de prairie fleurie
- Confortement de la libération des pieds d'arbres sur les plus grandes longueurs possibles. Complément de végétalisation en pieds d'arbres par de la prairie et des massifs fraicheurs.



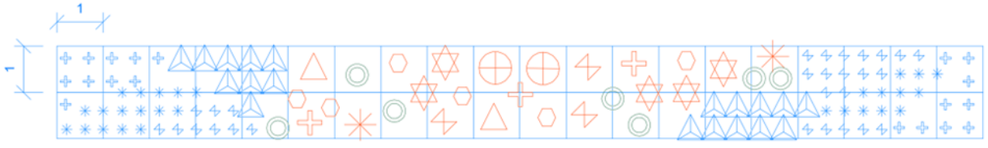
Vivaces, couvre-sol et arbustes

1. *Acanthus mollis*
2. *Ophiopogon japonicus*
3. *Hedera helix*
4. *Epimedium versicolor*
5. *Aegopodium podagraria 'variegata'*
6. *Nandina domestica*
7. *Callicarpa bodinieri*
8. *Choisya ternata*
9. *Hydrangea quercifolia*
10. *Sarcococca confusa*
11. *Camelia 'Dahlonega'*
12. *Hydrangea arborescence 'Annabelle'*



Vivaces et couvre-sol
Acanthus mollis 3 u/m² 6%
Ophiopogon japonicus 6 u/m²12%
Hedera elix 4 u/m² 12%
Epimedium versicolor 6 u/m² 12%
Aegopodium podagaria 'variegata' 4 u/m² 12%

Arbustes
Nandina domestica 2 u/m² 7%
Callicarpa bodinieri 1 u/m² 7%
choisya ternata 1 u/m² 7%
Hydrangea quercifolia 1 u/m² 6%
Sarcococca confusa 2 u/m² 7%
Camelia 'Dahlonega' 1 u/m² 6%
Hydrangea arborescence 'Annabelle' 1 u/m² 6%



Le remplacement d'arbres Avenue Sorel

Dans le cadre du projet d'aménagement de l'avenue Sorel, la reconstitution de l'alignement de tilleuls est une priorité pour préserver l'identité paysagère et patrimoniale de cet axe structurant. Le choix de planter des tilleuls en force 18/20 (arbres de 18-20 cm de circonférence mesurés à 1 m du sol), plutôt qu'en 20/25 ou plus, repose sur plusieurs arguments techniques et écologiques qui garantiront à terme un alignement cohérent et pérenne.

Les arbres en force 18/20 présentent un rapport optimal entre développement racinaire et volume foliaire, leur permettant une reprise plus rapide et plus efficace après plantation. Leur enracinement plus dynamique leur confère une meilleure résilience face aux conditions urbaines et aux aléas climatiques. En comparaison, des sujets plus gros (20/25 et

plus) nécessitent un effort d'adaptation plus important et présentent un risque accru de stress hydrique et de dépérissement post-plantation.

L'objectif de l'alignement reconstitué est de retrouver à terme une structure végétale homogène avec une taille en rideau. En choisissant des sujets 18/20, il est possible d'intervenir dès les premières années avec des tailles de formation précoces et adaptées, guidant progressivement la structure des arbres sans nécessiter de tailles sévères, souvent mal tolérées par des arbres plus développés. Cette approche garantit une meilleure architecture du houppier et une plus grande longévité des arbres.

Les tilleuls replantés en force 18/20 s'intégreront progressivement dans l'alignement existant en limitant l'effet de rupture paysagère. Leur croissance rapide leur permettra de rejoindre la hauteur des arbres conservés tout en s'adaptant aux contraintes spécifiques du site. Cette homogénéité progressive renforcera la cohérence visuelle de l'avenue, notamment en regard du lycée Malherbe et de l'Hôtel de Ville.

En favorisant des arbres plus jeunes, le projet s'inscrit dans une logique de résilience écologique. Leur meilleure reprise et leur adaptation plus rapide contribuent à assurer un couvert végétal durable, favorisant la captation des polluants, la régulation thermique et l'accueil de la biodiversité urbaine. Par ailleurs, leur développement progressif permettra d'assurer à terme un ombrage efficace et continu sur l'avenue, améliorant le confort des piétons et des cyclistes.

Afin d'enrichir ces alignements et d'améliorer leur apport écologique, une strate intermédiaire composée d'arbustes et de plantes couvre-sol sera implantée sous la quasi-totalité des arbres.

Cette strate végétale, choisie parmi des espèces adaptées à l'ombre, apportera une dimension esthétique renouvelée, tout en augmentant le confort thermique et visuel des piétons. Ces plantations renforceront également la sécurité en mettant piétons et cyclistes à distance de la circulation automobile.

Au-delà de l'esthétique et du confort, cette démarche participe à une revitalisation écologique significative. La diversité des végétaux introduits permettra d'enrichir la biodiversité locale en offrant nourriture et refuge à la faune, tant dans les parties aériennes que dans le sol, qui retrouvera progressivement une meilleure fertilité. Ainsi, l'avenue Sorel et le boulevard Bertrand deviendront des espaces exemplaires alliant patrimoine, fonctionnalité et résilience écologique.

Comparaison avant/après du projet sur l'avenue Sorel



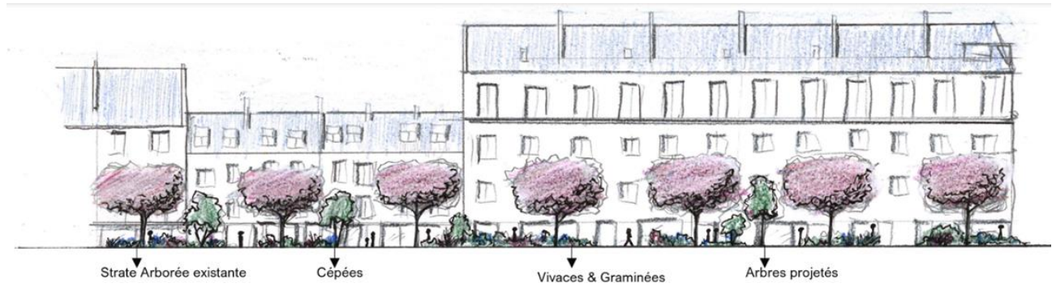
Avenue Sorel – État actuel (source : Trameo)

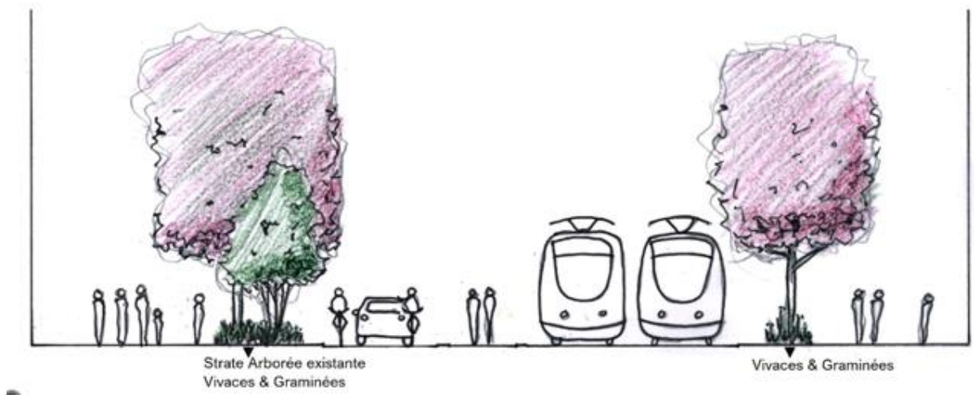


Avenue Sorel – État projeté – illustration donnée à titre indicatif (source : Trameo)

Séquence paysagère 6 – Rue de Bernières

Le projet de requalification végétale du boulevard du Maréchal Leclerc constitue une occasion unique de transformer un axe aujourd'hui marqué par une végétation limitée et peu diversifiée en un espace plus vivant, plus frais et plus accueillant, contribuant à l'amélioration du confort des usagers et au développement d'une trame verte en plein cœur de la ville. L'apport important dans cet aménagement sera la plantation d'une strate intermédiaire sur de vastes bandes plantées. Cette strate sera composée d'arbustes, plantes vivaces et couvre-sol.





Strate arborée

1. *Gleditsia triacanthos 'Sun Burst'*
2. *Robinia pseudoacacia 'Frisia'*
3. *Toona sinensis 'Flamingo'*
4. *Fraxinus ornus*
5. *Tilia mongolica 'Buda'*



Strate herbacée et arbustive

1. *Achillea ptarmica 'Boule de Neige'*
2. *Bergenia cordifolia*
3. *Gaura lindheimeirii*
4. *Hosta 'Loyalist'*
5. *Knautia macedonica*
6. *Miscanthus sinensis 'Afrika'*
7. *Mukdenia 'Rossii'*
8. *Phlox 'Orange Perfection'*
9. *Stipa tenuifolia*
10. *Pittosporum tobira 'Nanum'*
11. *Osmanthus x Burwoodi*
12. *Ilex crenata*



Séquence paysagère 6b - La place du Théâtre

L'alignement de poiriers doit être supprimé sur le linéaire du boulevard Leclerc. En effet, l'insertion de la plateforme a fait l'objet de plusieurs scenarii. Cependant, la préservation du platane devant le Théâtre, et le passage contraint devant la Poste, ont abouti à l'insertion de la plateforme au nord du platane. . Le tracé préservant le platane, compte tenu de sa configuration en amont et en aval, impacte forcément l'alignement existant de poiriers.

La plateforme passe alors sur l'ouvrage de la rigole alimentaire du Petit Odon et celui-ci doit être protégé par un pontage. Les poiriers sont impactés par cette nécessité technique et il n'est pas possible de replanter des arbres côté nord de la plateforme.

Cependant, cette zone fait l'objet d'une réflexion spécifique dans le cadre de l'aménagement du parvis du Théâtre. Plus à l'est, le second alignement de poiriers est remplacé par un aménagement en continuité des nouveaux aménagements du boulevard Leclerc, avec de larges massifs plantés au centre de l'espace piétonnisé.

Le projet paysager repose sur les principes suivants :

- L'alignement de poiriers au nord est supprimé.
- Le platane central est conservé. Il est également complété par un projet de canopée avec des sujets à port étalé.



Place du Théâtre – Projet d'aménagement (source : Trameo)

Les arbres conservés seront complétés par une palette d'essences variées afin de constituer une canopée urbaine plus riche et mieux adaptée aux conditions climatiques. Ce choix favorisera la résilience de l'aménagement face aux maladies et aux épisodes climatiques extrêmes.

De vastes bandes plantées d'arbustes, de vivaces et de couvre-sols seront aménagées. Cette strate basse offrira de multiples bénéfices :

- Un enrichissement de la biodiversité en attirant pollinisateurs, oiseaux et insectes auxiliaires grâce à la diversité florale et à la structure végétale étagée ;
- Un effet de rafraîchissement urbain grâce à une évapotranspiration accrue et à la réduction des surfaces minérales ;
- Une amélioration du cadre de vie en apportant une ambiance plus naturelle et apaisante, favorisant la déconnexion sensorielle au cœur de la ville ;
- Une mise à distance des flux de circulation et un sentiment de sécurité accru pour les piétons et les usagers du tramway.

Comparaison avant/après du projet sur la place du Théâtre :



Place du Théâtre – État actuel (source : Trameo)



Perspective du projet d'aménagement devant le théâtre – illustration donnée à titre indicatif (source : Trameo)

Séquence paysagère 7 - Boulevards Detolle et Guillou

Le projet impacte l'alignement Est du boulevard Detolle et du boulevard Guillou jusqu'au grand virage du boulevard Guillou environ. La nécessité d'intégrer le tramway, 2x2 voies pour les véhicules et des aménagements cyclables n'était pas possible sans impacter au moins un des deux alignements.

Le choix s'est porté sur l'alignement côté piste cyclable qui permet de créer une bande plantée entre le trottoir et les cycles, créant ainsi plus de sécurité et fait de l'ombre aux deux modes.

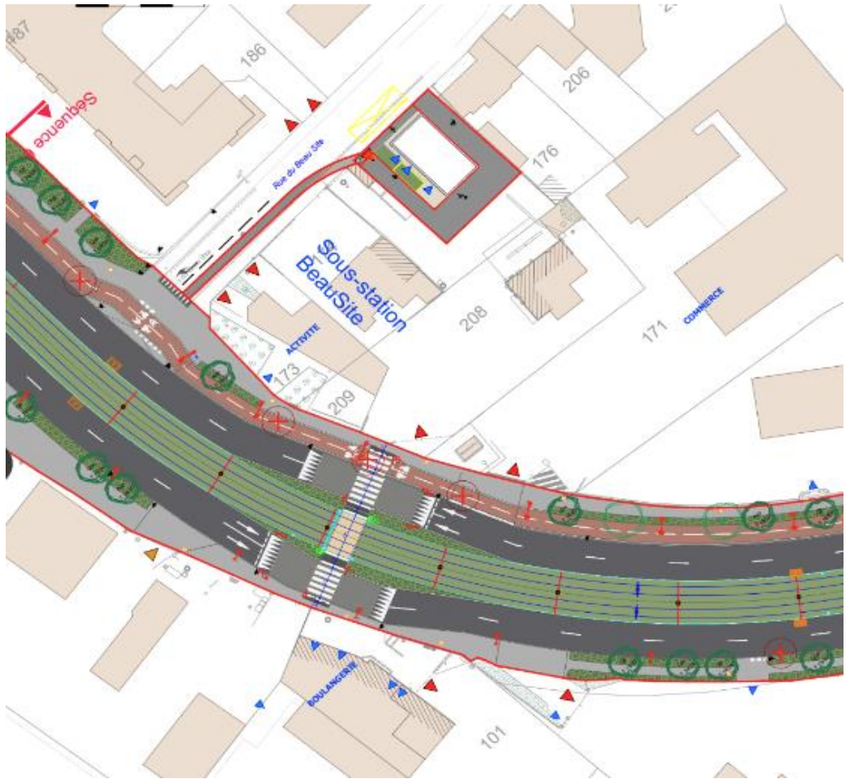
Ci-dessous : les croix rouges indiquent sur les plans les arbres supprimés sur les boulevards Detolle et Guillou, replantés localement dès que l'espace est suffisant :



Impact de l'alignement Est du boulevard Detolle (source : Trameo)

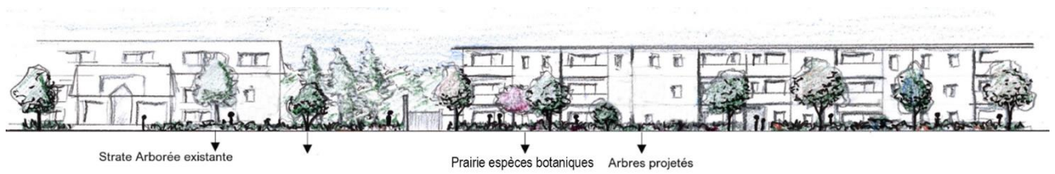


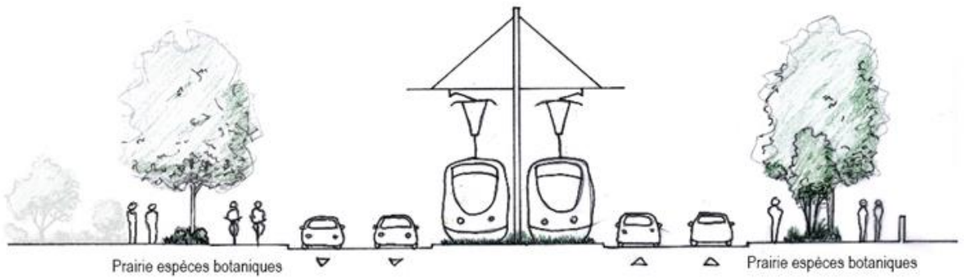
Impact de l'alignement Est du boulevard Guillou (source : Trameo)



Impact de l'alignement latéral sur le boulevard Guillou (source : Trameo)

L'insertion de la ligne de tramway nécessite l'abattage de 16 arbres. Conscients de l'impact de cette intervention, nous avons conçu un projet de requalification paysagère qui ne se limite pas à une simple compensation, mais vise une véritable amélioration écologique et urbaine du boulevard.





L'alignement Est est donc recomposé. L'alignement ouest existant est complété, notamment au niveau de la grande courbe, car il n'y a actuellement plus d'alignement dans cette section.

Afin d'assurer une reconstitution durable du couvert arboré, le projet prévoit la plantation d'un alignement plurispécifique composé de chêne de Bourgogne, de chêne vert, d'aulne et de micocoulier. Ce choix d'essences variées garantit :

- Une meilleure résilience face aux maladies et aux changements climatiques, en diversifiant les caractéristiques écologiques et les cycles biologiques des arbres ;
- Une évolution saisonnière riche et variée, avec des feuillages caducs et persistants qui apporteront des nuances de couleurs et de textures tout au long de l'année ;
- Un renforcement de la biodiversité, en offrant un habitat à une faune plus diversifiée grâce aux feuillages, aux floraisons et aux ressources nutritives des essences sélectionnées ;
- Un sous-bois urbain pour une ville plus accueillante et plus fraîche.

L'enrichissement végétal du boulevard ne se limite pas aux arbres d'alignement. À l'angle de la rue Caponière, un vaste massif de plantes vivaces et d'arbustes viendra structurer l'espace et accentuer la présence végétale en complément des alignements. Cette composition se prolongera en pieds d'arbres, créant un véritable sous-bois urbain qui :

- Apportera de la fraîcheur et réduira l'effet d'îlot de chaleur urbain, grâce à l'évapotranspiration et à la rétention d'humidité du sol ;
- Valorisera l'expérience piétonne, en créant un cadre plus agréable et apaisant, tout en mettant à distance les flux automobiles ;
- Favorisera la biodiversité urbaine, en attirant pollinisateurs, insectes auxiliaires et oiseaux grâce à une strate basse diversifiée et florifère.

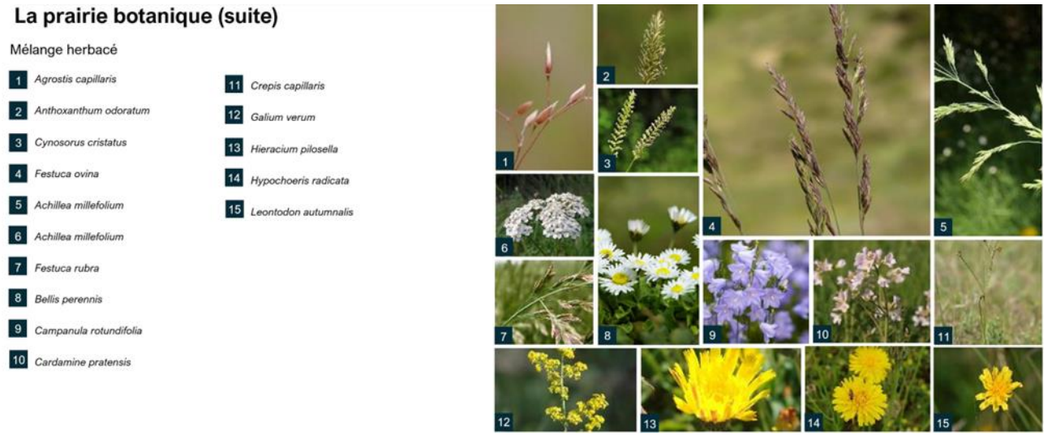
Ainsi, la requalification du boulevard André Detolle transforme la contrainte initiale en une opportunité de renouvellement urbain et paysager. Par la diversité végétale et l'introduction de strates complémentaires, le projet vise à créer un espace public plus vivant, plus accueillant et mieux intégré aux continuités écologiques de la ville.

Strate arborée :



Prairie :





En synthèse, le projet paysager repose sur les principes suivants :

- La plateforme du tramway est insérée au centre de la voirie. Elle est végétalisée et plantée d'une prairie fleurie.
- Les pieds d'arbres des alignements de part et d'autre sont libérés et plantés avec une végétation basse et intermédiaire.

Comparaison avant/après du projet sur le boulevard Detolle

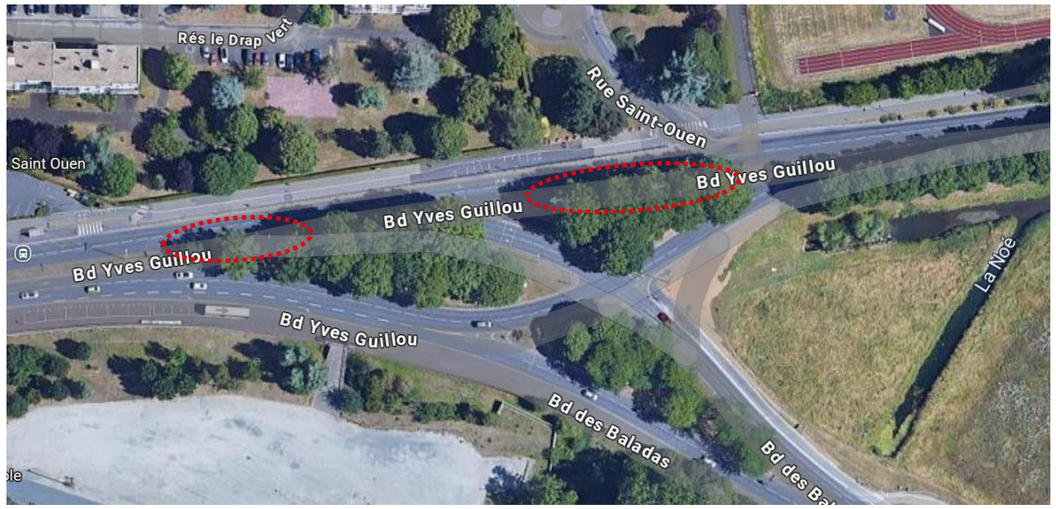


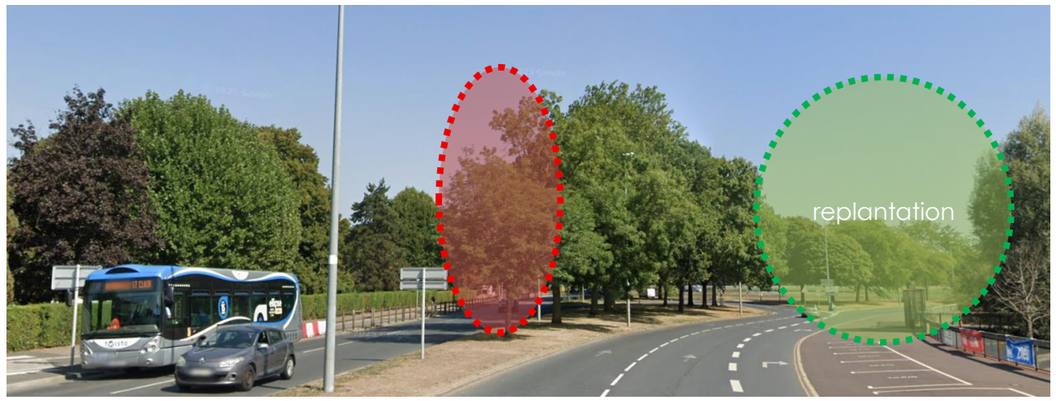
Boulevard Detolle – État actuel (source : Trameo)

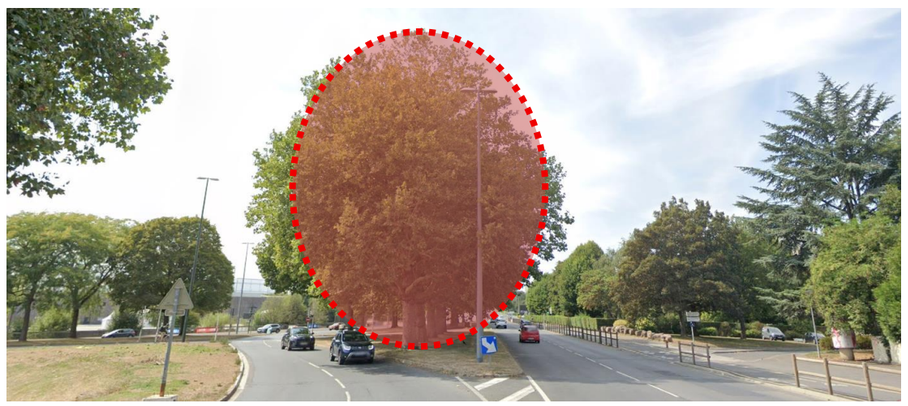


Boulevard Guillou - Perspective du projet d'aménagement – illustration donnée à titre indicatif (source : Trameo)

Impact sur l'alignement de platanes suite à la reconfiguration du carrefour Baladas







Le projet prévoit de reconfigurer et compacter le carrefour baladas. Si tout l'espace gagné sur la voirie est transformé en espace vert, l'impact sur les sujets existants n'en reste pas moins important. Côté Est, trois sujets de moyenne taille sont abattus, et côté ouest 5 sujets sur un alignement de 8 grands platanes sont abattus.

L'alignement est complété à l'est, et le carrefour est globalement renaturé. Les nouvelles plantations au sud est donneront un effet encore plus arboré à ce carrefour.

Dans son fonctionnement, la rue de Saint Ouen est fermée ainsi que les différents bypass Guillou x Baladas. Plusieurs scenarii ont été étudiés afin d'épargner l'alignement de platanes. Cependant, l'analyse multicritère exploitation tramway / sécurité des cycles / circulation routière/ préservation des arbres a conclu que l'insertion proposée était la plus viable.

- **Séquence paysagère 8 - Boulevard Pompidou, une recomposition paysagère pour un boulevard plus végétal, résilient et accueillant**

L'insertion centrale de la plateforme de tramway, tout en maintenant les voies de circulation de part et d'autre, impose malheureusement l'abattage de la majorité des Gingkos bilobas existants.

En effet, du fait des nombreux accès riverains de part et d'autre de l'avenue, de la nécessité de conserver deux voies de circulation pour cet axe majeur, sécuriser l'itinéraire cyclable et maintenir quelques stationnements (deux files sur quatre sont déjà supprimées), la maitrise d'œuvre a étudié de nombreux scenarii, avec le tramway en axial, en central, et différentes répartitions des usages. Il s'avère que la seule qui soit sécuritaire est celle retenue. L'impact sur les arbres se fait à peu, mais suffisamment pour qu'il soit nécessaire de les remplacer.

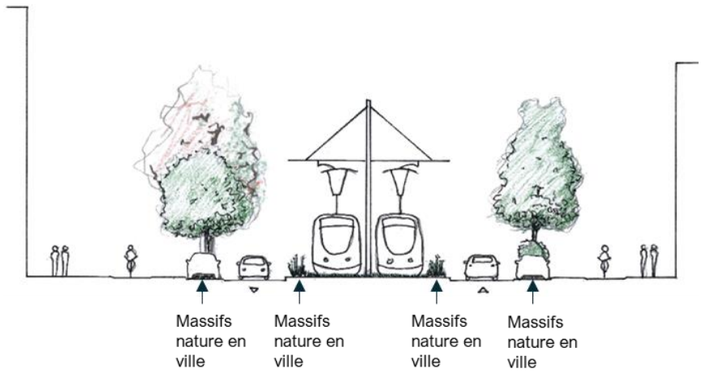
Plutôt que de reconstituer un alignement monospécifique, une recomposition végétale ambitieuse et écologique est proposée, intégrant à la fois des arbres de grand développement et une strate intermédiaire riche en biodiversité.

Le nouveau double alignement sera composé d'essences variées telles que des Liquidambars, des chênes, des tilleuls et des frênes, qui offriront une canopée diversifiée, plus résiliente face aux changements climatiques et aux maladies.

En complément, une strate intermédiaire composée d'arbustes et de plantes couvre-sol viendra enrichir la palette végétale, améliorant la qualité écologique du boulevard tout en renforçant son attractivité pour la faune locale.







Arbres projets
Strate moyenne et basse:
Massif nature en ville

Accotements tramway
Strate moyenne et basse:
Massif nature en ville
(pour éviter les traversées piétonnes sauvages notamment)

Boulevard Pompidou – État projeté (source : Trameo)

Cette nouvelle composition végétale aura un impact significatif sur l'ambiance urbaine :

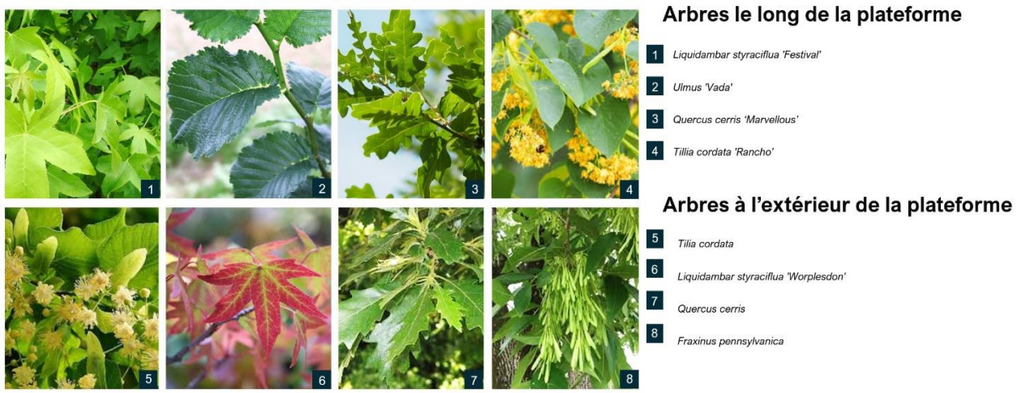
- Un cadre plus agréable et apaisant pour les piétons et les cyclistes, en rompant avec l'aspect strict et minéral actuel ;
- Un effet rafraîchissant, grâce à l'ombrage procuré par les grands arbres et à la végétation basse qui limitera la réverbération de la chaleur sur les surfaces minérales ;
- Une meilleure captation des particules fines et du CO_2, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité de l'air ;
- Une augmentation de la biodiversité urbaine, en favorisant la présence d'insectes pollinisateurs et d'oiseaux qui trouveront refuge dans cette végétation plus variée.

Par cette requalification végétale, le boulevard Pompidou ne sera plus seulement un axe de transit, mais deviendra un véritable corridor écologique et un espace plus accueillant et vivant pour les usagers.

La force des arbres plantés sur le projet est 18/20, qui permet une taille suffisante pour l'aspect visuel des végétaux, mais leur permet de grandir sur site, donc de manière plus adaptée et pérenne.

Sur le boulevard, les deux alignements actuels étant remplacés, il est prévu d'augmenter la force des arbres replantés à 20/25 (arbres de 20-25 cm de circonférence mesurés à 1 m du sol).

Strate arborée :



Strate herbacée et arbustive :



En synthèse, le projet paysager repose sur les principes suivants :

- Plateforme insérée au centre la rue (à la place du terre-plein jaune). Elle est végétalisée et les surlargeurs continues sont plantées de prairie fleurie ;
- Les gingkos bilobas sont remplacés par des arbres d'essences variées ;
- Les pieds d'arbres sont végétalisés.

Comparaison avant/après du projet sur le boulevard Pompidou :



Boulevard Pompidou – État actuel (source : Trameo)



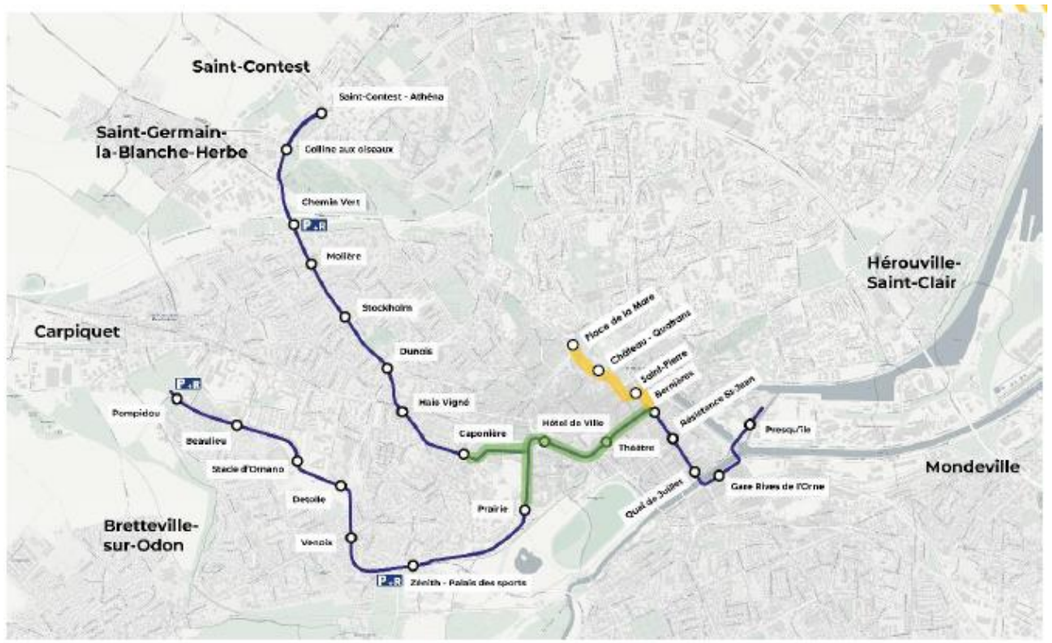
Boulevard Pompidou - Perspective du projet d'aménagement – illustration donnée à titre indicatif (source : Trameo)

Effets du projet liés à l'absence de lignes aériennes de contact en centre-ville

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a un impact positif sur le paysage urbain du centre-ville de Caen, du fait de l'absence de lignes aériennes de contact dans ce secteur.

Pour mémoire, le projet prévoit :

- L'effacement de la ligne aérienne de contact au droit des lignes de tramway existantes, entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare » et donc un fonctionnement des rames de tramway par batteries ;
- L'absence de ligne aérienne de contact au droit des futures voies de tramway, sur les secteurs compris entre « Bernières » et « Caponière » (branche Nord-Ouest) / « Prairie » (branche Ouest).



Futurs secteurs sans lignes aériennes de contact (source : Transamo)

Impact direct, indirect et permanent avant proposition de mesures : positif

8.1.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est nécessaire.

8.2. PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE

8.2.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

8.2.1.1. Effets

Les impacts les plus significatifs vis-à-vis du patrimoine archéologique se produisent en phase travaux (risque de destruction, de perte de patrimoine, etc.). La mise à jour de sites ou de pièces archéologiques n'est pas à exclure dans le cadre de l'opération projetée.

La réalisation des travaux sans précaution pourrait conduire à la destruction de sites ou de pièces archéologiques, et empêcherait des découvertes d'intérêt majeur.

Impact direct, indirect, temporaire et permanent avant proposition de mesures : modéré

8.2.1.2. Mesures

Pour limiter le risque de destruction de sites archéologiques, les mesures suivantes sont proposées :

- E1.1d – Réalisation d'un diagnostic préventif archéologique
- R2.1j – Déclaration de toute découverte archéologique fortuite en phase travaux

Ces mesures sont détaillées au chapitre 8.4.1. de la présente Partie 6.

8.2.1.3. Effets résiduels

Après la mise en place de ces mesures, les effets résiduels liés au patrimoine archéologique sont faibles.

Impact résiduel : faible

8.2.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

8.2.2.1. Effets

En phase exploitation, aucun remaniement des sols ne sera réalisé et ne pourra impacter des vestiges archéologiques.

Ainsi, le projet n'aura pas d'impact en phase exploitation sur le patrimoine archéologique.

Impact direct, indirect, permanent avant proposition de mesures : nul

8.2.2.2. Mesures

Aucune mesure particulière n'est à mettre en œuvre en phase exploitation.

8.3. PATRIMOINE HISTORIQUE

8.3.1. Effets en phase travaux et mesures associées

8.3.1.1. Effets

Le projet, en particulier sa partie centre, s'insère dans un contexte patrimonial très marqué. :

- Le site patrimonial remarquable (SPR) de Caen ;
- Les périmètres de protection d'un grand nombre d'immeubles classés ou inscrits au patrimoine national, dont la majorité se situe à l'intérieur du site patrimonial remarquable de Caen.

Une demande de permis d'aménager sera à établir pour les parties de projet situées dans le Site Patrimonial Remarquable de Caen.

Hors du site patrimonial remarquable de Caen, le projet est concerné par un seul monument historique. Il s'agit du Manoir du Pont-Créon, situé à proximité du projet, toutefois sans covisibilité. Le Manoir du Pont-Créon est un ancien manoir situé à l'Ouest du centre-ville de Caen, dans le quartier Saint-Ouen.

Il ne sera pas nécessaire de mettre en œuvre une procédure au titre du Code du patrimoine par rapport à ce monument historique.

De plus, il est à noter que de nombreux éléments, bien que non identifiés en tant que monuments historiques, révèlent malgré tout d'un fort héritage patrimonial de Caen. C'est le cas par exemple du reste du mur de l'enceinte fortifié du Bourg l'Abbé construite vers 1356 et visible au niveau de la rue du Carel qui sera desservie par le tramway notamment.



Reste de l'enceinte fortifiée du Bourg l'Abbé construite vers 1356 au niveau de la rue du Carel (source : EGIS, Février 2024)

Impact direct, indirect, temporaire et permanent avant proposition de mesures : fort

8.3.1.2. Mesures

Pour limiter les effets du projet sur le patrimoine historique, les mesures suivantes sont proposées :

- R2.1j – Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux
- R2.1s – Respect des prescriptions du SPR de Caen et des recommandations de l'ABF vis-à-vis des monuments historiques

Ces mesures sont détaillées au chapitre 8.4 de la présente Partie 6.

8.3.1.3. Effets résiduels

Après la mise en place de ces mesures, les effets résiduels sur le patrimoine historique sont faibles.

Impact résiduel : faible

8.3.2. Effets en phase exploitation et mesures associées

8.3.2.1. Effets

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a un impact positif indirect sur le patrimoine historique du centre-ville de Caen, du fait de l'absence de lignes aériennes de contact dans ce secteur.

Pour mémoire, le projet prévoit :

- L'effacement de la ligne aérienne de contact au droit des lignes de tramway existantes, entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare » et donc un fonctionnement des rames de tramway par batteries ;
- L'absence de ligne aérienne de contact au droit des futures voies de tramway, sur les secteurs compris entre « Bernières » et « Caponière » (branche Nord-Ouest) / « Prairie » (branche Ouest).

Impact direct, indirect et permanent avant proposition de mesures : positif

8.3.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est nécessaire.

8.4. PRESENTATION DES MESURES RELATIVES AU PAYSAGE ET AU PATRIMOINE

8.4.1. En phase travaux

8.4.1.1. C2.1i – Plantations d'arbres

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantation d'arbres	**Code mesure : C2.1i**
Opération : **Projet d'extension du tramway de Caen la mer**	**Phase :** **Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☑ **Faune et flore**
- ☑ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☑ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Coût estimatif : 700 000 € HT

Description de la mesure

Le projet permet la conservation de 704 arbres et nécessite la coupe de 452 arbres. 810 arbres seront plantés au sein des emprises du projet.

Les essences qui seront plantées seront majoritairement locales et choisies en fonction de leur capacité à s'adapter au changement climatique. Elles seront diversifiées pour réduire les risques d'épidémies et permettre plus de résilience.

Lorsqu'ils sont situés à proximité du tramway et des différentes voiries, leur port est remonté pour éviter que les premières charpentières soient un obstacle aux véhicules. Dans les espaces moins contraints, les arbres ont un port libre leur permettant un meilleur développement et une plus grande pérennité.

Les caractères caducs, persistants ou marcescents permettent de varier les ambiances paysagères au fil des saisons afin d'avoir un espace public avec une dynamique végétale tout au long de l'année.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantation d'arbres	**Code mesure : C2.1i**

Lorsque l'arbre est planté dans son emplacement définitif, il est toutefois nécessaire de le protéger des agressions du milieu.

Le tuteurage

Les tuteurs à 3 ou 4 pieds, en bois de châtaignier ou d'acacia (Robinia) seront privilégiés ; diamètre de 8 cm minimum. Les liens de maintien sont en fibres naturelles, pas de fils de fer, pas de caoutchouc, fixés en laissant une légère flexibilité à l'arbre.

Il est à noter que lorsqu'on installe trois tuteurs ou plus, ce dispositif offre l'avantage, à défaut d'autres dispositions, de protéger l'arbre des chocs (voiture...).

La protection du tronc contre le soleil

Certaines essences comme le tilleul, les érables... sont sensibles aux brûlures du tronc par le soleil que l'on nomme échaudures. Elles créent, des nécroses qui sont une porte d'entrée pour les maladies cryptogamiques. Ce phénomène est accru en milieu urbain, avec les surfaces minéralisées.

La mise en place d'une protection évitera les brûlures de l'écorce et limitera l'évapotranspiration. Elle sera réalisée lors de la plantation, depuis le niveau du sol jusqu'aux branches.

La cannisse naturelle, les nattes de bambou ou les toiles, jouent ce rôle de protection. Il est fondamental d'assurer le suivi de ces matériaux mis en place.

Le paillage

Le paillage protège contre le gel ; il limite le dessèchement du sol en surface ; il permet la conservation d'une bonne structure du sol ; il permet la suppression de la concurrence herbacée et évite le passage fréquent des matériels de fauche auprès des troncs (les matériels de fauche provoquent des blessures sur les troncs qui sont autant d'entrée pour les champignons et les insectes parasites).

Le paillage est réalisé par l'épandage de matière organique compostée sur une épaisseur de 10 cm. Le meilleur matériel pour le paillage des arbres est composé de bois, d'écorce et de feuilles déchiquetées et partiellement compostés sur une courte période (7 à 12 mois). Les feuilles se dégradant rapidement, elles libèrent des éléments nutritifs dans le sol (engrais à court terme). Le bois et l'écorce se dégradent plus lentement libérant les éléments nutritifs sur plusieurs années (engrais à moyen terme). De cette façon, la couche de paillage peut perdurer quelques années avant l'ajout d'une nouvelle couche.

Les plantes de la strate intermédiaire en pied d'arbres

La plantation d'arbustes, de plantes couvre sol ou herbacées (principe de base le long de la ligne de tramway) permet de conserver un sol vivant par l'activité qu'elles autorisent (maintien d'une humidité, d'une activité biologique). L'impact esthétique sera positif et l'entretien minimum.

Elles permettent aussi la protection contre les chocs des matériels d'entretien (débroussailleuse, tondeuse...), contre le piétinement et le compactage.

Modalités de suivi de la mesure

Les tuteurs doivent être vérifiés régulièrement pour que l'arbre ne soit pas blessé.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Plantation d'arbres	**Code mesure : C2.1i**
Un suivi des nouveaux sujets plantés sera réalisé pendant 2 ans pour s'assurer de la reprise de la végétation. En cas de mort d'un sujet, celui-ci sera remplacé à l'identique.	
	egis

8.4.1.2. E1.1d – Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif et de fouilles archéologiques

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif	**Code mesure : E1.1d**
Opération : **Projet d'extension du tramway de Caen la mer**	**Phase :** **Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Biens matériels
- ☑ **Patrimoine culturel et archéologique**
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Coût estimatif : 150 000 € HT

Description de la mesure

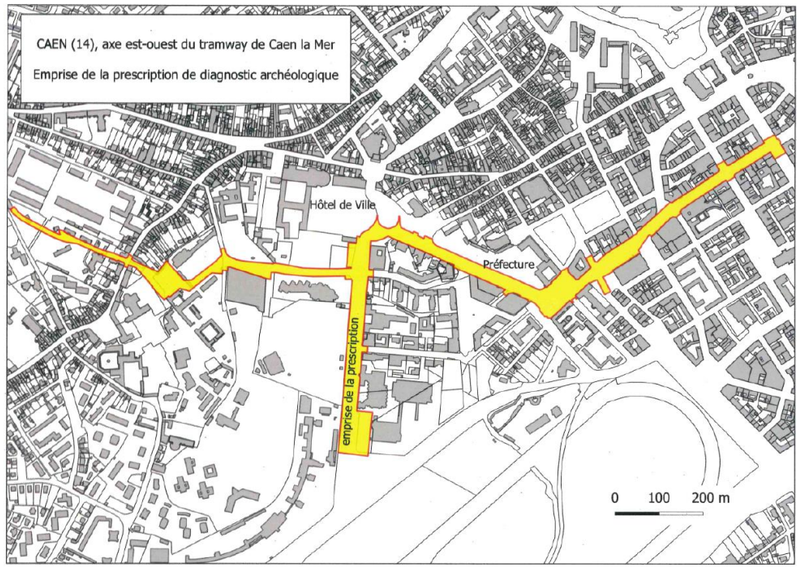
Les travaux envisagés sont susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique (quartiers médiévaux, modernes et contemporains de la ville de Caen).

Une opération de diagnostic archéologique a été réalisée, sur une emprise d'une superficie de 77 641 m² au regard de l'arrêté préfectoral n°28-2023-282 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive du 15/05/2023. Les sondages archéologiques ont été réalisés du 12 février au 12 avril 2024. 22 zones ont été prospectées entre le carrefour Bernières/Six Juin et l'EPSM.

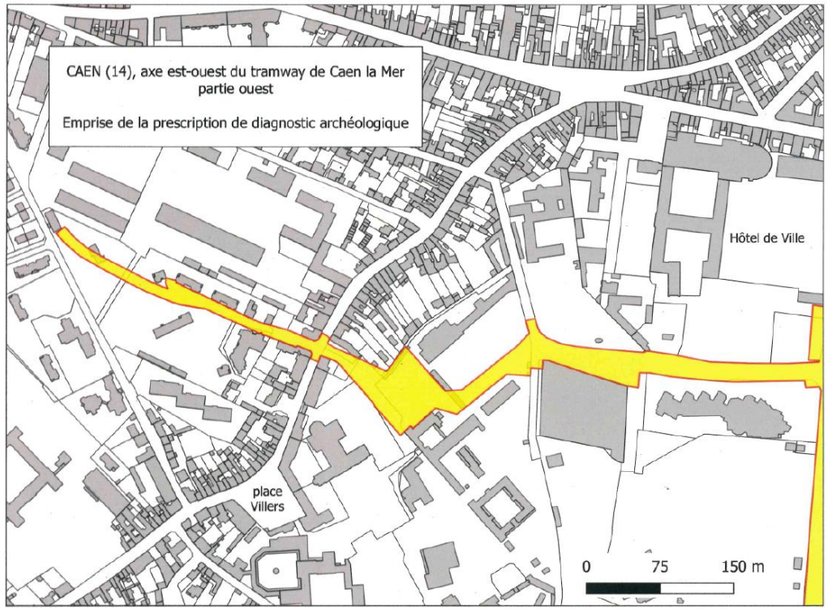
Les emprises de la prescription de diagnostic archéologique sont les suivantes :

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif	**Code mesure : E1.1d**

plan n°1 annexé à l'arrêté n°28-2023-282

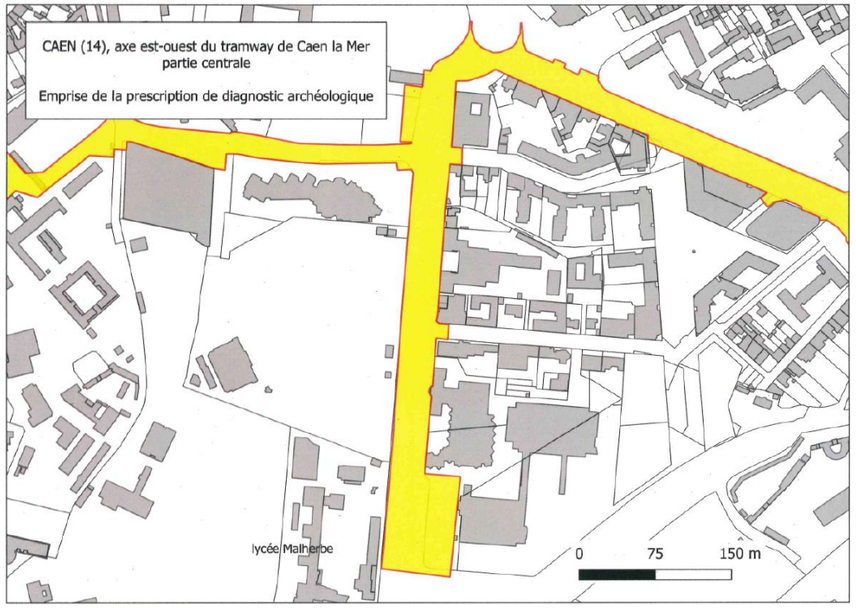


plan n°2 annexé à l'arrêté n°28-2023-282

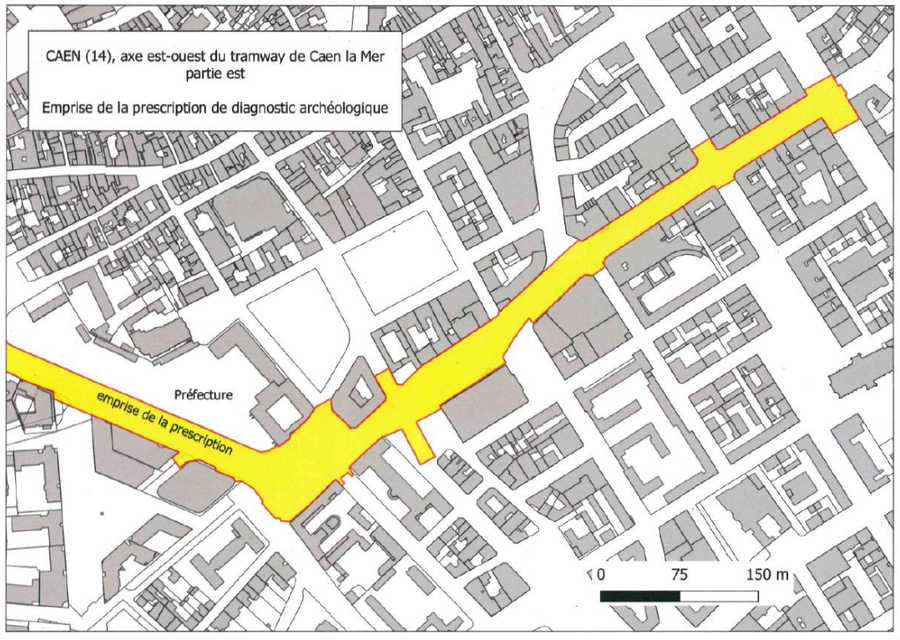


Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif	**Code mesure : E1.1d**

plan n°3 annexé à l'arrêté n°28-2023-282



plan n°4 annexé à l'arrêté n°28-2023-282



Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif	**Code mesure : E1.1d**



Travaux de prescription archéologique réalisés avenue du Six Juin dans le cadre du projet d'extension du tramway de Caen la mer (source : EGIS, Février 2024)

Suite à la réalisation du diagnostic archéologique, la Direction Régionale des Affaires Culturelles a prescrit des fouilles archéologiques préventives. Ces fouilles, menées par la maîtrise d'ouvrage, seront réalisées de juillet à novembre 2025 sur le secteur compris entre l'avenue du Six Juin et la rue Damozanne.

8.4.1.3. R2.1z – Déclaration de toute découverte archéologique fortuite en phase travaux

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Déclaration de toute découverte archéologique fortuite en phase travaux	**Code mesure : R2.1j**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase :** Études - Avant-Projet
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☐ Biens matériels
☑ **Patrimoine culturel et archéologique**	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Déclaration de toute découverte archéologique fortuite en phase travaux	**Code mesure : R2.1j**

Description de la mesure

Pendant les travaux, toute découverte fortuite à caractère archéologique fera l'objet d'un arrêt des travaux et d'une déclaration immédiate au maire de la commune concernée, qui doit la transmettre sans délai au préfet au titre de l'article L.531-14 du Code du patrimoine.

Celui-ci en avisera le Service Régional de l'Archéologie de la DRAC. L'autorité administrative peut alors prendre toutes les mesures utiles pour la conservation des objets trouvés.

Dans le cahier des charges des entreprises réalisant les travaux, il figurera l'obligation de déclaration immédiate de toute découverte fortuite susceptible de présenter un caractère archéologique, ceci conformément au Code du patrimoine.

Le coût de la mesure est intégré dans le coût global des prestations de travaux.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Sans objet.

Modalités de suivi de la mesure

Une déclaration et une mise en place d'un cahier de suivi des découvertes archéologiques fortuites sont réalisées par le Maître d'ouvrage sur la base de découvertes réalisées par les entreprises de travaux.

egis

8.4.1.4. R2.1s – Respect des prescriptions du SPR de Caen et des recommandations de l'ABF vis-à-vis des monuments historiques

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Respect des prescriptions du SPR de Caen et des recommandations de l'ABF vis-à-vis des monuments historiques	**Code mesure : R2.1s**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☐ Sol
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☐ Biens matériels
☑ **Patrimoine culturel et archéologique**	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ **Autres pollutions/ nuisances**		

Description de la mesure

Les prescriptions fixées par le Site Patrimonial Remarquable de Caen seront respectées.

Une demande de permis d'aménager sera à établir pour les parties de projet situées dans le Site Patrimonial Remarquable de Caen.

Le coût de la mesure est intégré dans le coût global du projet.

egis

8.4.2. En phase d'exploitation

Sans objet.

9. PRISE EN COMPTE DES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

9.1. RISQUES NATURELS

9.1.1. Effets en phase travaux et mesures envisagées

9.1.1.1. Effets

Risque d'inondation par débordement lent de cours d'eau

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est concerné par le risque inondation par débordement lent de cours d'eau identifié au sein du Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne, approuvé le 10 août 2021.

Le règlement associé définit les mesures qui s'imposent à tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'activité existants ou futurs, qu'ils soient soumis ou non à une autorisation d'urbanisme. La partie Sud de l'aire d'étude associée au projet d'extension du tramway de Caen la mer est recoupée par les zonages suivants du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne :

- « Zone rouge RS » au niveau de la Prairie de Caen ;
- « Zone bleue B1 » à l'Ouest de l'avenue Albert Sorel, et plus particulièrement au niveau du parc de l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, ainsi qu'au niveau du parc des expositions de Caen (proximité avec la Noë) ;
- « Zone bleue B2 » à l'Ouest de l'avenue Albert Sorel, autour du secteur de l'EPSM de Caen ;
- Zone bleue B3 » sur un secteur délimité au Nord par la rue du Carel, à l'Est par l'avenue Albert Sorel et au Sud par le boulevard Yves Guillou ;
- « Zone bleue B4 », qui s'étend depuis le boulevard Yves Guillou jusqu'au port et concerne toute une partie du centre ancien ;
- « Zone orange O » au niveau de deux petites zones au Sud de la rue du Carel et en bordure Nord du boulevard Yves Guillou.

La réalisation de la nouvelle infrastructure en zone rouge du PPRM est totalement proscrite.

Au niveau du terminus existant « Presqu'Île » où le projet d'extension du tramway de Caen la mer prévoit un allongement du terminus d'environ 130 m afin de permettre le stockage temporaire d'au moins 4 rames de tramway, l'avenue Victor Hugo est concernée par le zonage bleu B4.

Au niveau du boulevard Yves Guillou vers l'avenue Albert Sorel, la nouvelle infrastructure du tramway s'inscrit en zone bleue du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne, au droit notamment des espaces publics du lycée Malherbe.

Pour mémoire, le projet prévoit la construction d'un soutènement le long du lycée Malherbe.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Ce soutènement est constitué d'un mur souple (aussi appelé remblai renforcé) sur 300 m et d'un remblai classique sur 210 m. La conception de ce soutènement constitue une mesure d'évitement dans le cadre du projet, car elle a permis de réduire le volume de remblais à compenser, en tenant compte des contraintes géotechniques (cf. chapitre 3.5. de la Partie 6).

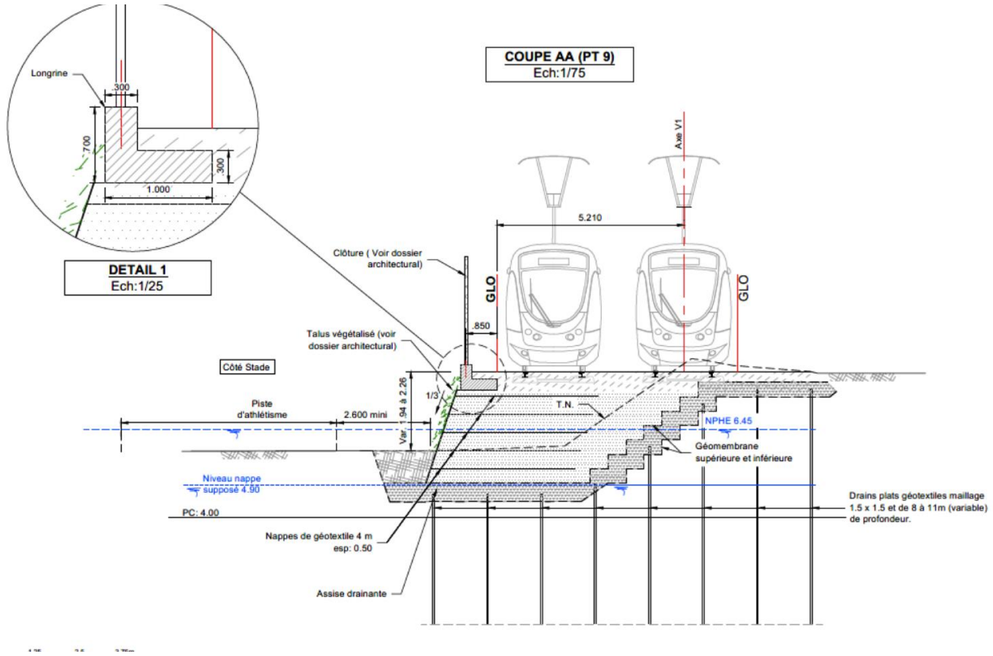
Cette conception implique néanmoins un accroissement du volume de remblai par rapport à la solution de type mur de soutènement en béton sur toute la longueur, mais pour laquelle la résilience de l'ouvrage n'est pas garantie. Cette augmentation sera intégralement compensée dans le cadre de la mesure compensatoire qui est dimensionnée en conséquence.

Le bilan des terrassements sur la zone du mur et du talus de la zone du lycée Malherbe est le suivant :

	m³
Volume total de remblais créés par le remblai renforcé du lycée Malherbe	**2 984**
Volume total de remblais créés par les talus du lycée Malherbe	**1 513**
Volume total de remblais créés (remblai renforcé + talus)	**4 497**
Volume sous NPHE de remblais créés par le remblai renforcé du lycée Malherbe	**816**
Volume sous NPHE de remblais créés par les talus du lycée Malherbe	**662**
Volume total de remblais sous NPHE (remblai renforcé + talus)	**1 478**
Volume total de remblais sur NPHE (remblai renforcé + talus)	**3 019**

Le volume à compenser sous la cote de référence 6,45 m NGF est de 1 478 m³.

Ce volume a été réduit au maximum en concevant un remblai renforcé dans la partie avec le plus de dénivelée et un talus dans la partie avec le moins de dénivelée. Le tramway a été collé le plus possible contre la piste cyclable existante pour réduire l'empiètement sur le lycée au minimum possible.



Coupe sur la section en remblai renforcé (source : Trameo)

Risques naturels associés au sol

Un projet d'infrastructure tel que celui d'un tramway est confronté aux problématiques des risques naturels liés aux sols : sismicité, mouvements de terrain, cavités, etc.

Pour rappel, le projet est concerné par la présence de cavités souterraines au droit des carrières de Beaulieu.

Par ailleurs, les travaux en eux-mêmes entraînant de faibles décaissements ne sont pas de nature à augmenter les risques de mouvements de terrain, l'aléa retrait/gonflement d'argiles, ni le risque sismique.

Risque sismique

Pour la construction des ouvrages d'art, le projet doit tenir compte du risque sismique.

Impact direct, indirect, temporaire et permanent avant proposition de mesures : fort

9.1.1.2. Mesures

Pour limiter les effets du projet sur les risques naturels, les mesures suivantes sont mises en oeuvre :

- R2.1z – Mise en œuvre des prescriptions géotechniques au droit de la plateforme tramway
- Prise en compte du risque sismique lors du dimensionnement des ouvrages

Ces mesures sont détaillées au chapitre 9.3.1. de la présente Partie 6.

9.1.1.3. Effets résiduels

Après la mise en place de ces mesures, les effets résiduels sur les risques naturels sont modérés.

Impact résiduel : modéré

Pour pallier cet impact résiduel modéré, une mesure de compensation est prévue :

- C2.2k – Compensation hydraulique

Cette mesure est détaillée au chapitre 9.3.1. de la présente Partie 6.

9.1.2. Effets en phase exploitation et mesures envisagées

9.1.2.1. Effets

Le projet prévoit la végétalisation de la plateforme du tramway sur un important linéaire (environ 80%) en lieu et place de voiries en enrobés. Le projet compte également des dispositifs d'infiltration des eaux pluviales. En réduisant les eaux de ruissellement en phase exploitation, le projet de tramway réduira ainsi les risques d'inondation en cas de fortes pluies ce qui est positif.

Impact direct et permanent avant proposition de mesures : positif

9.1.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est à mettre en œuvre en phase exploitation.

9.2. RISQUES TECHNOLOGIQUES

9.2.1. En phase travaux

9.2.1.1. Effets

Le projet n'a pas d'effet sur des risques technologiques en phase travaux.

Impact direct, indirect et temporaire : nul

9.2.1.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est à mettre en œuvre en phase travaux.

9.2.2. En phase d'exploitation

9.2.2.1. Effets

Le projet n'a pas d'effet sur des risques technologiques en phase d'exploitation.

Impact direct, indirect et permanent : nul

9.2.2.2. Mesures

Aucune mesure relative à cette thématique n'est à mettre en œuvre en phase exploitation.

9.3. PRESENTATION DES MESURES ASSOCIEES AUX RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

9.3.1. En phase travaux

9.3.1.1. R2.1z – Mise en œuvre des prescriptions géotechniques au droit de la plateforme tramway

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Mise en œuvre des prescriptions des études géotechniques au droit de la plateforme tramway	**Code mesure : R21z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

☐ Faune et flore	☐ Sites et paysages	☐ Air
☐ Bruit & vibrations	☐ Population	☑ **Sol**
☐ Eau	☐ Habitats Naturels	☐ Biens matériels
☐ Patrimoine culturel et archéologique	☐ Continuités écologiques	☐ Activités économiques
☐ Facteurs climatiques	☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs	☐ Risques technologiques
☐ Autres pollutions/ nuisances		

Description de la mesure

Préalablement aux travaux, des études géotechniques seront réalisées au droit des voiries accueillant la plateforme tramway.

Les fonds de fouilles seront systématiquement inspectés par un géotechnicien dans le cadre d'une mission G4.

Le coût de la mesure est intégré dans le coût global du projet.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

Localisation sur l'ensemble du linéaire du tramway.

egis

9.3.1.2. R2.2z – Prise en compte du risque sismique lors du dimensionnement des ouvrages

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Nom de la mesure : Prise en compte du risque sismique lors du dimensionnement des ouvrages	**Code mesure : R22z**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☐ Eau
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☑ **Autres pollutions/ nuisances**

Description de la mesure

Les ouvrages concernés par le projet sont situés en zone de sismicité 2 (faible) au sens du décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique et du décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

Pour chacun des ouvrages, la catégorie de l'ouvrage sera déterminée selon l'arrêté du 26 octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ponts de la classe dite « à risque normal ».

Les différents ouvrages respectant les règles de construction parasismique.

Le coût de la mesure est intégré dans le coût global du projet.

Conditions de mise en œuvre / limites / points de vigilance

-

egis

9.3.1.3. C2.2k – Compensation hydraulique

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Compensation hydraulique	**Code mesure : C22k**
Opération : Projet d'extension du tramway de Caen la mer	**Phase : Études - Avant-Projet**
Maître d'Ouvrage : CAEN LA MER	

Cible(s) de la mesure :

- ☐ Faune et flore
- ☐ Sites et paysages
- ☐ Air
- ☐ Bruit & vibrations
- ☐ Population
- ☐ Sol
- ☑ **Eau**
- ☐ Habitats Naturels
- ☐ Biens matériels
- ☐ Patrimoine culturel et archéologique
- ☐ Continuités écologiques
- ☐ Activités économiques
- ☐ Facteurs climatiques
- ☐ Espaces agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs
- ☐ Risques technologiques
- ☐ Autres pollutions/ nuisances

Coût estimatif : 200 000 € HT

Description de la mesure

Le projet impacte la zone inondable de l'Orne (zone bleue du Plan de Prévention Multi-Risques de la basse vallée de l'Orne) en raison de la mise en œuvre d'un remblai le long du lycée Malherbe. Une compensation hydraulique est nécessaire au regard de la rubrique 3.3.2.0. de la nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités ayant un impact sur l'eau et les milieux aquatiques.

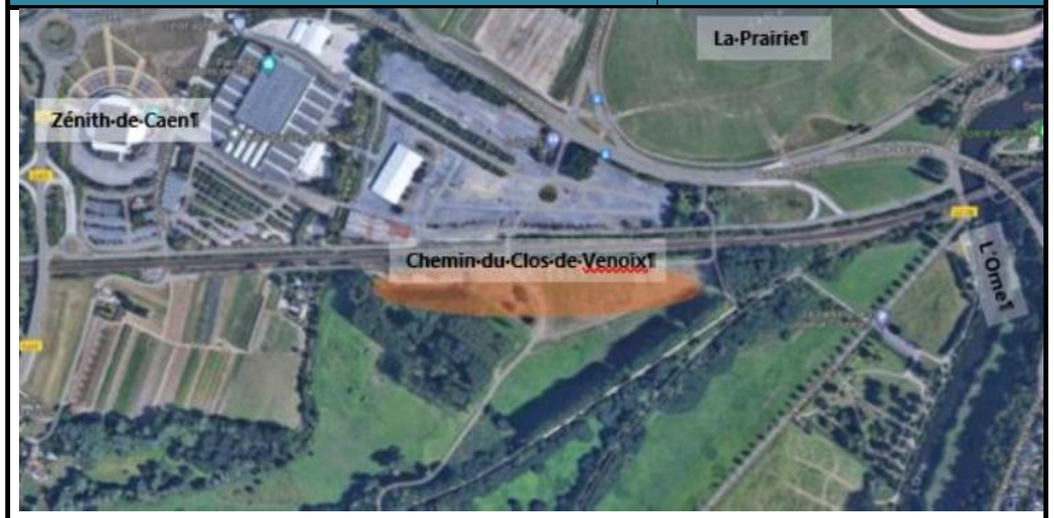
La solution de compensation retenue consiste en une renaturation d'une zone en amont de la zone impactée qui se caractérise par un décaissement selon un volume équivalent au volume de remblai dans le lit majeur de l'Orne.

Pour ce faire, un site a été trouvé à proximité du site de la Prairie et du Zénith. Le projet de renaturation proposé se veut être dans la continuité d'une renaturation déjà réalisée (suppression de la Peupleraie et restauration du caractère naturel initial de la zone).

Le projet de renaturation consisterait ainsi à réduire, voire supprimer la zone de stockage de terre existante et à excaver le remblai existant sur une profondeur de 1m environ, sans impacter la couche d'argile en profondeur, dans le respect des prescriptions de l'arrêté de protection des captages d'eau potable, sur une surface de 1 150 m² environ. L'espace ainsi dégagé sera végétalisé conformément à la prairie environnante.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

Compensation hydraulique	Code mesure : C22k



Localisation du site retenu pour la compensation hydraulique
(en orange au niveau du Chemin du Clos de Venoix)



Vue du site proposé pour le projet de renaturation (source : Transamo)

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

La zone est essentiellement composée de deux espaces :

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

Compensation hydraulique	Code mesure : C22k

- Une zone de stockage composée d'une plateforme en terre brute et de monticules de terres stockées par les services de Caen la mer et de gravats non autorisés ;



Photographie du site d'accueil de la mesure de compensation hydraulique « Prairie »

- Une zone enherbée



Photographie du site d'accueil de la mesure de compensation hydraulique « Prairie »

Ce site a fait l'objet du diagnostic faune-flore complémentaire, réalisé entre septembre 20024 et juillet 2025.

Flore/Habitats

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Compensation hydraulique	**Code mesure : C22k**

Le site inventorié fait partie de la ZNIEFF de type II : Bassin de l'Odon. Cette ZNIEFF s'étend sur plus de 2 000 ha et représente une véritable "coulée" boisée à travers la plaine de Caen, et lui confère, de ce fait, un intérêt paysager considérable.

Le site est composé d'une friche remaniée dans sa partie ouest et ceinturée de talus couvert de végétations piquetées et rudérales, ainsi que d'une prairie gérée par fauche ou tonte à l'est. Celle-ci est dominée par des graminées communes et ubiquistes : Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), Fromental élevé (*Arrhenatherum elatius*), de l'Ivraie (*Lolium sp.*) et de pâturins (*Poa sp.*). Sont aussi retrouvées l'Achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), le Trèfle des prés (*Trifolium pratense*) et la Pâquerette vivace (*Bellis perennis*). La zone présente également quelques petits fourrés arbustifs de saules (*Salix atrocinerea*, *Salix alba*) et de cornouillers (*Cornus sanguinea*).

La base de données de l'INPN, OpenObs, indique la présence de plusieurs espèces déjà recensées sur le site : l'Onagre bisannuelle (*Oenothera biennis*) et le Gaillet des marais (*Galium palustre*) en 2019. Ces espèces n'ont pas été retrouvées lors des campagnes de terrain.

Parmi les espèces inventoriées, trois sont classées Exotiques Envahissantes (EEE) :

- l'Érigéron très fleuri (*Erigeron floribundus*) ;
- l'Arbre-à-papillons (*Buddleja davidii*) ;
- le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*).

Cependant, aucune espèce de flore d'intérêt patrimonial n'a été observée sur ce site.

Faune

Ce site est le plus « naturel » des différents sites étudiés dans cette étude : il est à proximité immédiate de prairies humides et de boisements, dans un secteur assez peu fréquenté par l'Homme.

Les différentes campagnes ont permis d'inventorier des espèces d'oiseaux des zones buissonnantes et arbustives, mais aussi des espèces liées davantage aux milieux humides, telles que la Bouscarle de Cetti ou la Cisticole des joncs. Pour la surface étudiée, la diversité est assez bonne avec une quinzaine d'espèces observées ou entendues. L'IPA a donné une note de 4,5 pour le premier passage, et de 15 pour le second passage.

C'est le seul site ou le Lézard des murailles a été observé. Il profite de la ligne de chemin de fer (apprécié des reptiles) et des zones de dépôt qui forment un milieu minéral entouré de zones végétales, zones refuges pour ces espèces. C'est une espèce protégée, mais qui se rencontre assez facilement.

Pour l'étude des chiroptères, un enregistreur à ultrasons (SM4BAT) a été posé durant une nuit sur ce site en été (fin juin / début juillet). Il a permis d'inventorier 4 espèces de chiroptères, 3 Pipistrelles très communes (de Kuhl, de Nathusius, et la Pipistrelle commune) et la Sérotine commune. Ces espèces ont déjà été inventoriées dans l'expertise initiale et ont comptabilisé les plus fortes activités. Ce sont les espèces de chiroptères qui représentent le plus faible enjeu. Néanmoins, les chiroptères restent des espèces protégées en France et inscrites à l'annexe 4 de la Directive Habitats.

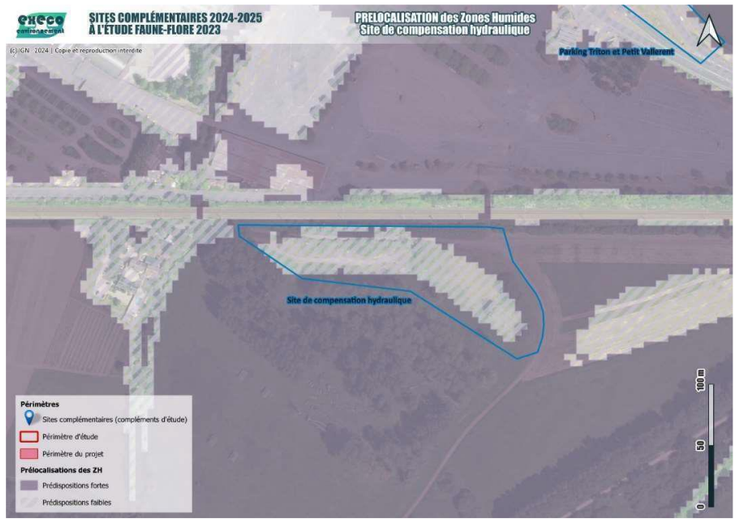
Il n'y a pas eu d'espèce protégée contactée dans les groupes de mammifères ou d'insectes.

Il n'y a pas eu d'amphibien observé sur ce site.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Compensation hydraulique	**Code mesure : C22k**

Zones humides

L'étude des prélocalisations de la DREAL Normandie montre une prédisposition faible sur le site probablement due à des remblais connus.



Site de la mesure de compensation hydraulique « Prairie » - Carte des pré localisations des zones humides (source : ExEco Environnement, juillet 2025)

L'étude par sondages pédologiques a été réalisée le 10/10/2024. Il n'y a pas été détecté de traces de zone humide dans le sol. Les sondages ont été interrompus à 15-30 cm : les remblais dans le sol ne permettent pas des sondages plus profonds. Il y a eu 3 sondages sur la zone en prairie, mais la zone plus rudérale très remaniée (remblayée) n'a pas pu être creusée.

Aucune zone humide n'a été inventoriée par sondages pédologiques sur ce site.

En complément des sondages pédologiques, trois relevés de flore caractéristique des zones humides ont été effectués selon la méthode espèces du critère flore défini par l'arrêté du 24 juin 2008 modifié. Deux de ces relevés ne mettent pas en évidence de végétation indicatrice de zone humide.

Un relevé dans le fossé à l'est du site met en évidence la présence d'une végétation caractéristique de zone humide. Celui-ci présente des espèces telles que la Baldingère faux-roseau (*Phalaris arundinacea*), la Menthe aquatique (*Mentha aquatica*) et le Saule blanc (*Salix alba*).

Un relevé floristique met en évidence la présence d'un habitat de zone humide.

En synthèse, la présence de linéaires arbustifs en périphérie du site, la proximité d'habitats naturels, et le caractère humide des habitats environnants favorise la présence d'une certaine diversité d'oiseaux. Dans le cadre d'une remise en état, il serait favorable à la faune de conserver quelques linéaires arbustifs et îlots arborés (pour les oiseaux et chiroptères), ainsi que quelques amas de

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Compensation hydraulique	**Code mesure : C22k**

pierres favorables au Lézard des murailles. Après travaux, cette zone sera très rapidement recolonisée par la biodiversité.

Les objectifs de gestion des impacts sont :

- Éviter au maximum l'impact sur les zones végétalisées pouvant servir de refuge ou de site de nidification aux espèces protégées (notamment les oiseaux, les chiroptères, les amphibiens et les reptiles) ;
- Anticiper les conséquences des désagréments induits par le chantier.

Les mesures suivantes sont proposées dans le cadre de la mise en œuvre de la mesure de compensation hydraulique :

- Mesure d'évitement : conserver les arbres de haut jet, formation végétale importante pour le déplacement des oiseaux, des insectes, des mammifères ;
- Mesure de réduction : passage d'un écologue avant les travaux de restauration, afin de vérifier l'absence d'espèces animales ou végétales patrimoniales avant les opérations ;
- Mesure de réduction : gestion des espèces exotiques envahissantes en évitant le risque de dissémination lors du chantier et en enlevant les espèces présentes en les déracinant, puis en les évacuant vers un centre agréé.

Une étude hydrogéologique a été réalisée en novembre 2024, afin d'évaluer les incidences sur la ressource en eau souterraine du décaissement compensatoire, ainsi qu'une campagne géophysique de détermination de la couche argileuse en place. L'épaisseur de 6 m d'argiles confère une protection de la ressource au droit du périmètre de protection rapprochée des captages d'eau potable et cet horizon argileux est continue entre la zone d'étude et les captages.

L'action de déblaiement envisagée sur la zone d'étude en tant que mesure de compensation dans le cadre des travaux du tramway ne devrait pas impacter l'exploitation des captages d'eau potable.

Par ailleurs, les prescriptions suivantes du rapport seront intégrées aux marchés de travaux concernés :

- Ne pas excaver les argiles qui confèrent une protection relative de la nappe au droit du périmètre de protection rapprochée ;
- Favoriser les travaux à mi-saison ou en étiage lorsque les niveaux d'eau sont plutôt bas ;
- Coordonner les différents services de la ville de Caen et de Caen la mer qui gèrent le site directement ou indirectement en lien avec la protection des captages et la lutte contre les inondations.

Celles-ci seront complétées des prescriptions suivantes :

- Adaptation à la météo des jours retenus pour procéder aux travaux, pour éviter le lessivage en période pluvieuse. Les eaux de ruissellement ne devront pas être une source de pollution pour la ressource en eau ;
- Le stationnement de machines, engins ou véhicules de chantier à proximité des forages sera réduit au strict nécessaire et se faire de façon à éviter tout rejet (notamment d'hydrocarbures) en direction des forages ;

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Compensation hydraulique	**Code mesure : C22k**

- Prise des mesures visant à la rétention de produits polluants pouvant être déversés de manière accidentelle (cuves de rétention, bâches étanches…)
- Des kits absorbants anti-pollution équiperont les engins en cas de pollution accidentelle pour neutraliser au plus vite les produits répandus ;
- L'évacuation des déchets fera l'objet de toutes les précautions possibles, vers les filières adaptées.
- En cas d'incident ou de pollution accidentelle, pouvant impacter les eaux souterraines et la ressource en eau potable, les services d'Eau du Bassin Caennais et de son exploitant Eaux de Normandie, seront rapidement informés, ainsi que l'ARS (unité santé environnement du Calvados), pour la mise en place de mesures conservatoires. Le déroulement des opérations fera l'objet d'une surveillance accrue pour vérifier le respect des recommandations.

Enfin, une étude hydraulique a également été réalisée en mars 2025, afin d'évaluer l'impact de la compensation hydraulique sur la zone inondable de l'Orne, en modélisant les écoulements sur la base du PPRi de la basse vallée de l'Orne. Les résultats de la modélisation, pour des crues identiques à celles qui sont étudiées dans le PPR, indiquent que les hauteurs d'eau sont identiques à celle de l'état actuel. Les aléas calculés à partir des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement ne sont pas modifiés en intégrant le projet de tramway et la zone de compensation.

La surélévation maritime n'a pas d'effet sur les niveaux d'eau de l'Orne au droit du projet, de ce fait elle n'a pas d'effet sur les hauteurs d'eau et vitesses autour du projet. Le projet du tramway n'a pas d'impact, y compris en prenant en compte une surélévation du niveau de la mer de 20 cm.

La mise en œuvre de l'ensemble de ces mesures en phase travaux au niveau de la zone de compensation hydraulique permettront d'atteindre un impact résiduel négligeable sur les eaux souterraines et la biodiversité.

À noter que l'ensemble du terrain naturel (environ 5 m NGF) de la zone se situe sous la cote des plus hautes eaux (7,16 m dans ce secteur). L'ensemble des volumes de remblais supprimés serait donc directement utile à la compensation recherchée.

Par ailleurs, ce site s'avère particulièrement favorable puisqu'il se situe en amont de la zone impactée du lycée Malherbe, et garantit donc une approche conservatrice de la compensation.

En ce qui concerne la faisabilité réglementaire, un premier retour de l'Agence Régionale de Santé (ARS) ne remet pas en cause la faisabilité réglementaire bien que la mesure se situe en périmètre de protection rapprochée. De nouveaux échanges seront programmés avec l'ARS et le syndicat Eau du Bassin Caennais en charge de l'exploitation des points de captage afin d'étudier les modalités de réalisation de cette mesure).

Concernant l'incidence de la mesure compensatoire sur les perspectives d'évolution en site classé de la Prairie, l'objectif de renaturation sera conforme à l'esprit de la zone et notamment de la renaturation de la peupleraie réalisée en proximité. Par conséquent, cela ne remet pas en cause la Prairie et met au contraire en valeur les caractéristiques naturelles du site. En effet, la zone de compensation est aujourd'hui occupée par une zone de stockage de terres faisant l'objet de divers dépôts sauvages, et d'une praire anthropique.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer	
Compensation hydraulique	**Code mesure : C22k**
À l'issue de la mise en œuvre de la mesure de compensation, cette zone retrouvera son état de prairie humide à l'aide d'une végétalisation conforme aux espaces naturels avoisinants. En termes de délai, l'horizon de mise en œuvre de cette mesure est évalué à 2028.	
	egis

9.3.2. En phase d'exploitation

Sans objet.

10. SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET ET DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

10.1. EN PHASE DE TRAVAUX

Le tableau ci-après présente la synthèse des effets du projet et des mesures en faveur de l'environnement en phase travaux :

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
Déroulement des travaux	Emprise des travaux	Perturbation de la circulation routière, des cheminements modes actifs et la modification du terminus	Modéré	R – Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R – Plan de circulation en phase travaux R - Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Dispositif de limitation des nuisances paysagères R – Dispositif de repli du chantier R - Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Sécurité du chantier	Perturbation et insécurité des usagers (voiture, cyclistes et piétons)	Modéré	R – Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Plan de circulation en phase travaux R - Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Risques d'interférence avec les projets connexes	Gênes mutuelles	Faible	R – Concertation des maîtres d'ouvrage des projets connexes	Négligeable	/
	Stockage des matériaux	Encombrement et/ou pollutions diverses	Modéré	R – Limitation /adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Faible	/
	Déchets	Production de déchets de chantier	Modéré	R – Tri et recyclage des déchets de chantier	Faible	/
Population et santé humaine	Population / riverains	Déviation de la circulation générale Difficultés d'accès aux habitations riveraines Limitation des accès des véhicules, notamment les poids-lourds et les véhicules de livraison Modification des lignes ou des arrêts de bus Réduction ou suppression de places de stationnement Détérioration provisoire des voiries engendrant des difficultés d'accès pour les piétons, les vélos et les véhicules des clients	Modéré	R – Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Plan de circulation en phase travaux R - Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
		Modification de la visibilité des commerces				
	Emploi	Création d'emplois directs et indirects	Positif	/	/	/
	Qualité de l'air et santé	Augmentation des émissions de polluants atmosphériques (engins de chantier, trafic lié à la réalisation des travaux) Émissions de poussières durant les phases de terrassements	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Négligeable	/
	Nuisances acoustiques et santé	Augmentation du niveau sonore à proximité des sites de chantier, ainsi que le long des itinéraires empruntés par les véhicules de chantier (transport de matériaux	Modéré	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Vibrations	Vibrations lors de la réalisation de certains travaux (démolition, découpage de béton, …)	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Négligeable	/
	Émissions lumineuses	Pollution lumineuse pendant les travaux de nuit potentiels	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie	Négligeable	/
	Nuisances olfactives	Gêne ponctuelle lors de la pose d'enrobés	Négligeable	/	/	/
Biodiversité	Habitats naturels	Création de zones de chantier Emprises définitives sur les habitats Abattages d'arbres Risque de dissémination d'espèces exotiques envahissantes Pollutions liées aux travaux Modification physique du sol	Faible à modéré	R – Réduction de l'emprise du projet au maximum R – Passage d'un écologue avant travaux R – Plantations en faveur de la biodiversité A – Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées	Négligeable	/
	Zones humides	Pas de zone humide	Nul	/	/	/
	Flore	Potentielle prolifération d'espèces exotiques envahissantes	Fort	R – Réduction de l'emprise du projet au maximum R – Gestion des espèces exotiques envahissantes R – Passage d'un écologue avant travaux	Négligeable	/
	Arbres	Abattage d'arbres (environ 450 arbres)	Modéré	R – Interventions d'abattage d'arbres et de haies à réaliser hors de la période sensible pour la faune R – Passage d'un écologue avant travaux R – Plantations en faveur de la biodiversité	Négligeable	/
	Faune	Destruction et/ou altération d'habitats d'espèces Destruction/perturbation d'individus Création de pièges sur le chantier	Modéré à fort	R – Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux R – Limitation de l'impact sur l'habitat du Hérisson d'Europe dans le secteur de la maison du Général R – Réduction de l'emprise du projet au maximum	Faible	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
				R – Interventions d'abattages d'arbres et de haies à réaliser hors de la période sensible pour la faune R – Passage d'un écologue avant travaux R – Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers R – Plantations en faveur de la biodiversité A – Installations de gîtes artificiels		
Terres, sols, eaux, air et climat	Géologie, sol et sous-sol	Opérations de déblais/remblais Apparition de la présence d'une anomalie et/ou vestige d'un ancien puits	Modéré	R – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Négligeable	/
	Topographie	Terrassements (déblais/remblais) nécessaires pour adapter le tracé à la topographie du site	Modéré	R – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Négligeable	/
	Eaux souterraines	Tassements de sol peuvent potentiellement nuire aux écoulements souterrains Pompages ou rabattements temporaires Risques de pollutions Remontée de nappe	Modéré	R – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	Négligeable	/
	Eaux superficielles	Risques de pollutions en période de préparation de chantier Risques de pollutions liés au fonctionnement des engins de chantier Pollution accidentelle	Modéré	R – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	Négligeable	/
	Climat	Pas d'effet sur le climat en phase travaux	Nul	/	/	/
Biens matériels et activités humaines	Équipements commerces et services	Difficultés de stationnement et d'accessibilité à certains équipements (lycée Malherbe, stade d'Ornano, Zénith, …) et commerces Perturbations du fonctionnement des équipements et des commerces par les nuisances du chantier Perturbation du système éducatif et sportif du lycée Malherbe Perturbation des activités de l'EPSM	Fort	R – Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier R – Balisage préventif divers R – Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen pendant les travaux	Modéré	C – Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway A – Accompagnement financier à destination des commerces impactés par le projet pendant la phase travaux
	Infrastructures et déplacements	Fermeture provisoire de voies de circulation Réduction de la largeur des voies Limitation des vitesses de circulation Augmentation de la circulation des poids-lourds pour le transport de matériaux et d'équipements liés au chantier	Fort	R – Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier R – Plan de circulation en phase travaux R – Balisage préventif divers R – Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes (mise en place de bus de substitution et travaux réalisés en période estivale)	Faible	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
		Modification temporaire des plans de circulation (routière, modes doux) Traversée difficile de certains carrefours Perturbations des accès riverains Perturbations du réseau de transport collectif Perturbations ponctuelles de l'offre de transport tramway pendant la dépose de ligne aérienne de contact en centre-ville de Caen Difficultés de stationnement				
	Réseaux de transport d'énergie et télécommunications	Interception des réseaux existants Coupures spécifiques lors des déposes et reposes	Modéré	E – Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection	Faible	/
	Foncier	Démolitions de bâtiments Procédures d'expropriation Occupations de terrains pour les besoins du chantier	Fort	R – Limitation/adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier.	Modéré	C – Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway C – Indemnisation des propriétaires de parcelles privées qui sont impactées par le passage du tramway
Paysage et Patrimoine	Paysage urbain	Présence d'équipement de chantier Coupe de 452 arbres Dégradation de la perception paysagère	Fort	R – Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux	Modéré	C – Plantations d'arbres (810 arbres replantés)
	Patrimoine archéologique	Risque de destruction ou perte de patrimoine Mise à jour éventuelle de sites ou de pièces archéologiques	Modéré	E – Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif R – En cas de découverte fortuite lors des travaux, déclaration immédiate au Maire et au Préfet pour prise de mesures adéquates à la conservation des vestiges	Faible	/
	Patrimoine historique	Présence de zones de chantier qui impacteront temporairement le patrimoine historique du centre-ville (covisibilité)	Fort	R – Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux R – Respect des prescriptions du site patrimonial remarquable de Caen et des recommandations de l'Architecte des Bâtiments de France vis-à-vis des monuments historiques	Faible	/
Risques	Risques naturels	Remblais définitifs et provisoires dans la zone inondable de l'Orne pour la mise en œuvre du mur de soutènement au niveau du lycée Malherbe	Fort	R – Mise en œuvre des prescriptions des études géotechniques au droit de la plateforme du tramway R – Prise en compte du risque sismique lors du dimensionnement des ouvrages d'art	Modéré	C – Compensation hydraulique par décaissement d'une zone en amont hydraulique de la zone impactée
	Risques technologiques	/	Nul	/	/	/

10.2. EN PHASE D'EXPLOITATION

Le tableau ci-après présente la synthèse des effets du projet et des mesures en faveur de l'environnement en phase d'exploitation.

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels
Population et santé humaine	Population	Amélioration globale de l'offre de transport Augmentation de l'attractivité de certains quartiers Amélioration de l'accessibilité des personnes à mobilité réduite Mise en sécurité des traversées piétonnes et cyclables	Positif	/	/
	Emploi	Création d'emplois	Positif	/	/
	Qualité de l'air et santé	Diminution des émissions routières Réduction des concentrations moyennes et maximales en polluants Aucun dépassement des normes de la qualité de l'air	Positif	/	/
	Nuisances acoustiques et santé	Impacts acoustiques du projet peu significatifs à l'exception de quelques zones localisées	Faible	R – Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents) R – Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade (trois bâtiments concernés)	Négligeable
	Vibrations			R – Pose de dalles anti vibratiles au droit de la plateforme de tramway	Négligeable
	Émissions lumineuses	Présence d'éclairage public sur le projet d'extension de tramway de Caen la mer	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation	Négligeable
	Nuisances olfactives	/	Nul	/	/
Biodiversité	Habitats naturels	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Zones humides	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Flore	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Arbres	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Faune	Perturbation d'individus Augmentation des surfaces d'habitats de vie du Hérisson Ouverture de murs et de clôtures	Modéré	R – Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages A – Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication	Négligeable
Terres, sols, eaux, air et climat	Géologie, sol et sous-sol	Potentielle propagation des vibrations dans les zones confortées par piliers au niveau des carrières de Beaulieu	Faible	/	/
	Topographie	Pas d'impact sur la topographie	Nul	/	/
	Eaux souterraines	Risque de pollution des eaux Augmentation des surfaces végétalisées de 3,15 ha, permettant localement, dans les secteurs où cela est permis, l'infiltration des eaux dans le sol	Faible	E – Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires R – Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	Négligeable

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels
	Eaux superficielles	Augmentation des surfaces végétalisées de 3,15 ha, permettant localement, dans les secteurs où cela est permis, l'infiltration des eaux dans le sol Risques de pollution mineurs	Faible	E – Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires R – Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	Négligeable
	Climat	Réduction des émissions de gaz à effet de serre Diminution des îlots de chaleurs urbains	Positif	/	/
Biens matériels et activités humaines	Équipements, commerces et services	Amélioration de la desserte des équipements, des zones d'activités et des commerces Retombées économiques positives	Positif	/	/
	Infrastructures et déplacements	Amélioration de l'offre en transport en commun Optimisation et fiabilité des temps de parcours pour les déplacements entre l'Ouest de l'agglomération et le centre-ville de Caen Amélioration et sécurisation des déplacements modes actifs Conditions de circulations apaisées sur les axes empruntés par le tramway Évolution du trafic routier : baisses de trafic sur les axes empruntés par le tracé tramway et augmentation de trafic sur des itinéraires de report Modifications localisées du plan de circulation (secteur rue du Chemin Vert / boulevard Dunois / rue de Bayeux et secteur rue de Bernières) Réaménagement de certains carrefours du tracé Reprogrammation ou créations de carrefours Modification des possibilités de stationnement : suppressions locales de places et aménagement de parkings relais en périphérie de la ville de Caen	Positif	/	/
	Réseaux de transport d'énergie et télécommunication	Effets sur les réseaux liés aux courants vagabonds	Faible	Isolement du rail par rapport au sol à l'aide de chambres d'éclissage Renouvellement des canalisations par des conduites avec des matériaux non sensibles Fourreautage des canalisations Mise en œuvre de mesures de drainage Mise en œuvre d'équipements en sous-station pour le retour du courant	Négligeable
	Foncier	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/
Paysage et Patrimoine	Paysage urbain	Amélioration de l'environnement et du paysage urbain Ambiance urbaine apaisée le long du tracé Végétalisation de la plateforme sur 80% de son linéaire Suppression de la ligne aérienne de contact en centre-ville	Positif	/	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels
	Patrimoine archéologique	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/l
	Patrimoine historique	Amélioration de la perception des éléments de patrimoine historique dans le centre-ville de Caen du fait de l'absence de ligne aérienne de contact	Positif	/	/
Risques	Risques naturels	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/
	Risques technologiques	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/

11. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT ET VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

11.1. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT

Les incidences d'un projet peuvent concerner :

- le climat dit « **global** », à travers sa contribution à augmenter ou diminuer les émissions de gaz à effet de serre ;
- le **microclimat**, en modifiant les conditions météorologiques en un lieu donné.

L'impact global sur le climat est à rapprocher des incidences du projet sur la qualité de l'air.

Ensuite, la question est de vérifier si les modifications apportées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer sont susceptibles d'agir localement sur le climat, en induisant un réchauffement localisé de la température ambiante et en affectant les phénomènes d'évapotranspiration.

Du fait de sa nature, en s'inscrivant essentiellement sur ou à proximité d'infrastructures de voiries existantes, le projet ne modifiera pas l'évapotranspiration ou les écoulements d'air locaux. Il n'aura donc pas d'impact sur le climat local.

Ajoutons que le projet d'extension du tramway de Caen la mer est aussi une incitation à un mode de déplacement moins consommateur de gaz à effet de serre et in fine bénéfique sur le climat local et global.

11.2. VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans le Calvados, les vagues de chaleur auront tendance à être de plus en plus fréquentes et plus intenses. Le GIEC, groupe d'experts intergouvernemental sur le climat, l'a confirmé dans son dernier rapport mentionnant la forte probabilité du lien entre changement climatique d'origine anthropique et la modification de la fréquence et l'intensité des extrêmes journaliers de température depuis 1950.

À titre d'exemple, les nuits tropicales (>20°c) quasiment inexistantes aujourd'hui dans la région devraient apparaître. Les températures annuelles moyennes en Normandie vont croitre tout au long du siècle Les vagues de chaleur seront plus nombreuses en particulier à l'horizon de 2080 où l'augmentation sera particulièrement marquée.

Les infrastructures de transport sont des ouvrages à très longue durée d'utilisation, qui doivent s'adapter au changement climatique : variations moyennes, mais surtout phénomènes extrêmes : canicule, neige exceptionnelle, cycle gel/dégel, tempête de vent, etc.

Les normes actuelles (françaises ou européennes) permettent déjà de concevoir des infrastructures les moins vulnérables possibles au changement climatique.

Étant situé dans une région bénéficiant d'un climat tempéré océanique, et du fait de la tendance actuelle au réchauffement climatique, la résistance des infrastructures ferroviaires projetées aux charges de neige et aux cycles gel/dégel n'a pas à être élevée.

De plus, il n'y pas de risque prévisible concernant les équipements et installations d'exploitation du projet vis-à-vis du risque de tempête de vent, car ils sont dimensionnés pour faire face à des vents violents et la fréquence de ces phénomènes ne devrait pas augmenter.

Enfin, suite au dernier rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) de mars 2023 et dans la lignée de la consultation publique lancée par le Gouvernement sur la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique, la Communauté urbaine Caen la mer et les services de l'État dans le Calvados ont décidé de lancer en juin 2023 une étude portant sur l'impact de la hausse du niveau de la mer sur la Vallée de l'Orne, de Ouistreham à Feuguerolles-Bully.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau de la Presqu'île de Caen, est situé dans la Basse Vallée de l'Orne. Il est donc directement concerné par cette étude.

L'étude menée permettra en effet d'améliorer les connaissances et d'adapter les aménagements sur l'ensemble du territoire pour faire face aux conséquences du réchauffement climatique sur le niveau de la mer. L'étude durera environ deux ans, soit jusqu'en 2025.

12. DESCRIPTION DES INCIDENCES RESULTANT DE LA VULNERABILIT2 DU PROJET A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURES, ET MESURES

Les projets en général peuvent être confrontés à des risques d'accidents majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (tempête, inondation, mouvement de terrain, etc.), technologique (nuage toxique, explosion, radioactivité, etc.), ou à des situations d'urgence particulières (intrusion de personnes étrangères, etc.) susceptibles de causer de graves dommages aux personnes et aux biens ou entraîner un danger grave, immédiat ou différé, pour la santé humaine et/ou pour l'environnement.

L'objet de ce chapitre est de :

- Mettre en avant la prise en compte des aléas naturels et technologiques dans la conception du projet d'extension du tramway de Caen la mer ;
- Répondre à l'exigence du III de l'article L.122-1 du Code de l'environnement concernant « *les incidences susceptibles de résulter de la vulnérabilité du projet aux risques d'accidents majeurs et aux catastrophes pertinents pour le projet concerné* ».

Ces deux éléments sont rapprochés car les accidents peuvent en particulier résulter de l'expression des aléas sur le projet.

Afin de répondre à ces deux points il est proposé :

- Une approche par aléa naturel et technologique recensé en analysant l'interface avec le projet. Il s'agit de voir si le projet peut amplifier le phénomène ou générer des incidences plus significatives que l'aléa lui-même en lien avec les travaux de réalisation du projet et l'exploitation du projet ;
- Une analyse des risques propres au projet en termes d'accident.

12.1. RISQUES DE CATASTROPHES MAJEURS D'ORIGINE NATURELLE

12.1.1. Risques sismiques, aléas retrait / gonflement d'argiles et risques géotechniques

Pour rappel, aucun mouvement de terrain n'est recensé au droit du projet. En revanche, la ville de Caen compte 80 ha de carrières de pierre de Caen, dont la moitié est souterraine. Ces carrières ne sont plus exploitées et pour certaines ont été comblées ou confortées, mais certaines représentent encore un risque pour la population. Ainsi, d'après les données disponibles, des effondrements/affaissements dus à des mouvements de terrain sont recensés autour de la rue de Bayeux et du boulevard Georges Pompidou.

De plus, les communes de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne se situent en zone de sismicité 2 (aléa faible) et le risque de retrait-gonflement des argiles est faible.

Préalablement aux travaux, des études géotechniques seront réalisées au droit de la plateforme tramway et au droit des bâtiments qui accompagnent le tramway (sous stations électriques, local chauffeurs). Les prescriptions des études géotechniques seront appliquées.

L'ensemble de ces études et les dispositions constructives mises en œuvre permettront de réduire la vulnérabilité du projet d'extension du tramway de Caen la mer au risque sismique, aux aléas retrait / gonflement d'argiles et aux risques géotechniques et les conséquences sur l'environnement qui pourraient en découler.

12.1.2. Risques d'inondation

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est concerné par le risque inondation par débordement lent de cours d'eau identifié au sein du Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne, approuvé le 10 août 2021.

Comme vu précédemment, le projet d'extension du tramway de Caen la mer sera à l'origine d'une désimperméabilisation des secteurs traversés grâce à la mise en place de principes d'infiltration des eaux de ruissellement et de la végétalisation de la plateforme. En réduisant les eaux de ruissellement en phase exploitation, le projet réduira également les risques d'inondation. De plus, la construction d'un mur de soutènement en phase conception le long du lycée Malherbe prend en compte le risque d'inondation. Le risque d'inondation des fonds de fouille en phase travaux sera réduite par la mise en place de dispositifs préventifs de lutte contre une pollution et d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales. Enfin, le projet respectera les prescriptions du PPRM de la basse-vallée de l'Orne.

Dans une autre mesure, les études géotechniques au droit des voiries et des ouvrages préciseront les mesures à mettre en place pour une bonne tenue des ouvrages et de la plateforme en fonction des sols et notamment de leur tenue à l'eau afin de réduire les risques de dégradation du bâti, de l'infrastructure et les impacts financiers qui en découlent (reconstruction, indemnités d'assurance).

Ainsi, le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne présente pas de vulnérabilité particulière vis-à-vis du risque d'inondation limitant ainsi les conséquences sur l'environnement qui pourraient en résulter.

12.1.3. Risques de tempête et vent violent

La conception des bâtiments et des poteaux de la Ligne Aérienne de Contact (LAC) prendra en compte les risques de vents violents afin de réduire les risques de dégradation du bâti et les impacts financiers qui en découlent (reconstruction, indemnités d'assurance).

Les panneaux de signalisation permanente ne peuvent être mis en service sur les voies du domaine public routier au sens de l'article L. 111-1 du code de la voirie routière et sur les voies privées ouvertes à la circulation publique au sens de l'article R. 163-1 du même code, que s'ils sont munis des marquages CE et NF ou autres marques d'attestation de la conformité présentant des garanties au moins égales, et respectent les spécifications techniques, les performances ou classes de performances appropriées aux types de routes ou d'ouvrages dans lesquels ces produits sont installés. Ces normes précisent des caractéristiques techniques des panneaux pour la résistance aux vents violents.

Dans ces conditions, le projet est faiblement vulnérable par rapport au risque de tempêtes et vents violents limitant ainsi les conséquences sur l'environnement qui pourraient en découler.

12.2. Risques technologiques majeurs

12.2.1. Risques industriels

12.2.1.1. Risques liés aux installations classées pour la protection de l'environnement

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne s'inscrit à proximité d'aucun site SEVESO et n'interfère avec aucune Plan de Prévention de Risques Technologiques (PPRT).

12.2.1.2. Risque nucléaire

Aucune centrale nucléaire ne se situe à proximité immédiate. La centrale nucléaire la plus proche est celle de Paluel à environ 100 km de Caen.

12.2.2. Risques liés aux transports des matières dangereuses

Les risques majeurs associés aux transports de substances dangereuses résultent des possibilités de réactions physiques et/ou chimiques des matières transportées en cas de perte de confinement ou de dégradation de l'enveloppe les contenant (citernes, conteneurs, canalisations, etc.).

Ces matières peuvent être inflammables, explosives, toxiques, corrosives, radioactives… Les vecteurs de transport de ces matières dangereuses sont nombreux : routes, voies ferrées, mer, fleuves, canalisations souterraines et, moins fréquemment, voies aériennes.

Au niveau du projet, la RN814 (périphérique) est notamment soumise au risque lié au transport de matières dangereuses (TMD), néanmoins ce risque peut malgré tout subvenir en n'importe quel axe.

Comme toute infrastructure, l'exploitation du projet d'extension du tramway de Caen la mer peut entrainer des risques d'accidents avec le transport des matières dangereuses par voie routière (accident entre un tramway et un camion de TMD). Néanmoins, les dispositions liées au code de la route, les signalisations routières, le bon respect de ces signalisations contribuent à réduire le risque d'accident avec le TMD.

Au-delà du TMD par voie routière, des canalisations d'alimentation gaz de bâtiments peuvent se situer à proximité du projet de tramway. Les travaux de dévoiement de ces réseaux enterrés seront réalisés par les services techniques compétents des concessionnaires ou par des entreprises agréées sous leur direction. En phase exploitation, le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne présente pas de risques d'impacter ces canalisations enterrées.

En cas d'accident de TMD, il existe, chez les sapeurs-pompiers du service départemental d'incendie et de secours (SDIS) du Calvados, une cellule mobile d'intervention chimique (CMIC). Ces spécialistes interviennent tout en plaçant des périmètres de sécurité vis-à-vis de la population.

Dans ces conditions, le projet d'extension du tramway de Caen la mer est peu vulnérable aux risques de TMD.

12.2.3. Risque aérien

Le territoire de Caen la mer compte un aéroport (Caen-Carpiquet) situé à environ 3 km au plus près du projet, c'est-à-dire du futur terminus Ouest « Pompidou » à l'Ouest. Le projet ne se situe pas dans la continuité de la piste d'atterrissage et de décollage de l'aéroport de Caen-Carpiquet.

D'après la Protection Civile, les chutes d'aéronef sont plus fréquentes au moment du décollage et de l'atterrissage, sachant que la zone, a priori la plus exposée, est celle qui se trouve à l'intérieur d'un rectangle délimité par une distance de 3 km de part et d'autre en

bout de piste et une distance de 1 km de part et d'autre de la largeur de la piste. La probabilité d'occurrence d'une chute d'avion à l'extérieur de cette zone restant très faible.

Ainsi, le projet d'extension du tramway de Caen la mer se situe en dehors de la zone admise comme étant la plus exposée à une chute d'aéronef. Le projet n'est donc pas voire peu vulnérable aux risques de chutes d'avion.

12.3. GESTION DES RISQUES ET DE LA SECURITE D'UN SYSTEME GUIDE

En ce qui concerne le management de la sécurité du système de transport, celui-ci est soumis aux réglementations françaises, notamment à l'application du décret pour la Sécurité des Transport Publics Guidé (STPG) n° 2017-440 du 30 mars 2017. Ce décret est applicable pour la mise en place, l'extension ou la modification d'un système de transport. Il impose la mise en œuvre d'un processus de gestion des risques (quelque soient leurs sources, leurs natures et leurs conséquences) qui permet une approche globale de la sécurité du système de transport.

En réponse à ces risques, la méthode conduit à proposer une réponse adaptée, de façon à réduire ces risques et conséquences à un niveau acceptable. Cette démarche est évaluée par un Organisme Qualifié Agrée (OQA) et soumise à un avis indépendant des services de l'état, représenté par le préfet, avec l'assistance de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) du Calvados et d'expert agréés (STRMTG - Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés notamment). La bonne tenue de cette démarche, de la définition du projet à sa mise en service, conditionne l'obtention de l'arrêté d'ouverture accordée par le préfet.

Une fois la mise en service réalisée, l'infrastructure et son exploitation font l'objet d'une évaluation régulière sur la première année faisant l'objet d'un rapport d'exploitation adressé au préfet. Par la suite, le projet est suivi :

- Chaque année par un rapport d'exploitation avec les services contrôle de l'état concernant les aspects exploitation et sécurité (mise aux normes de l'infrastructure et suivi de l'accidentologie notamment) ;
- Lors d'un incident ou accident, par un rapport détaillé précisant les circonstances.

La démonstration de sécurité est faite tout au long du cycle de la vie du projet, de sa conception à sa mise en service. Elle est réalisée par des équipes de sécurité indépendantes des équipes de conception. Elle est réalisée de façon détaillée en s'appuyant sur des outils et dossiers permettant de démontrer et de tracer le respect des exigences de couvertures ou réductions des risques. Elle fait également l'objet de nombreux contrôles extérieurs (service de contrôle de l'état, organismes qualifiés agrées, contrôleur techniques…). Ces éléments et avis sont consignés dans des procès-verbaux et les dossiers de sécurité.

Le Dossiers de Sécurité (DS) final est remis comme preuve aux services de contrôle de l'État (DDTM, STRMTG) et au préfet. Il permet l'obtention de l'arrêté de mise en service du projet. Ce dossier constitue pour l'exploitant un référentiel de sécurité qu'il devra maintenir pendant toute la vie de l'installation.

12.3.1. Origine des risques

Les risques d'accidents majeurs peuvent avoir des origines de différentes natures :

- Les risques externes liés à l'environnement (événements climatiques, catastrophes naturelles ou technologiques, inondations, etc.) ;
- Les risques d'origine humaine (liés aux personnes, leurs comportements, etc.) ;
- Les risques d'origine interne (défaillance mécanique, erreur de conception, etc.).

12.3.2. Incidences des risques

Les risques sont classés selon leurs incidences portant sur :

- L'intégrité ou l'exploitation du système (incendie, collision, etc.),
- Les personnes (accidents corporels comme des coincements, chutes, électrocutions, voire des décès, etc.).
- L'environnement (pollutions, inondation, etc.).

Catégorie	Niveau de gravité	Conséquences pour les personnes	Conséquences pour l'exploitation
1	Catastrophique	Des morts et/ou plusieurs blessés graves	
2	Critique	Un mort et/ou un blessé grave	Perte d'un système important
3	Marginal	Pas de morts et quelques blessés légers	Dommages graves pour un ou plusieurs systèmes
4	Insignifiant	Pas de morts et un blessé léger	Dommage à un système

Exemple de classification des dommages selon la norme EN 50126

12.3.3. L'analyse et la clôture de risque

L'identification des risques sur un système tramway est fondée sur l'analyse préliminaire des dangers (APD) initiée dès le début de la conception, en phase Avant-Projet, à l'occasion de la fourniture du Dossier Préliminaire de Sécurité (DPS) demandé au titre de la réglementation. Cette analyse est ensuite déclinée, de plus en plus précisément, au fur et à mesure des différentes étapes de la conception.

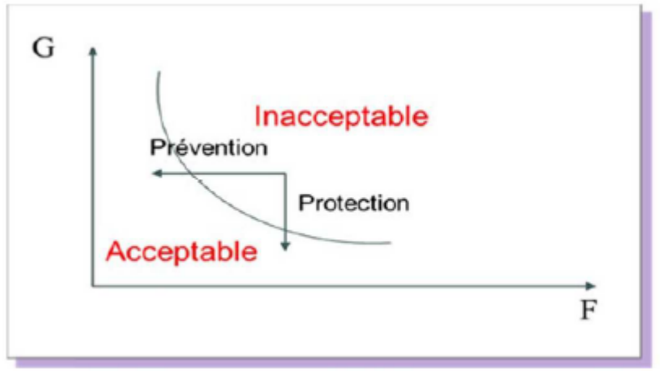
Une Analyse Préliminaires des Dangers (APD) du système tramway consiste à :

- Rechercher les causes et les circonstances d'accidents potentiels liés au système et à ses interfaces (avec les autres sous-systèmes et avec l'environnement), qu'ils soient générés directement par le système tramway ou par des événements extérieurs au système tramway ;
- Identifier les sous-systèmes ou éléments du système potentiellement à l'origine de ces dangers ;
- Définir des exigences de sécurité (mesures préventives et/ou correctives) à appliquer pour éliminer ou réduire la criticité des dangers (potentiels) identifiés et rendre ce niveau de criticité acceptable (au sens des définitions acceptées pour le projet) suivants :

  - Les exigences de sécurité pour les sous-systèmes structurels : matériel roulant, infrastructures (incluant la voie et les ouvrages d'art), signalisation ferroviaire, énergie de traction, ligne aérienne de contact, signalisation routière, aménagement de voirie ;
  - Les exigences de sécurité pour les sous-systèmes opérationnels : exploitation, maintenance, évacuation ;
  - Les exigences de sécurité pour les interfaces entre les sous-systèmes.
  - Les exigences de sécurité liées aux risques naturels (séisme, conditions climatiques, foudre, etc.) et risques technologiques (champs électromagnétiques, etc.) ;

Cette analyse s'appuie sur l'élaboration d'une arborescence des dangers, qui détaille les accidents potentiels applicables à l'ensemble du système tramway.

À partir de cette arborescence des dangers, des tableaux d'analyse des dangers identifient les éléments qui peuvent en être à l'origine, en fonction des circonstances dans lesquelles ils peuvent se produire (mode de conduite par exemple). L'APD conduit à définir les exigences de sécurité à prendre pour réduire l'occurrence des dangers (potentiels), voire réduire la gravité des conséquences d'un accident potentiel afin de rendre le risque acceptable. Cette amélioration peut être obtenue à l'aide de mesure de préventions et de protection (solutions techniques, procédures de maintenance ou d'exploitation, etc.).



Le diagramme risque / acceptabilité

Au stade de la conception détaillée, les dangers identifiés devront être analysés au niveau de chaque sous-système, notamment par les entreprises titulaires des marchés.

Tout au long du projet, un suivi de ces exigences de sécurité sera réalisé au travers un Registre des Situations Dangereuses (RSD). Ce document a pour but de synthétiser les dangers identifiés au cours des différentes études de sécurité et de tracer les exigences de sécurité associées ainsi que leurs justificatifs de clôture, au niveau du Système de transport.

Le RSD du projet est initié à partir de l'Analyse Préliminaire des Dangers du projet et est mis à jour tout au long du projet afin d'assurer l'enregistrement, le suivi et la traçabilité de la mise en œuvre des mesures de réduction des risques permettant la clôture de exigences de sécurité. Ce RSD est complété par les exigences issues de toute analyse de sécurité réalisée pour le projet.

Il s'agit d'un document « vivant », amené à évoluer tout au long du projet afin de refléter le statut de l'ensemble des exigences. Il constitue l'outil de base du management continu de la sécurité.

Au stade du Dossier de Sécurité (DS), cette analyse substitue les exigences de sécurité à l'attention des entreprises par des mesures de clôture des dangers :

- Dossier justificatif de sécurité des entreprises avec Analyse Élémentaire de Dangers, recommandations d'exploitation/maintenance ;
- Notes de calculs ;
- Notice de sécurité pour les aménagements de voirie et stations, etc. ;

12.3.4. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer

Ce projet d'extension vers le Nord et l'Ouest de l'agglomération caennaise bénéficie du référentiel de sécurité règlementaire et technique des aménagements précédents et de leurs retours d'expériences. Les objectifs sont d'obtenir des performances et un niveau de sécurité Globalement Au Moins Équivalent au réseau actuel (principe GAME).

Une classification des risques/dangers pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer est présentée ci-dessous :

Cette liste est cohérente avec la liste générique des événements redoutés présentée par le STRMTG dans le guide d'application « Liste générique des Évènements Redoutés de niveau système ».

N°	Accident potentiel	Gravité	Niveau de gravité	Type
01.01	Collision de deux tramways par rattrapage	1	Catastrophique	Collectif
01.02	Collision de deux tramways par prise en écharpe	1	Catastrophique	Collectif
01.03	Collision de deux tramways par sens de marche opposés (nez à nez)	1	Catastrophique	Collectif
01.04	Collision d'un tramway avec un véhicule routier (carrefours, site propre, site partagé)	1 2	Catastrophique Critique/marginal	Collectif Individuel
01.05	Collision d'un tramway avec un obstacle fixe (permanent, non permanent)	1 2	Catastrophique Critique/marginal	Collectif Individuel
02	Déraillement / Renversement sans collision	1	Catastrophique	Collectif
03	Électrocution	2	Critique/marginal	Individuel
04	Chute d'une personne	2	Critique/marginal	Individuel
05	Entraînement d'une personne	2	Critique/marginal	Individuel
06	Heurt / Coincement / Écrasement d'une personne	2	Critique/marginal	Individuel
07	Panique	1	Catastrophique	Collectif
08	Incendie	1	Catastrophique	Collectif
09	Intoxication / asphyxie / suffocation / brûlure	1	Catastrophique	Collectif
10	Explosion	1	Catastrophique	Collectif
11	Inondation (liée au système)	1	Catastrophique	Collectif
12	Évènements d'origine naturelle (dangers géologiques, météorologiques, hydrologiques, nivologiques, …)	1	Catastrophique	Collectif

12.4. Évaluation sommaire des risques et dispositions prises sur le reseau du tramway de Caen la mer

Du fait de sa conception et de son retour d'expérience, le tramway de Caen la mer est déjà un système sûr pour l'environnement, les voyageurs et les autres usagers de l'espace public. Le système tramway utilise des technologies et des modes de construction qui n'utilisent pas de moyens et d'énergies fortement polluantes ou dangereuses ou présentant des risques environnementaux majeurs.

Des arrêts d'exploitation ponctuels et limités dans le temps ont cependant pu être observés ces dernières années à la suite de fortes pluies (en 2021 par exemple, mais sans arrêt de l'exploitation), de chutes de neige et de verglas (en janvier 2024) ou encore en raison de vent violent (tempête Ciaran en novembre 2023 où les tramways du réseau de Caen la mer ont dû adapter leurs vitesses). Ces événements ont conduit à des retards ou des arrêts temporaires de l'exploitation mais à aucune dégradation.

12.4.1. Évaluation sommaire des impacts des risques et catastrophes majeures sur le système tramway

Sur la base du référentiel réglementaire et technique déjà en place sur le réseau tramway de Caen la mer, il est proposé ci-après une évaluation sommaire des différents risques et de leurs impacts

12.4.1.1. Les risques d'origine naturelle

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne montre pas de risques majeurs en ce qui concerne les risques naturels.

Toutes les communes concernées par le projet sont classées en zone de sismicité 2 (faible). Ce risque est donc réel, mais très faible. Les conséquences interviendront principalement dans les méthodes de dimensionnement des infrastructures (respect des normes et Eurocodes) par les bureaux d'études.

Les risques géotechniques existent et sont liés à la présence de cavités souterraines. Celles-ci feront l'objet d'investigations avant traitement.

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Évènements d'origine naturelle	Inondation	Perte de contact électrique des rames	Négatif Faible	Arrêt ponctuel de l'exploitation
	Foudre	Arrêt par disjonction des rames	Négatif Faible	Mise en place de parafoudre sur le réseau de traction

	Neige/Gel	Déraillement	Négatif Moyen	Procédure de déneigement Mise en place de réchauffeur sur les aiguillages
	Vent	Rupture de ligne aérienne	Négatif Fort	Procédure d'arrêt d'exploitation en cas de tempête Procédure de contrôle périodique de la ligne aérienne Intégration du vent dans le dimensionnement des ouvrages

12.4.1.2. Les risques technologiques

Aucune installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) n'est identifiée au droit du projet. Néanmoins, certaines ICPE sont proches, notamment « Axiane Meunerie » (soumise à enregistrement) à proximité du terminus existant « Presqu'Île ».

Les axes ferroviaires et routiers sont parcourus par des convois de matières dangereuses. Ces installations et ces convois font l'objet de réglementation particulière. L'apparition de risque en cas d'incident sur ces installations ou convois est principalement gérée par une coordination rapprochée de l'exploitant avec les services de secours.

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Évènements d'origine technologique	Explosion	Risque d'endommagement de la rame et blessure voyageur	Négatif Fort	Coordination avec les services d'urgences en cas d'alerte ou de risque (Police et pompier) et arrêt de l'exploitation sur le secteur
	Incendie	Risque d'embrasement de la rame	Négatif Moyen	Coordination avec les services d'urgences en cas d'alerte ou de risque (Police et pompiers) et arrêt de l'exploitation sur le secteur Respect des normes constructives en matière d'incendie pour les véhicules
	Pollution	Risque d'intoxication de voyageurs	Négatif Moyen	Coordination avec les services d'urgences en cas d'alerte ou de risque (Police et pompiers) et arrêt de l'exploitation sur le secteur

12.4.1.3. Les risques d'origine humaine

Ces risques sont liés principalement à un défaut de comportement d'une personne.

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Évènements d'origine humaine	Attentat	Dégradation de l'infrastructure et risque pour les Voyageurs	Négatif Fort	Coordination des moyens de police et l'exploitant Arrêt de l'exploitation (déviation ou arrêt) Vigilance du personnel
	Collision avec un véhicule tiers	Perte de contact électrique des rames arrêt	Négatif Faible	Occupations limitées des chaussées
	Collision avec un autre tramway	Dérangement et insécurité des usagers (voitures, cycles et piétons)	Négatif Moyen	Signalisation claire et visible

12.4.1.4. Les risques liés à la conception et à la réalisation

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Risques liés à la conception et à la réalisation	Risques électriques	Électrocution	Négatif Fort	Respect des normes électriques Contrôle de la conception par un organisme agréé (OCTA) Contrôle annuel réglementaire des installations
	Choc avec un obstacle	Risque de blessure conducteur et voyageur	Négatif Moyen	Libération d'un espace libre de tout obstacle autour du tracé (Gabarit Limite Obstacle)
	Choc avec un véhicule	Risques de choc voyageur et risque de blessures ou décès des passagers du véhicule	Négatif Fort	Conception d'aménagements lisible et sécuritaire Contrôle extérieur par un Organisme Agréé (OQA aménagements) Réservation d'un espace libre de tout obstacle non fusible
	Rupture de la ligne aérienne	Risque mécanique pour personnes à proximité Risque d'électrocution	Négatif Fort	Mise en place de moyen de protection contre les risques électriques (mise à la terre.) Dimensionnement sécuritaire (normes) de la ligne aérienne et de ses supports

12.4.1.5. Évaluation des incidences négatives notables du projet sur l'environnement résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs

Des analyses précédentes et du retour d'expérience sur le réseau de tramway de Caen la mer, il apparait que les principales incidences notables du projet sur l'environnement résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs sont :

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Impacts	Incidences
Incidences du projet sur l'environnement	Collision	Immobilisation de la rame Mise en place d'un service de remplacement par bus	Négatif Faible	Arrêt de l'exploitation	Circulation de bus Pollution – qualité de l'air
	Déraillement	Perte de contact électrique des rames arrêt	Négatif Faible	Occupation limitée des chaussées	
	Incendie	Immobilisation de la rame et évacuation Mise en place d'un service de remplacement par bus	Négatif Moyen	Pollution	Propagation d'incendie intoxication
	Inondation	Perte de contact électrique des rames	Négatif Faible	Arrêt de l'exploitation	Circulation de bus Pollution – qualité de l'air
	Arrêt d'exploitation	Mise en place d'un service de remplacement par bus	Négatif Faible	Arrêt de l'exploitation	Circulation de bus Pollution – qualité de l'air

12.4.2. Conclusion

Des analyses précédentes, il apparait que les principales incidences notables du projet sur l'environnement résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs sont maîtrisées.

13. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DE LEURS EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Afin d'assurer de la validité des mesures proposées et conformément à l'article L.122-3 du Code de l'environnement, la présente partie s'attache à présenter les modalités de suivi des mesures proposées.

Les mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement doivent en effet être couplées à un dispositif de suivi et d'évaluation destiné à assurer leur bonne mise en œuvre et garantir la réussite des actions prévues.

13.1. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DE LEURS EFFETS EN PHASE TRAVAUX

En phase chantier, le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage se chargeront de vérifier les mesures adoptées par les entreprises de travaux, pour limiter les incidences sur le milieu environnant. Les entreprises de travaux devront mettre en place un plan de préservation de l'environnement et respecter scrupuleusement les engagements pris par le maître d'ouvrage sur les mesures d'évitements, réduction et compensation.

13.1.1. Dispositif de coordination avec les intervenants sur les différents chantiers

13.1.1.1. La prise en compte de la sécurité

Un dispositif de coordination et d'information associé est mis en œuvre en amont des chantiers. Il concerne l'ensemble des intervenants et services concernés par les travaux de réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Il permet d'analyser les risques engendrés, de définir les mesures à prendre pour assurer la coactivité entre les intervenants et la population, ainsi que les mesures à mettre en œuvre pour assurer la sécurité de chacun.

Ces mesures sont définies pour chaque tronçon fonctionnel du chantier tramway et sont regroupées dans le CCFC (cahier des clauses fonctionnelles de chantier). Le CCEP (cahier des clauses d'environnement particulier) s'appuie sur le CCFC pour préciser, aux entreprises s'impliquant sur l'opération, quelles sont les mesures de protection particulières à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des ouvriers et des habitants dans le cadre des travaux.

Par ailleurs, un Coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (CSPS) s'assurera de l'hygiène, la sécurité, la bonne application des mesures de prévention des accidents sur le chantier. Des visites inopinées seront réalisées au cours des travaux pour vérifier que les entreprises respectent leurs engagements et prennent les mesures adéquates de prévention des risques d'accidents (port des équipements de protection individuelle, vérification du balisage pour assurer la sécurité des usagers des espaces publics, …).

13.1.1.2. Le dispositif de coordination mis en œuvre par la Collectivité

Dans le cadre des chantiers, différents intervenants et entreprises spécialisées interviennent simultanément sur plusieurs sites. Chacune des interventions de ces prestataires doit s'inscrire dans le cadre du planning général et prévisionnel des travaux, et doit respecter les clauses reprises dans le CCFC. Le dispositif institutionnel se décompose en différents comités ou différentes rencontres dont les objectifs sont détaillés ci-après.

Organisation d'un Comité de Coordination de Chantier (CCC)

Ce comité s'attache à assurer une information large des services internes à la Communauté urbaine Caen la mer, des services des autres collectivités locales et des acteurs institutionnels de façon régulière et continue en amont des travaux de réalisation de l'extension du tramway.

Le comité de coordination de chantier est piloté par le maître d'œuvre. Les participants sont la Communauté urbaine Caen la mer, la Ville de Caen, les institutions et des organismes publics ou privés (Chambre de Commerce et d'Industrie, Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Calvados, etc.). Les missions détaillées de ce comité consistent à :

- Informer les différents participants au CCC des travaux qui vont être engagés en chaque site dans les 2 mois suivants la date de réunion du comité ;
- Assurer un suivi technique permanent de l'avancement du chantier et des travaux en apportant des réponses aux éventuels problèmes rencontrés mettre à la disposition des participants les calendriers des travaux pour le mois en cours et le mois suivant ;
- Rappeler au cas par cas les mesures effectives à appliquer pour assurer la protection des riverains et des usagers du domaine public dans les emprises prévisionnelles des chantiers.

Réunions « Maîtrise et Coordination des Chantiers » (MCC)

Ces réunions ont comme objectifs :

- La validation des calendriers semainiers des chantiers de travaux qui recensent la nature et les sites des chantiers hebdomadaires, tout en en détaillant la décomposition en tâches élémentaires ;
- La délimitation des emprises des chantiers.

Elles sont pilotées par le maître d'œuvre général.

Réunions d'organisation temporaire du Plan de Circulation Générale

Ces réunions ont pour objectifs :

- D'établir la liste des mesures de circulation spécifiques à envisager pour chaque tronçon de travaux ;
- De déduire de cette liste de mesures les formalités administratives à engager (arrêtés municipaux pour les mesures de circulation provisoires, etc.) ;
- De mettre au point les annonces à publier dans la presse locale pour informer les habitants des incidences des chantiers du tramway, notamment sur les fonctionnements circulatoires modifiés dans les quartiers.

13.1.2. Information / concertation avec les habitants

Le dispositif de coordination, mis en œuvre par la Collectivité, permet d'avoir une maîtrise parfaite de la coactivité entre les chantiers et la vie locale, et d'assurer la qualité de l'information diffusée au public.

13.1.2.1. Information des habitants des secteurs en travaux

L'information des riverains des chantiers est prévue en amont du démarrage des travaux, pendant et en fin d'opération, en privilégiant la réactivité et la précision. Les actions d'information sont les suivantes :

- L'information ponctuelle auprès des riverains par affichage dans les lieux publics, la mairie de quartier, et par l'intermédiaire d'un journal « Info travaux Tramway 2028 » permettant de présenter de façon générale les types de travaux et le déroulement des opérations selon les secteurs concernés ;
- La publication d'une « Information riverains » diffusée par boîte aux lettres auprès des particuliers et des commerçants selon les secteurs impactés par les chantiers, en présentant le contenu des travaux et des mesures transitoires de déviation de la circulation générale ;
- La mise en place de panneaux d'information sur les secteurs concernés par le tracé, en complément des panneaux de signalisation réglementaires ;
- La mise à disposition d'agents de proximité dont les coordonnées seront communiquées aux riverains ;
- Des rencontres spécifiques sur le terrain ou dans les locaux de Caen la mer avec les techniciens peuvent être organisées à la demande des riverains, des commerçants, artisans, professions libérales, afin de les renseigner sur l'avancement du chantier ; elles permettent de prendre en compte les problèmes particuliers relevant de l'accessibilité à leurs lieux d'activités.

13.1.3. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu physique

13.1.3.1. Contrôle des matériaux d'apport

Afin de réduire les conséquences des travaux sur le sol, les entreprises de travaux seront tenues de respecter dans leur cahier des charges les principes de limitation de la consommation de matériaux nobles. La réutilisation de matériaux issus des déblais sera privilégiée.

- **Suivi** : contrôle des quantités de matériaux d'apport par rapport aux quantités de matériaux réutilisés sur place.
- **Réalisé par** : le maître d'œuvre sur la base des bons de transport des matériaux fournis par les entrepreneurs concernés par le chantier.
- **Durée** : toute la phase chantier.
- **Fréquence** : hebdomadaire.
- **Mesure corrective** : le maître d'ouvrage pourra appliquer des pénalités aux entreprises non respectueuses de leur cahier des charges.

13.1.3.2. Suivi de l'absence de travaux de terrassement en période pluvieuse

Les risques de pollution des eaux superficielles durant la phase de terrassement seront réduits par le respect des mesures prévues par le maître d'ouvrage avec le respect de la limitation des opérations de terrassement durant les périodes pluvieuses.

- **Suivi** : contrôle quotidien de la météorologie / conditions climatiques.
- **Réalisé par** : le maître d'œuvre sur la base des constats de visu durant le chantier et sur la base du suivi des alertes météorologiques de Météo France par Caen la mer.
- **Durée** : toute la phase chantier, notamment durant les opérations de terrassement.
- **Fréquence** : quotidienne.
- **Mesure corrective** : le maître d'ouvrage pourra stopper les travaux durant les épisodes pluvieux importants.

13.1.3.3. Suivi des terrassements par un géotechnicien (carrières de Beaulieu)

Au niveau du secteur concerné par les carrières souterraines de Beaulieu, une mesure de suivi des terrassements par un géotechnicien sera mise en œuvre en phase chantier

- **Suivi** : lors des travaux de terrassements dans le secteur des carrières de Beaulieu.
- **Réalisé par** : un géotechnicien mandaté par le maître d'ouvrage.

- **Durée** : toute la phase chantier, notamment durant les opérations de terrassement.
- **Fréquence** : quotidienne.
- **Mesure corrective** : le maître d'ouvrage pourra stopper les travaux en cas d'anomalie.

13.1.4. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu naturel

13.1.4.1. Suivi de la bonne mise en œuvre des mesures écologiques

Une surveillance de la bonne mise en œuvre de l'ensemble des mesures écologiques est indispensable pour garantir l'équilibre écologique du projet et éviter tout impact sur la biodiversité.

Le pétitionnaire doit rendre compte de la réalisation de son projet afin de justifier de la bonne exécution (obligation de moyens) et de l'efficacité (obligation de résultats) des mesures ERC.

Ce suivi doit permettre de répondre à des indicateurs de suivi. Il repose sur une collecte de données répétée dans le temps. Il permet notamment une vision dynamique de l'évolution des milieux, des espèces ou des facteurs écologiques.

Il s'effectue grâce à des.

- **Suivi** : relevés d'indicateurs réalisés sur le terrain et rédaction de bilans ou de rapports à destination des services de l'État. Il s'agit de suivre la mise en œuvre des mesures et leur efficacité.
- **Réalisé par** : le maître d'ouvrage, par une structure mandatée par ce dernier, ou encore par un management environnemental (référent biodiversité).
- **Durée** : toute la phase chantier.
- **Fréquence** : mensuelle.
- **Mesure corrective** : le Maître d'ouvrage pourra stopper les travaux ne respectant pas le calendrier et imposera un décalage temporel des interventions aux entreprises le cas échéant pour éviter les dérangements d'espèces. Il imposera également aux entreprises le respect des emprises pour éviter toute dégradation du milieu naturel à préserver.

13.1.4.2. Suivi des abattages d'arbres et des arbres à protéger

Les abattages d'arbres seront réalisés sous le contrôle du service Espaces verts de Caen la mer, afin d'éviter toute incidence sur les espaces et éléments les plus remarquables, tout en veillant à respecter la période favorable (éviter le dérangement de l'avifaune et chiroptères).

- **Suivi** : contrôle, marquage des arbres à abattre et vérification de l'absence d'espèces protégées dans ces arbres.
- **Réalisé par** : suivi par le Maître d'Œuvre et le service Espaces Verts de Caen la mer. Les dispositifs de protection des arbres maintenus sont réalisés par les entreprises de travaux.
- **Durée** : ponctuellement avant et durant les opérations d'abattage sinon durant tout le chantier pour ce qui concerne les protections des arbres maintenus.
- **Fréquence** : en fonction du planning des abatages
- **Mesure corrective** : le Maître d'ouvrage pourra stopper les travaux en cas d'abattage d'arbre non marqué. Il pourra imposer le cas échéant en décalage temporel en cas de découverte d'une faune nicheuse présente sur l'arbre.

13.1.5. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le paysage et le patrimoine

13.1.5.1. Suivi du paysage

Les risques d'altération sur le paysage seront réduits par le maintien de la propreté du chantier. Les altérations définitives du paysage seront réduites car les entreprises concernées par le chantier seront tenues de remettre en état l'ensemble des sites à la fin du chantier.

- **Suivi** : contrôle de l'état de propreté du chantier. Contrôle de la remise en état des sites en fin de chantier.
- **Réalisé par** : le Maître d'Œuvre.
- **Durée** : toute la phase chantier.
- **Fréquence** : hebdomadaire.
- **Mesure corrective** : le Maître d'ouvrage pourra stopper les travaux ne respectant pas le bon état de propreté du chantier et imposera aux entreprises de travaux le nettoyage des zones d'emprises du chantier, mais aussi des voiries utilisées par les engins. Des pénalités seront appliquées en cas de défaut d'entretien.

13.1.5.2. Suivi du patrimoine

Les risques de dégradation du patrimoine seront réduits par le strict respect des mesures de déclaration en cas de découverte fortuite d'un élément patrimonial par les entreprises de travaux.

- **Suivi** : Déclaration et mise en place d'un cahier de suivi des découvertes.

- **Réalisé par** : Caen la mer et le maître d'Œuvre sur la base des découvertes réalisée par les entreprises de travaux.
- **Durée** : toute la phase chantier.
- **Fréquence** : hebdomadaire.
- **Mesure corrective** : le Maître d'ouvrage pourra stopper les travaux en cas de découverte. Ces découvertes seront immédiatement signalées aux services préfectoraux chargées de la préservation du patrimoine.

13.1.6. Suivi des mesures et suivi de leurs effets en faveur de la santé humaine et du cadre de vie

Les risques de dégradation de la qualité de l'air, de génération des nuisances sonores, de vibrations ou de pollutions lumineuses seront réduits par le strict respect des mesures de préservations par les entreprises de travaux (arrosage régulier du chantier de terrassement, utilisation de matériel conforme aux normes d'émission de polluant et d'émission de bruit).

- **Suivi** : Envol de poussières et contrôle de nuisances sonores.
- **Réalisé par** : Caen la mer et le Maître d'Œuvre sur la base de contrôle in situ réalisés fortuitement.
- **Durée** : toute la phase chantier.
- **Fréquence** : contrôles aléatoires.
- **Mesure corrective** : le Maître d'ouvrage pourra stopper les travaux en cas de dépassement des normes et exigera une mise en conformité immédiate aux entreprises concernées.

13.2. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DE LEURS EFFETS EN PHASE D'EXPLOITATION

13.2.1. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu naturel

13.2.1.1. Suivi de la bonne mise en œuvre des mesures écologiques

Une surveillance de la bonne mise en œuvre de l'ensemble des mesures écologiques est indispensable pour garantir l'équilibre écologique du projet et éviter tout impact sur la biodiversité.

Le pétitionnaire doit rendre compte de la réalisation de son projet afin de justifier de la bonne exécution (obligation de moyens) et de l'efficacité (obligation de résultats) des mesures ERC.

Ce suivi doit permettre de répondre à des indicateurs de suivi. Il repose sur une collecte de données répétée dans le temps. Il permet notamment une vision dynamique de l'évolution des milieux, des espèces ou des facteurs écologiques.

- **Suivi** : relevés d'indicateurs réalisés sur le terrain et rédaction de bilans ou de rapports à destination des services de l'État. Il s'agit de suivre la mise en œuvre des mesures et leur efficacité.
- **Réalisé par** : le maître d'ouvrage, par une structure mandatée par ce dernier, ou encore par un management environnemental (référent biodiversité).
- **Durée** : 5 ans.
- **Fréquence** : annuelle.
- **Mesure corrective** : le Maître d'ouvrage pourra stopper les travaux ne respectant pas le calendrier et imposera un décalage temporel des interventions aux entreprises le cas échéant pour éviter les dérangements d'espèces. Il imposera également aux entreprises le respect des emprises pour éviter toute dégradation du milieu naturel à préserver.

13.2.1.2. Suivi des espèces floristiques exotiques envahissantes

Plusieurs espèces floristiques exotiques envahissantes ont été inventoriées sur le tracé de la future ligne. Une mesure de gestion est prévue en phase travaux, mais il est important, à la vue de la dynamique de ces espèces, de suivre les éventuelles repousses ou expressions spontanées.

- **Suivi** : campagne d'investigation en période estivale comprenant la localisation des espèces pour lesquelles une intervention serait à effectuer et un compte-rendu avec si besoin des préconisations d'actions.
- **Réalisé par** : le maître d'ouvrage, par une structure mandatée par ce dernier.
- **Durée** : 12 ans.
- **Fréquence** : annuelle les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+12), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.
- **Mesure corrective** : en cas de dérives constatées pendant les suivis, de nouvelles mesures seraient proposées.

13.2.1.3. Suivi de l'avifaune

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

- **Suivi** : Ce suivi prendra place sur les focus définis dans l'étude faune flore afin de pouvoir comparer l'état initial et l'état post-projet. L'opérateur reprendra donc le protocole utilisé pour l'état initial, à savoir un inventaire par points d'écoute de type IPA (2 passages au cours de la période de reproduction : une visite entre 1er avril et le 8 mai + une visite entre le 9 mai et le 15 juin en espaçant les 2 passages de 4 à 6 semaines). .
- **Réalisé par** : le maître d'ouvrage, par une structure mandatée par ce dernier.
- **Durée** : 12 ans.
- **Valeurs initiales** : 44 espèces recensées. Les valeurs par points d'écoute (diversité, abondance, type de contacts) seront à comparer avec les données de l'étude faune-flore 2023 (état initial).
- **Objectifs cibles** : a minima maintenir la diversité des espèces à l'échelle de la zone d'étude, ou maintenir la diversité des points IPA mentionné dans l'état des lieux.
- **Fréquence** : Fréquence : annuelle les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+13), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet. Dans ce cas, une instance de partage et d'expertise de ces suivis, y compris avec les services de l'Etat, serait mise en place.
- **Mesure corrective** : Diagnostiquer l'habitat pour savoir s'il est toujours fonctionnel pour les espèces recensées dans l'état des lieux (potentialité de nidification, abondance de nourriture, zones refuges…), identifier les perturbations, les endiguer si elles sont permanentes, améliorer l'habitat.

13.2.1.4. Suivi des chiroptères

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

- **Suivi :** Ce suivi prendra place sur les focus définis dans cette étude afin de pouvoir comparer l'état initial et l'état post-projet. L'opérateur reprendra donc le protocole utilisé pour l'état initial, à savoir la pose d'un SM4BAT à chaque focus, durant une nuit en période de reproduction (entre mai et aout) et une nuit en période de dispersion des colonies (septembre).
- **Valeurs initiales :** 10 espèces recensées. Les valeurs par points d'écoute (diversité, abondance, type de contacts) seront à comparer avec les données de l'étude faune-flore 2023 (état initial).
- **Objectifs cibles :** a minima maintenir la diversité des espèces à l'échelle de la zone d'étude, ou maintenir la diversité des points d'écoute mentionné dans l'état des lieux.
- **Fréquence :** annuelle les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+13), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet. Dans ce cas, une instance de partage et d'expertise de ces suivis, y compris avec les services de l'Etat, serait mise en place.
- **Mesures correctrices :** Diagnostiquer l'habitat pour savoir s'il est toujours fonctionnel pour les espèces recensées dans l'état des lieux (potentialité de gîte, abondance de nourriture, fonctionnalité des corridors…), identifier les perturbations, les endiguer si elles sont permanentes, améliorer l'habitat.

13.2.1.5. Suivi du Hérisson d'Europe

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

- **Suivi :** Ce suivi suivra la même méthode que l'état initial afin de pouvoir comparer l'état initial et l'état post-projet, à savoir un recensement par observation à vue (de jour comme de nuit), la recherche d'empreintes et autres indices de présence. L'inventaire se déroulera sur 3 campagnes (2 au printemps, 1 à l'été) avec une visite diurne et une nocturne à chaque campagne.
- **Valeurs initiales :** Présence du Hérisson d'Europe au focus 2 de l'état des lieux (maison du général, rue Damozanne). 2 individus observés de nuit.
- **Objectifs cibles :** constater au moins la présence ou des indices du présence du Hérisson d'Europe dans la zone du focus 2 de l'état des lieux (maison du général, rue Damozanne).
- **Fréquence :** annuelle les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+13), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet. Dans ce cas, une instance de partage et d'expertise de ces suivis, y compris avec les services de l'Etat, serait mise en place.
- **Mesures correctrices :** Diagnostiquer l'habitat pour savoir s'il est toujours fonctionnel pour l'espèce (présence de site de reproduction, zones refuges, activité humaine…), identifier les perturbations, les endiguer si elles sont permanentes, améliorer l'habitat.

13.2.1.6. Suivi de la renaturation des zones protégées

- **Suivi** : Ce suivi assurera la bonne mise en place et la bonne efficacité des zones de protection, notamment en faveur du hérisson d'Europe, de la flore, des oiseaux, des insectes, des chiroptères… Un inventaire multigroupes pourra être effectué au regard des groupes étudié dans l'état initial. Pour cela, il est nécessaire de prévoir deux visites au printemps et une visite en été. À chaque visite, des investigations nocturnes sont à prévoir en fonction des groupes étudiés. Une surveillance des gîtes artificiels mis en place sera effectuée.
- **Réalisé par** : le maître d'ouvrage, par une structure mandatée par ce dernier.
- **Durée** : 12 ans.
- **Fréquence** : annuelle les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+12), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.
- **Mesure corrective** : en cas de dérives constatées pendant les suivis, de nouvelles mesures seraient proposées.

13.2.2. Suivi des ouvrages du tramway au passage des carrières souterraines de Beaulieu

- **Suivi** : Suivi des ouvrages du tramway pour prévenir toute apparition de déformation des voies au passage des carrières souterraines de Beaulieu.
- **Réalisé par** : la Communauté urbaine Caen la mer.
- **Durée** : permanent.
- **Fréquence** : 2 ans après la mise en service, puis tous les 5 ans.
- **Mesure corrective** : en cas de déformation avérée, comblement définitif des carrières.

13.2.3. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le paysage et le patrimoine

Au même titre que pour le milieu naturel, les services chargés des espaces verts assureront le suivi et le maintien en bon état de l'ensemble des mesures paysagères retenues pour le projet.

13.2.3.1. Suivi après la plantation des nouveaux arbres

- **Suivi** : surveillance globale du site, arrosage (non automatique) des plantations, entretien post-plantation des arbres et baliveaux depuis le sol, entretien post-plantation des arbustes et des haies, entretien post-plantation des végétaux non ligneux, entretien post-plantation des gazons, désherbage des massifs et pieds d'arbres en période de finalisation, prévention des maladies et ravageurs, surveillance des plantes envahissantes.
- **Réalisé par** : l'entreprise mandataire du marché.
- **Durée** : Durant les 2 années qui suivent les travaux de plantation.
- **Mesure corrective** : en cas de non-reprise de la végétation, réalisation de plantations de remplacement.

13.2.4. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu humain, le contexte socio-économique et les déplacements

Conformément à l'article L.1511-6 du code des transports, le maître d'ouvrage dressera un bilan des résultats économiques et sociaux de son aménagement, au plus tard cinq ans après sa mise en service. Ce bilan devra être rendu public.

- **Suivi** : réalisation d'un bilan socio-économique.
- **Réalisé par** : Caen la mer et le délégataire se chargent de réaliser ce suivi.
- **Durée** : ponctuellement.
- **Fréquence** : à 5 ans de la date de fin de chantier.
- **Mesure corrective** : le maître d'ouvrage pourra vérifier l'exactitude de leurs prévisions économiques et, le cas échéant, apporter des modifications (ex : augmentation des fréquences des tramways si fort taux d'utilisation, modification des plans de circulation, etc.).

13.2.5. Suivi des mesures et suivi de leurs effets en faveur de la santé humaine et le cadre de vie

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Une campagne de mesures acoustiques corrélée au trafic sera réalisée à la mise en service du tramway et 1 an après la mise en service pour identifier l'atteinte des objectifs et les mesures correctives éventuellement nécessaires.

Ces mesures seront réalisées en particulier sur les trois habitations présentant un risque de dépassement des seuils réglementaires. Le maître d'ouvrage fera vérifier l'évolution des nuisances en réalisant des mesures acoustiques sur les habitations concernées.

Un bilan des suivis acoustiques sera produit après chaque campagne de mesures.

- **Suivi** : Réalisation de mesures acoustiques sur trois maisons d'habitation.
- **Réalisé par** : Caen la mer.
- **Durée** : ponctuellement.
- **Fréquence** : à la mise en service et 1 an après la mise en service.
- **Mesure corrective** : en fonction des résultats, le Maître d'ouvrage pourra ajuster les besoins de protections acoustiques si des dépassements des seuils réglementaires sont avérés après mise en service.

14. COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

Les montants alloués aux mesures en faveur de l'environnement pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer est précisé dans les tableaux ci-après. Ce coût prévisionnel du projet comprend le montant des mesures de réduction, de compensation, d'accompagnement et de suivi.

14.1. MESURES EN PHASE TRAVAUX

Mesures en phase travaux	Coût estimatif (€ HT)
MESURES D'EVITEMENT	
Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif	150 000 €
MESURES DE REDUCTION	
Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Dispositif de repli du chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Dispositifs de limitation des nuisances paysagères	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Concertation des maîtres d'ouvrage des projets connexes	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Tri et recyclage des déchets de chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) (hors enjeux liés au milieu naturel)	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Plan de circulation en phase travaux	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	500 000 €
Réduction de l'emprise du projet au maximum	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe lors des travaux	2 000 € – 5 000 €
Plantations en faveur de la biodiversité	2 500 000 €
Gestion des espèces exotiques envahissantes	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Interventions d'abattage d'arbres et de haies à réaliser hors de la période sensible pour la faune	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Passage d'un écologue avant travaux	+/- 1 000€ par visite (en fonction du phasage des travaux)
Limitation de l'impact sur l'habitat du Hérisson d'Europe dans le secteur de la maison du Général	Coût globalisé dans la conception du projet
Lutte contre les pollutions du chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Balisage préventif divers	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen pendant les travaux	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes	Coût globalisé dans les prestations d'exploitation du réseau de transports en commun
Déclaration de toute découverte archéologique fortuite en phase travaux	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Respect des prescriptions du site patrimonial remarquable de Caen et des recommandations de l'Architecte des Bâtiments de France vis-à-vis des monuments historiques	Coût globalisé dans la conception du projet
Mise en œuvre des prescriptions des études géotechniques au droit de la plateforme du tramway	Coût globalisé dans la conception du projet
MESURES DE COMPENSATION	
Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway	12 000 000 €
Indemnisation des propriétaires de parcelles privées qui sont impactées par le passage du tramway	700 000 €
Plantations d'arbres	700 000 €

Compensation hydraulique par décaissement d'une zone en amont hydraulique de la zone impactée	200 000 €
MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	
Mangement environnemental du chantier	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées	2 500 € - 3 500 €
Augmenter la biodiversité dans les zones préservées	1 000 €
Installation de gîtes artificiels	2 500 €
Accompagnement financier à destination des commerces impactés par le projet pendant la phase travaux	100 000 € - 1 000 000 €
MESURES DE SUIVI	
Dispositif de coordination et d'information mis en œuvre en amont des chantiers	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Information et concertation avec les habitants des secteurs en travaux	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi du contrôle des matériaux d'apport	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi de l'absence de travaux de terrassement en période pluvieuse	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi des terrassements par un géotechnicien (carrières de Beaulieu)	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi du chantier par un expert écologue	50 000 €
Suivi du contrôle et délimitation de chantier (nature des travaux en fonction du calendrier biologique)	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi des abattages d'arbres et des arbres à protéger	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Contrôle de l'état de propreté du chantier	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Déclaration et mise en place d'un cahier de suivi des découvertes	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi de l'envol des poussières et contrôle des nuisances sonores	Coût globalisé dans les prestations de coordination

14.2. MESURES EN PHASE EXPLOITATION

Mesures en phase d'exploitation	Coût estimatif (€ HT)
MESURES D'EVITEMENT	
Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires	Coût globalisé dans les prestations de coordination
MESURES DE REDUCTION	
Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade	9 000 €
Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents)	Coût globalisé dans les prestations d'exploitation du réseau de transports en commun
Pose de voies anti-vibratiles au droit de la plateforme de tramway	5 500 000 €
Dispositifs de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation	Coût globalisé dans la conception du projet
Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages	Coût globalisé dans la conception du projet
Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	2 300 000 €
MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	
Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication	1 500 € - 2 000 €
MESURES DE SUIVI	
Suivi de la bonne mise en place des mesures écologiques	3 000 € - 5 000 €
Suivi de la renaturation de zones protégées	3 000 € - 4 000 €
Suivi des espèces floristiques invasives	3 000 € - 5 000 €
Suivi de l'avifaune	3 000 € - 5 000 €
Suivi des chiroptères	3 000 € - 4 000 €
Suivi de la bonne mise en place des mesures paysagères	Coût globalisé dans les prestations de coordination
Suivi des nouveaux sujets plantés réalisé pendant au moins 2 ans pour s'assurer de la reprise de la végétation	Coût globalisé dans les prestations de travaux
Suivi des ouvrages du tramway pour prévenir toute apparition de déformation des voies au passage des carrières souterraines de Beaulieu	50 000 €
Réalisation de mesures acoustiques après mise en service	30 000 €
Réalisation d'un bilan socio-économique	Coût globalisé dans les prestations de coordination

PARTIE 7. EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000

Une étude d'incidence sur le ou les sites Natura 2000 situé(s) dans la zone d'influence du projet est réalisée. L'objectif est d'apprécier les incidences potentielles du projet sur le ou les site(s) Natura 2000.

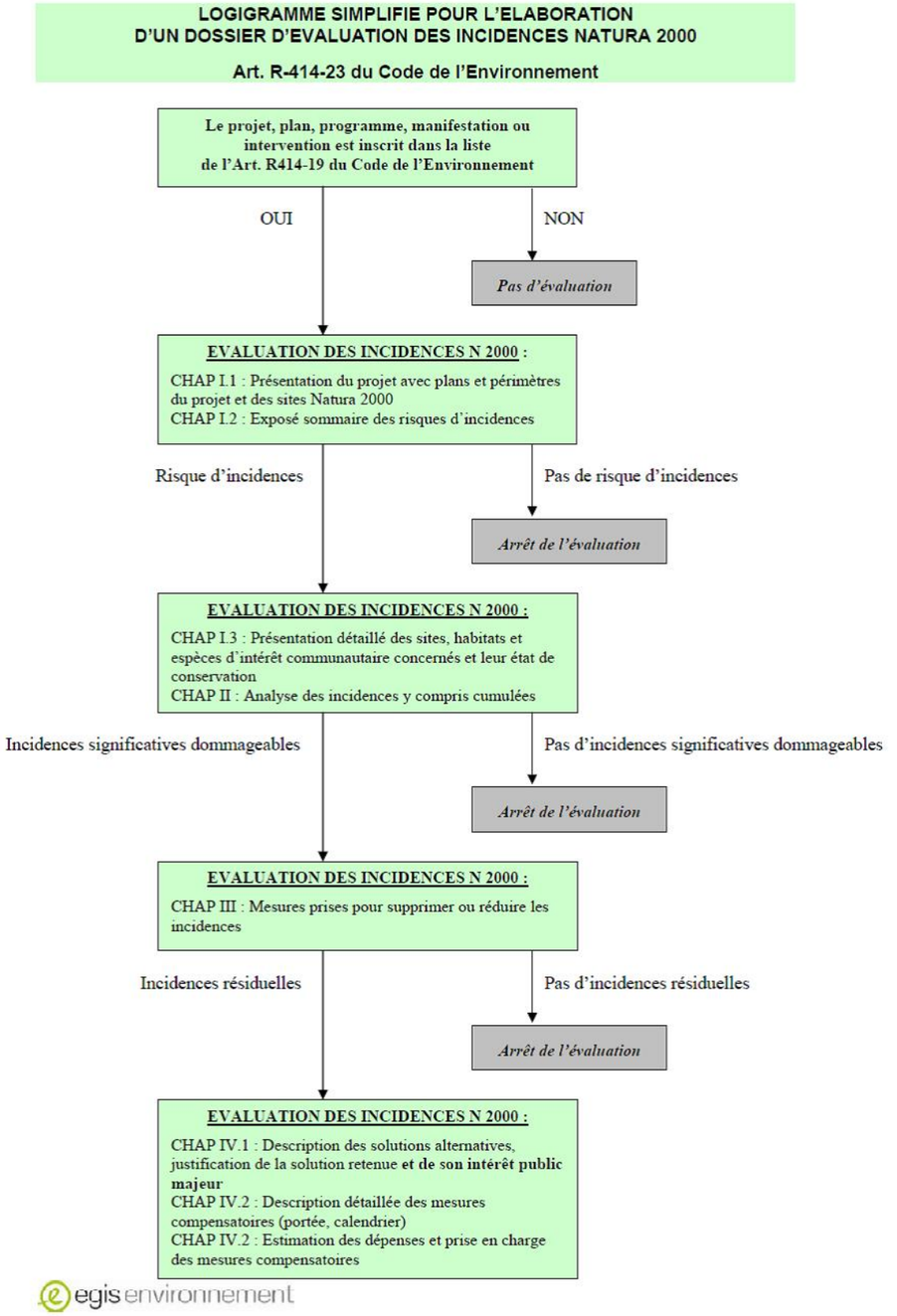
L'évaluation des incidences Natura 2000 doit :

- analyser les incidences du projet au regard des objectifs de conservation des habitats et des espèces (animales et végétales) d'intérêt communautaire, pour lesquels le ou les site(s) a (ont) été désigné(s), c'est-à-dire de l'ensemble des mesures requises pour conserver ou rétablir ces habitats naturels et ces populations d'espèces de faune et de flore sauvages dans un état favorable à leur maintien à long terme ;
- être appropriée, c'est-à-dire être ciblée sur les objectifs de conservation du site ;
- être appliquée au(x) site(s) Natura 2000, c'est-à-dire à un territoire géographiquement restreint au périmètre du site désigné, mais aussi le cas échéant à l'extérieur de ce périmètre, lorsque le projet est susceptible d'avoir des incidences sur la conservation du site.

Cette évaluation se base sur un ensemble de documents et de circulaires européennes et françaises :

- articles 6.3 et 6.4 de la directive européenne modifiée 92/43/CEE dite Directive « Habitats » ;
- articles R.414-19 à R.414-26 du Code de l'environnement ;
- décret n°2010-365 du 9 avril 2010 relatif à l'évaluation des incidences Natura 2000 ;
- circulaire DNP/SDEN n°2004-1 du 5 octobre 2004. Évaluation des incidences des programmes et projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptibles d'affecter de façon notable les sites Natura 2000 ;
- cahiers d'habitats Natura 2000 ;
- documents d'objectifs des sites Natura 2000 si possible, ou formulaire FSD des sites ne disposant pas de document d'objectifs.

L'évaluation des incidences du projet sur le(s) site(s) Natura 2000, conformément à la législation (article R.414-23 du Code de l'environnement), doit être construite selon le logigramme suivant :



Logigramme relatif à l'évaluation Natura 2000 (source : EGIS, 2011)

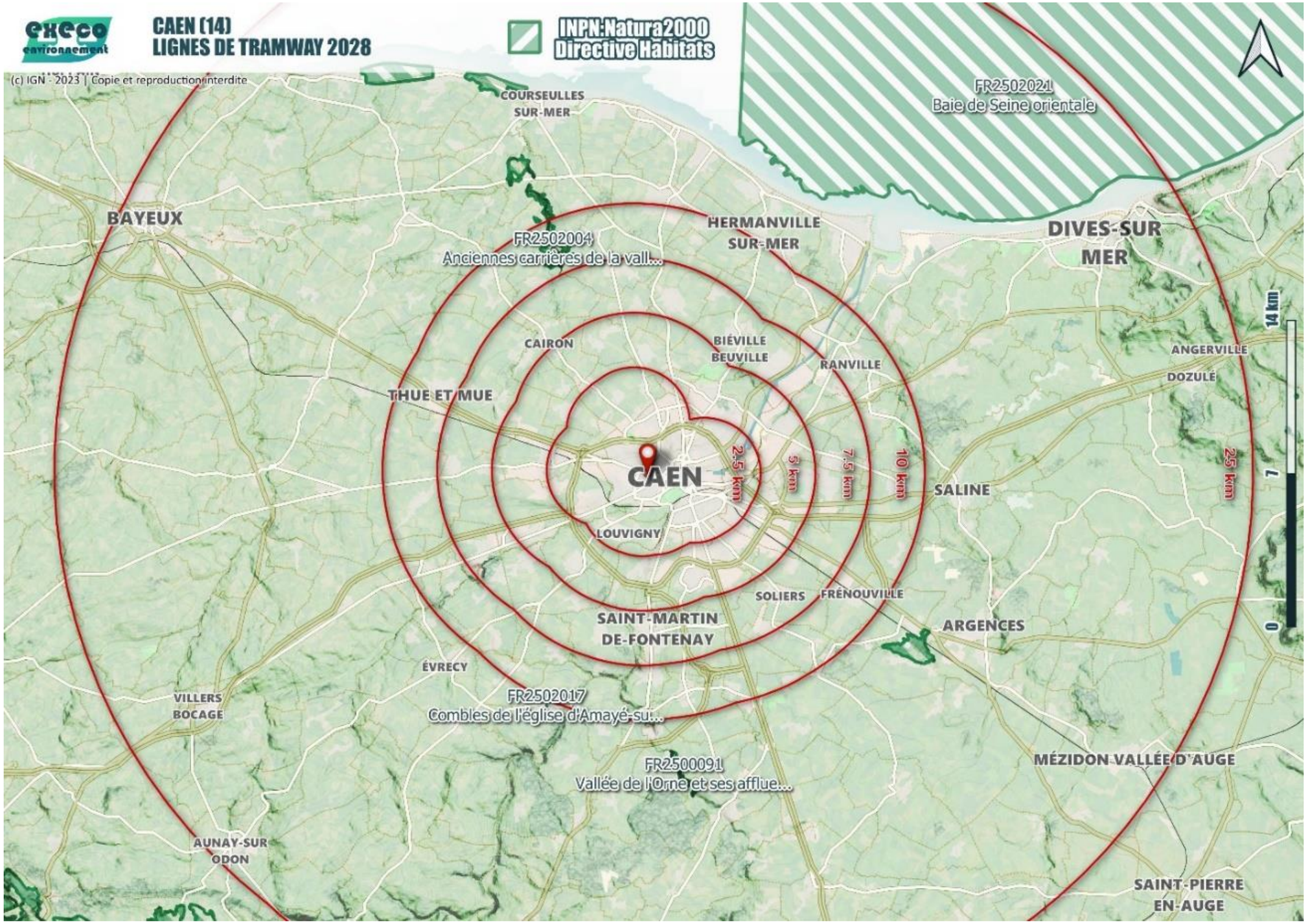
1. IDENTIFICATION DES SITES NATURA 2000 CONCERNES PAR LE PROJET

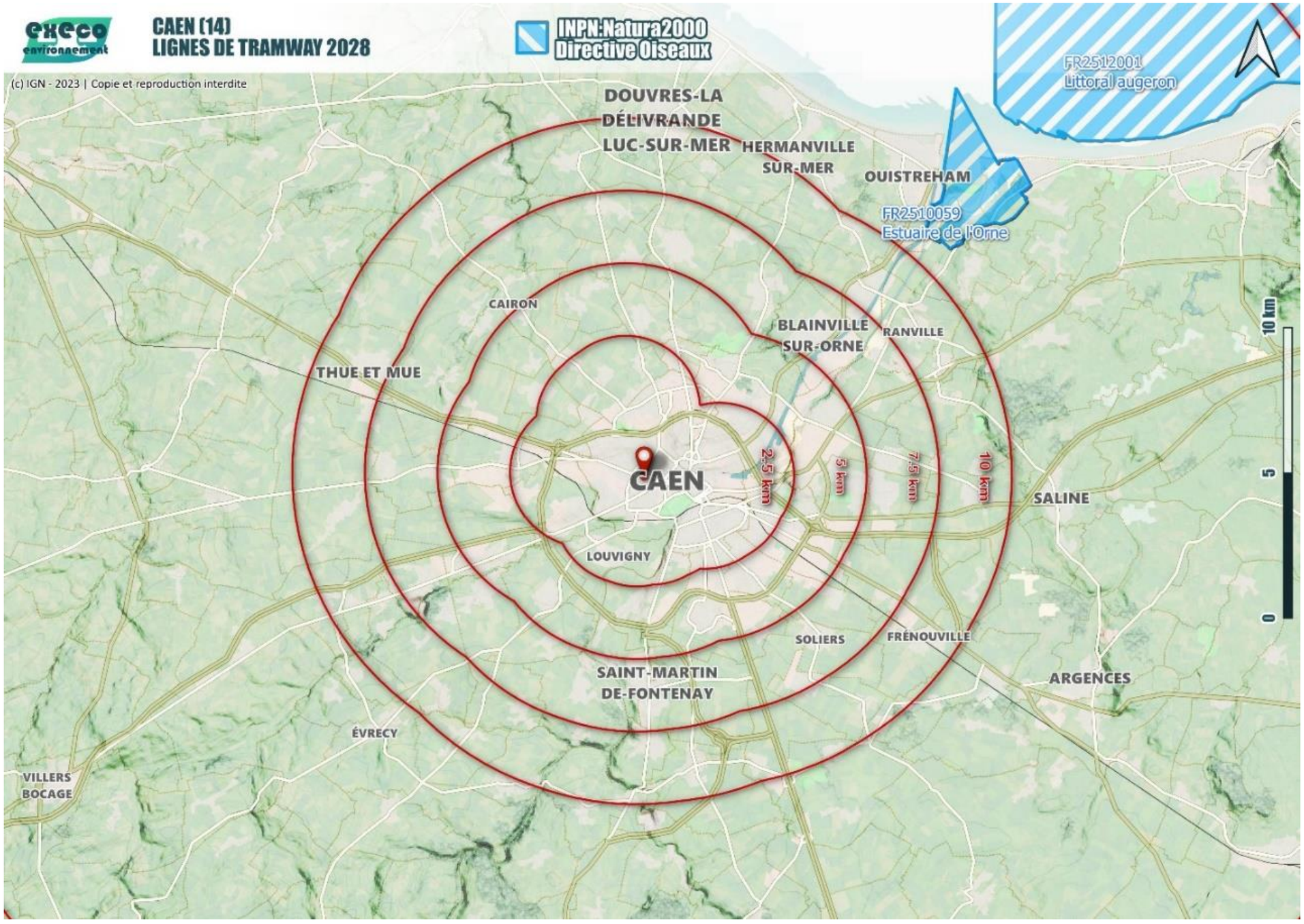
Les sites les plus proches sont éloignés d'au moins 7,5 km du projet :

- **la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Anciennes Carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004)**, située à environ 5 km de l'aire d'étude rapprochée ;
- **la Zone de Protection Spéciale « Estuaire de l'Orne » (FR2510059)**, située à environ 8,3 km au Nord-Est de la station existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair.
- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Combles de l'église d'Amayé-sur-Orne » (FR2502017), située à environ 10 km de l'aire d'étude immédiate;
- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Vallée de l'Orne et ses affluents » (FR2500091), située à plus de 10 km de l'aire d'étude immédiate ;
- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Baie de Seine orientale » (FR2502021), située à plus de 10 km de l'aire d'étude immédiate ;
- la Zone de Protection Spéciale « Littoral augeron » (FR2512001), situé à plus de 10 km de l'aire d'étude immédiate.

Ainsi, au regard de la localisation du projet, de son influence supposée et de sa proximité avec les sites Natura 2000, les sites concernés sont :

- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) **« Anciennes Carrières de la vallée de la Mue »** (FR2502004), située à environ 5 km de l'aire d'étude rapprochée ;
- la Zone de Protection Spéciale (ZPS) **« Estuaire de l'Orne »** (FR2510059), située à environ 8,3 km au Nord-Est de la station existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair.


CAEN (14)
LIGNES DE TRAMWAY 2028
INPN:Natura2000
Directive Habitats
(c) IGN - 2023 | Copie et reproduction interdite
COURSEULLES SUR-MER
FR2502021
Baie de Seine orientale
BAYEUX
HERMANVILLE SUR-MER
FR2502004
Anciennes carrières de la vall...
DIVES-SUR MER
CAIRON
BIÉVILLE BEUVILLE
RANVILLE
ANGERVILLE
DOZULÉ
THUE ET MUE
14 km
2.5 km
5 km
7.5 km
10 km
25 km
CAEN
SALINE
LOUVIGNY
SOLIERS
FRÉNOUVILLE
SAINT-MARTIN DE-FONTENAY
ARGENCES
ÉVRECY
VILLERS BOCAGE
FR2502017
Combles de l'église d'Amayé-su...
FR2500091
Vallée de l'Orne et ses afflue...
MÉZIDON VALLÉE D'AUGE
AUNAY-SUR ODON
SAINT-PIERRE EN-AUGE



Localisation des sites Natura 2000 et des aires d'étude

2. PRESENTATION DES SITES NATURA 2000 ET DES ESPECES ET HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE

La présente étude d'évaluation d'incidences repose sur les documents de références suivants :

- les Formulaires Standards de Données (FSD) : document accompagnant la décision de transmission d'un projet de site ou l'arrêt désignant un site, élaboré pour chaque site Natura 2000 et transmis à la commission européenne par chaque État membre. Il présente les données identifiant les habitats naturels et les espèces qui justifient la désignation du site. Ces fiches sont disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) ;
- les Documents d'Objectifs (DocOb) : document issu d'un processus de concertation, c'est à la fois un document de diagnostic et un document d'orientation pour la gestion des sites Natura 2000. Il fixe des objectifs de protection de la nature conformément à des textes dont la protection et la gestion des milieux naturels est la fonction. Il peut également proposer des objectifs destinés à assurer la « sauvegarde des activités économiques, sociales et culturelles qui s'exercent sur le site » conformément à l'esprit de la Directive « Habitats » - et seulement en ce sens - qui précise que certaines activités humaines sont nécessaires à la conservation de la biodiversité. Les DocOb existants et disponibles ont été utilisés pour cette étude ;
- les résultats des prospections écologiques réalisées en 2023 par ExEco Environnement, au sein de l'aire d'étude du projet.

2.1. DESCRIPTION ET COMPOSITION DES SITES

Les sites Natura 2000 les plus proches de l'aire d'étude rapprochée sont recensés dans le tableau suivant :

Type de zonage	Nom	Surface totale	Distance à l'aire d'étude rapprochée
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	Anciennes carrières de la vallée de la Mue (FR2502004)	198 ha	À environ 5 km au Nord-Ouest de l'aire d'étude rapprochée
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	Estuaire de l'Orne (FR2510059)	942 ha	À environ 8,3 km au Nord-Est de la station existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair

Sites Natura 2000 localisés à proximité du projet d'extension du tramway Caen la mer

2.1.1. ZSC « Anciennes carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004)

Code site	**FR2502004**
Date de désignation	pSIC : première proposition : 31/12/2005 SIC : publication au JO UE : 12/11/2007 ZSC : arrêté en vigueur : 15/05/2021
Superficie	198 ha
Régions biogéographiques	Atlantique : 100 %
Communes	Banville, Basly, Beny-Sur-Mer, Fontaine-Henry, Reviers (14)

- Date de l'arrêté de désignation en ZSC : 11/07/2016
- Document d'objectifs (DOCOB) : 02/2011, mis à jour 11/2015

Ce site correspond à un ensemble de 13 cavités, jadis exploitées en carrières, creusées dans les calcaires du Bathonien moyen.

Les terrains de chasse des chiroptères ont été rajoutés à la suite d'une étude de télémétrie. L'extension du périmètre réalisée en 2016 porte sur des prairies humides et des boisements caducifoliés de pente sur les versants de la vallée.

Parmi les vulnérabilités identifiées sont recensées des cavités trop facilement accessibles à une fréquentation humaine incontrôlée et des dégradations notées sur certaines cavités (feux, dépôts de déchets, comblement, etc.).

Ce réseau de cavités constitue un ensemble de sites d'hibernation, d'estivage et de mise bas pour 10 espèces de chiroptères, dont 5 inscrites à l'annexe II de la directive « Habitats ». Les effectifs présents confèrent à ce site un intérêt majeur à l'échelle régionale.

Le tableau suivant expose les impacts et les activités sur le site.

	Influence	Intensité
Autres intrusions et perturbations humaines	Négative	Forte
Dépôts de matériaux inertes	Négative	Moyenne
Fermeture de grottes ou de galeries	Positive	Forte
Vandalisme	Négative	Moyenne

2.1.2. ZPS « Estuaire de l'Orne » (FR2510059)

Code site	**FR2510059**
Date de désignation	ZPS : premier arrêté : 31/01/1990 ZPS : arrêté en vigueur : 18/01/2005
Superficie	942 ha
Régions biogéographiques	Atlantique : 100 %
Communes	Amfreville, Merville-Franceville-Plage, Ouistreham, Sallenelles (14)

- Date de l'arrêté de désignation en ZPS : 31/01/1990
- Document d'objectifs (DOCOB) : il n'existe pas de plan de gestion pour ce site Natura 2000.

L'estuaire de l'Orne constitue une escale migratoire unique dans le département du Calvados, permettant de fait une diversité importante de biotopes. Un projet d'arrêté préfectoral de biotope est en réflexion. Les vulnérabilités du site sont essentiellement dues à la pression de chasse importante ainsi qu'à la pression touristique.

2.2. RAISONS POUR LESQUELLES LES SITES ONT ETE DESIGNES

Le FSD, ainsi que le DocOb, exposent les raisons pour lesquelles les sites ont été désignés, au vu des habitats et des espèces les fréquentant.

2.2.1. ZSC « Anciennes carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004)

2.2.1.1. Habitats d'intérêt communautaire

Le site est composé des typologies d'habitats suivantes :

- forêts caducifoliées (50% du site) ;
- prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées (45%) ;
- rochers intérieurs, Éboulis rocheux, Dunes intérieures, Neige ou glace permanente (5%).

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé.

2.2.1.2. Espèces d'intérêt communautaire

Ce réseau de cavités constitue un ensemble de sites d'hibernation, d'estivage et de mise bas pour 10 espèces de chiroptères.

5 chiroptères sont en effet inscrits à l'annexe II de la directive « Habitats » :

- **1303** - *Rhinolophus hipposideros* (245 - 255 individus) ;
- **1304** - *Rhinolophus ferrumequinum* (76 - 119 individus) ;
- **1321** - *Myotis emarginatus* (5 – 10 individus) ;
- **1323** - *Myotis bechsteinii* (1 – 2 individus) ;
- **1324** - *Myotis myotis* (8 - 14 individus).

2.2.2. ZPS « Estuaire de l'Orne » (FR2510059)

2.2.2.1. Habitats d'intérêt communautaire

Le site est composé des typologies d'habitats suivantes :

- rivières et Estuaires soumis à la marée, Vasières et bancs de sable, Lagunes (incluant les bassins de production de sel) (66% du site) ;
- dunes, Plages de sables, Machair (16%) ;
- prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées (18%).

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé.

2.2.2.2. Espèces d'intérêt communautaire

Aucune espèce du site ne figure en annexe II de la directive « Habitats ».

3. EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ETAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000 ET MESURES ENVISAGEES

3.1. HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE POTENTIELLEMENT CONCERNES PAR LE PROJET

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé au cours des différentes campagnes de terrain. Aucune incidence n'est donc retenue.

3.2. ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE POTENTIELLEMENT CONCERNEES PAR LE PROJET

Les espèces concernées par la directive « Habitats » (annexe II) et connues des sites Natura 2000, sont les suivantes au sein de la ZSC FR2502004 :

- 5 espèces de chiroptères : Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) et Grand murin (*Myotis myotis*).

Les 5 espèces de chiroptères notées au sein des deux sites ne peuvent utiliser l'aire d'étude du projet qu'uniquement pour la chasse.

Une espèce d'intérêt communautaire a été recensée au cours des différentes campagnes de terrain :

Le **murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*) est la plus forestière de nos chauves-souris, occupant principalement des peuplements matures caducifoliés. Les observations sur cette espèce sont effectivement surtout collectées dans les chênaies et hêtraies au sous-bois développé. Cette chauve-souris occupe, été comme hiver, principalement des cavités sylvestres (trous de pics, fissures, gélivures, blessures), sinon des anfractuosités de souterrains ou d'ouvrages d'art, ou plus rarement des bâtiments. Le domaine vital des colonies est très réduit. Les femelles chassent dans le sous-bois (à quelques centaines de mètres autour du gîte seulement) des insectes nocturnes mais aussi diurnes posés, qui sont glanés directement sur le feuillage. Le Murin de Bechstein chasse en effet ses proies très près de la végétation : au ras du sol ou dans les frondaisons des arbres et arbustes. La richesse génétique des populations est défavorisée par la faible mobilité des individus. Seul un milieu favorable étendu ou des habitats suffisamment connectés permettent à certains individus de bouger. Au vu de sa biologie, il est donc assez surprenant de l'avoir contacté dans un contexte aussi urbain. Pour rappel, aucun des arbres présents sur le périmètre du projet n'a présenté de cavité pouvant représenter un gîte pour les chauves-souris.

Elle a été enregistrée sur un seul point d'écoute : la place Gambetta (focus 4) du 5 au 6 juillet 2023 et n'a pas été recontactée sur ce même point du 22 au 24 septembre 2023. Ses contacts représentent 0,12% des contacts dans la zone d'étude et son activité est qualité de « modéré » par l'analyse des chiroptères, et ne présente qu'une activité de vol (déplacement). Cette activité correspond à un transit entre deux zones

La Prairie, zone humide située à quelques centaines de mètres des focus les plus diversifiés, représente une zone de chasse idéale pour ce groupe. Il est donc très probable que les chauves-souris utilisent les espaces verts urbains et les alignements d'arbres pour se déplacer vers ce lieu qui représente une source de nourriture abondante pour ce groupe.

In fine, en croisant les données des sites Natura 2000 et les données d'expertises locales dans le périmètre d'influence du projet, une seule espèce est concernée par l'évaluation d'incidences Natura 2000 :

- Chiroptères : **Murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*)

3.3. ÉVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES

Dans le cadre où le projet se situe en dehors des sites Natura 2000 et n'en est pas non plus frontalier (plus de 7,5 Km), les incidences peuvent se porter principalement sur les espèces d'intérêt communautaire au titre de la directive « Habitats » recensés dans le périmètre du projet. Ici, les incidences pouvant porter atteinte au murin de Bechstein vont être développée, seule espèce recensée inscrite dans à l'annexe II de la directive « Habitat ».

Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés (jardins, parcs…) :

En fonction des zones traversées, l'installation d'une ligne de tramway peut engendrer une multiplication des points lumineux le long de la ligne augmentant durablement la pollution lumineuse. Ces sources de lumière peuvent impacter la trame noire, utilisée par la faune nocturne (oiseaux, mammifères, insectes…) et perturber son écologie.

Abattage de certains arbres :

La mise en place de la nouvelle ligne de tramway implique l'abattage d'environ 450 arbres sur les 1 150 environ de recensés à proximité du tracé, soit environ 40 %. Aucun des arbres présents sur le périmètre de l'étude n'a montré d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces.

Ces effets permanents peuvent altérer l'habitat du Murin de Bechstein, et notamment les trames de déplacement urbaines.

3.3.1. Mesures de réduction

3.3.1.1. De type géographique

R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum pour réduire l'impact sur les zones végétalisées représentant des zones d'alimentation et/ou de déplacement pour plusieurs espèces (patrimoniales et communes).

- **R1.2**: **Réflexion sur la définition du tracé** afin d'éviter, au maximum, les zones arborées ou arbustives hautes. Elles sont utilisées par les espèces volantes (oiseaux et chiroptères) comme corridor de déplacement. Un marquage des arbres conservés sera effectué. Ainsi, dans la zone du projet, **ce sont environ 700 arbres qui seront conservés** sur les 1 150 existants soit environ 60 %.

3.3.1.2. De type temporel

R3 : Interventions de débroussaillage ou de défrichement à réaliser hors de la période sensible pour la faune (oiseaux, chiroptères, mammifères) ce qui revient à retenir pour ce type d'intervention la période entre mi-novembre et début mars. Cette mesure reprend les recommandations de l'OFB (Office Français de la Biodiversité) qui portent sur la **période de reproduction des espèces**.

3.3.1.3. De type technique

R2 : Passage d'un écologue avant travaux. Quelques semaines avant travaux, il vérifiera l'absence d'espèces animales ou végétales patrimoniales avant les opérations de défrichement et d'abattage des arbres afin d'éviter un impact direct sur des individus qui auraient établi une zone de reproduction ou une zone de repos au sein d'une végétation vouée à être défrichée. Cela concerne en particulier les oiseaux, les mammifères (chiroptères ou non) et potentiellement les amphibiens, les reptiles et les insectes patrimoniaux.

R4 : Lutte contre les pollutions du chantier. Au niveau des bases de vie et du chantier, une attention particulière sera portée à la gestion du matériel, à l'émission de poussière, et aux déversements accidentels pouvant polluer les milieux. Pour préserver le milieu aquatique, il sera pris toutes les précautions pendant la phase de travaux afin d'éviter tout déversement ou ruissellement de substances dans les ruisseaux. Les zones sensibles situées à proximité des travaux, notamment les abords du cours d'eau la Noé, seront matérialisés et protégés par un balisage adéquat (clôtures ou ruban de type « rubalise » par exemple) accompagné de panneaux avertisseurs mentionnant la nature de la zone et les raisons de sa protection. Un effort sera apporté à l'utilisation des matériels moins sonores et plus économe en gaz à effet de serre (pollutions sonores et chimiques).

Autant que possible, le chantier ne se déroulera pas de nuit afin de ne pas apporter de pollution lumineuse en phase chantier (pollution lumineuse). Toute entreprise effectuant des travaux sur site fournira des documents de type Plan de Respect de l'Environnement (PRE) et son schéma organisationnel (SOPRE) ainsi que des documents relatifs au traitement des déchets (SOSED).

R8 : Plantation d'alignement d'arbres autour de la future ligne de tramway. Un alignement d'arbres sera planté le long de la ligne, dès que cela est possible, afin de consolider la trame verte urbaine. **Le projet prévoit dans ce cadre la plantation de 810 arbres.** Les essences plantées seront majoritairement des espèces indigènes à la région (naturellement présentes). Les taxons horticoles possèdent un intérêt écologique bien inférieur à celui de la flore indigène. **Cette mesure garantit donc un gain qualitatif à moyen et long terme de la fonctionnalité des alignements d'arbres.** De plus, sur l'ensemble du projet, il sera veillé à ne pas utiliser d'espèces exotiques envahissantes (potentielles ou avérées). La plantation se fera rapidement une fois que les sites de plantation seront accessibles après travaux. Les arbres nouvellement plantés disposeront d'un dispositif de protection du tronc ou du plant entier. Le secteur fréquenté par le Murin de Bechstein (la place Gambetta et potentiellement le boulevard Bertrand) ne présente que peu d'impact concernant la trame arborée (trame de déplacement préférentielle pour les chiroptères) : la plupart des arbres en place seront conservés, un seul arbre sera supprimé (espèces horticoles) et plusieurs autres seront replantés afin de densifier la strate arborée dans ce secteur.



Vue aérienne de la place Gambetta et du boulevard Bertrand

3.3.1.4. De type temporel et technique

R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages. Les niveaux d'éclairage la nuit seront basés sur le minimum du respect de la réglementation en termes de sécurité des personnes. Il s'agira :

- d'abaisser les niveaux lumineux et de proposer un éclairage qui contribuera à créer des ambiances plus accueillantes pour favoriser l'appropriation des espaces par tous les publics ;
- de cibler l'éclairage sur les usages, notamment les modes doux, pour éviter tout éclairage inutile, en particulier sur les espaces naturels ;
- dans les secteurs à enjeux écologiques, de procéder à l'extinction de l'éclairage associé à la voirie routière de 1 h à 5 h si cet éclairage est distinct des voies modes doux (qui restent éclairées en permanence) ;
- dans les zones présentant un enjeu écologique particulier (site de la maison du Général), de procéder à une temporisation des éclairages, avec un fonctionnement combinant un minimum en veille et un maximum sur détection ;
- d'éviter toute diffusion de lumière vers le ciel en choisissant des modèles qui canalisent le faisceau lumineux vers le sol ;
- d'utiliser des lampes peu polluantes LED en 2200°K respectueuses de l'environnement et de la biodiversité (hors hypercentre où l'éclairage sera de type LED 3 000 K en concordance avec les dispositifs d'ores et déjà en place).

3.3.1.5. Incidences résiduelles

Aucune incidence résiduelle significative n'est attendue sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire, au vu de la mise en œuvre des mesures exposées ci-avant.

3.3.2. Mesures d'accompagnement

En plus de ces mesures de réduction, des mesures d'accompagnement sont mises en place. Elles correspondent à des mesures supplémentaires volontaires et/ou par exemple des mesures de conservation dans la remise en état d'effet positif induit par le projet pour globalement optimiser et même améliorer l'intérêt écologique par rapport à la situation initiale avant le projet.

A2 : Augmenter la biodiversité dans les zones préservées. Ces zones sont, pour l'instant, soit dans un jardin ornemental, soit dans un échangeur planté du périphérique. Ces zones ont une pression de gestion assez forte qui ne correspond pour l'instant pas à une gestion raisonnée favorable à la biodiversité. Par exemple, dans le jardin de la maison du Général, la zone enherbée est fauchée en mai, période d'activité de beaucoup de groupes faunistiques. Le but de cette mesure et de redonner un aspect naturel à ces deux zones en permettant à un maximum de diversité de s'exprimer : fauchage tardif, mise en place d'une prairie semée, implantation d'espèces endémiques utilisées par à la faune locale.

A3 : Installation de gîtes artificiels dès le début des travaux en faveur du hérisson d'Europe, des chiroptères, des oiseaux et des insectes (sources de nourriture pour les chiroptères et oiseaux). Il existe différents gîtes ciblant des espèces particulières. Le maître d'œuvre se rapprochera de structures spécialisées (associations en priorité) ayant les connaissances et l'expérience dans la pose de gîtes artificiels. Ces gîtes et nichoirs, seront posés dans les zones refuges et protégées définies dans les mesures d'Évitement et de Réduction, mais pourront aussi être posés (pour les nichoirs à oiseaux) sur les jeunes arbres nouvellement plantés afin d'apporter rapidement un gain d'intérêt écologique pour ces arbres (plus rapidement fonctionnel pour l'avifaune). Il est préconisé d'installer des dispositifs diversifiés dès la phase travaux.

3.3.3. Mesures de suivis

Lorsque la nouvelle ligne de tramway sera en service, une veille environnementale est nécessaire, afin de vérifier que les mesures, mises en place pour atténuer les impacts de ce projet sur la biodiversité, sont efficaces.

SE3 : Suivi des chiroptères : Ce suivi pourra prendre place sur les focus définis dans cette étude afin de pouvoir comparer l'état initial et l'état post-projet. L'opérateur reprendra donc le protocole utilisé pour l'état initial, à savoir la pose d'un SM4BAT à chaque focus, durant une nuit en période de reproduction (entre mai et août) et une nuit en période de dispersion des colonies (septembre). Fréquence : annuel les 3 premières années, puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+13), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.

4. CONCLUSION SUR L'ATTEINTE PORTEE OU NON PAR LE PROJET SUR L'INTEGRITE DES SITES NATURA 2000

Le périmètre du projet, ainsi que l'aire d'étude élargie, se situent en-dehors des périmètres des sites du réseau Natura 2000 et n'en sont pas non plus frontaliers (au moins 7,5 km). Néanmoins, les inventaires écologiques ont montré la fréquentation du tracé par une espèce inscrite à la Directive Habitats : le Murin de Bechstein.

Grâce à des mesures écologiques prises en amont, durant la phase travaux et pendant l'exploitation de la ligne, les impacts de la nouvelle ligne de tramway sont pour la plupart évités ou bien réduits via des mesures ciblées en s'appuyant sur des considérations temporelles, géographiques et techniques pour rechercher leur meilleur effet. Aucune incidence négative sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire dont ceux des sites du réseau Natura 2000 local ne peut être mise en avant au regard du type de projet et des mesures générales.

Le projet ne porte donc pas atteinte à l'intégrité des sites du réseau Natura 2000.

PARTIE 8. ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVES

La notion de cumul des incidences se réfère à la possibilité que les incidences temporaires ou permanentes occasionnées par le projet étudié puissent s'additionner avec celles d'autres projets, existants ou approuvés.

L'objectif est de répondre à l'objectif fixé à l'article R. 122-5, II, 5° e) du Code de l'environnement, qui prévoit que l'étude d'impact comprend : « *5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :*

(…)

e) du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées.

Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés.

Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés.

Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact :

- *ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R.181-14 et d'une consultation du public ;*
- *ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage »

La réglementation ne précise pas plus en détail les modalités de recensement et d'identification des projets à analyser. La méthode exposée ci-après s'appuie sur :

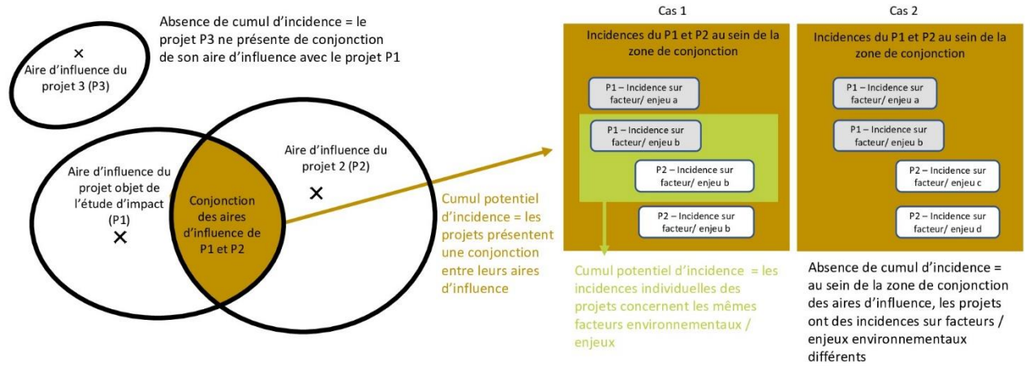
- Le guide du Cerema mis à jour en 2020 relatif à l'évaluation environnementale des projets d'infrastructures linéaires de transport qui aborde notamment le sujet du cumul des incidences avec d'autres projets existants et approuvés ;
- Le retour d'expérience sur d'autres grands projets et les avis de l'Autorité environnementale (Ae) exprimés sur ces dossiers notamment le rapport Ae de 2016 qui indique « *Dans tous les cas, plutôt qu'une approche qualitative, passant en revue de façon indifférenciée toutes les thématiques environnementales, l'Ae recommande une analyse ciblée sur les enjeux environnementaux pour lesquels un cumul d'impact est probable et potentiellement significatif*. ».

1. NOTIONS SUR LES EFFETS CUMULES

La notion de cumul des incidences se réfère à la possibilité que les incidences temporaires ou permanentes occasionnées par le projet étudié puissent s'additionner avec celles d'autres projets, existants ou approuvés.

Il y a cumul d'incidences entre des projets :

- Lorsqu'il y a conjonction entre les aires d'influences d'une même incidence ;
- Lorsque les incidences individuelles des projets considérés concernent les mêmes facteurs environnementaux / enjeux (des espèces ou des habitats par exemple).



Représentation schématique de la notion de cumul d'incidences

Ce cumul des incidences de plusieurs projets peut être égal, inférieur ou supérieur à la somme des incidences individuelles. Ainsi, à titre d'exemples :

- Cumul égal à la somme des incidences individuelles : le volume des matériaux consommés par deux projets correspond à une simple addition des volumes des deux projets (en tenant toutefois compte de leur provenance en cas de réutilisation de matériaux) ;
- Cumul inférieur à la somme des incidences individuelles : le bruit résultant de plusieurs sources de bruit ne correspond pas à une addition linéaire. Par exemple, l'addition de deux sons de 60 dB chacun n'équivaut pas à 120 dB mais à 63 dB.
- Cumul supérieur à la somme des incidences individuelles : l'incidence de l'emprise cumulée de deux projets sur des habitats d'espèces peut engendrer

une incidence supérieure à la simple addition de ces deux effets d'emprises sur l'état de conservation d'une espèce (cas où l'espèce ne disposerait plus d'habitat de report dans son domaine vital).

L'analyse des incidences cumulées implique donc :

- Le recensement des projets susceptibles d'avoir une conjonction de zone d'influence avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer dans sa globalité ;
- L'identification, au sein de la liste établie des projets, de ceux susceptibles de présenter des incidences cumulées avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer et ses opérations annexes ;
- L'analyse des incidences cumulées de ces différents projets avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer et ses opérations annexes.

2. RECENSEMENT DES PROJETS EXISTANTS ET APPROUVES

Concernant les projets existants, l'état initial réalisé dans le cadre de l'étude d'impact décrit les différents facteurs de l'environnement au sein du territoire en tenant compte, de fait, des projets déjà réalisés. Ainsi, les incidences du projet d'extension du tramway de Caen la mer analysées dans la Partie 6 de la présente étude d'impact sont nécessairement cumulées aux incidences de ces projets existants réalisés, puisque l'analyse se fait en croisant le projet et l'état initial du territoire incluant les projets existants et leurs éventuels effets sur l'environnement (par exemple, la qualité d'un cours d'eau est liée à l'ensemble des projets existants sur le territoire, les incidences de ces projets existants ayant une influence sur celui-ci).

Le recensement des projets existants vise donc à identifier plus spécifiquement les projets dont la mise en service est récente (moins de 6 ans - 2018) ou dont les travaux sont en cours de finalisation. Ces projets et leurs incidences n'ont pas pu être complètement pris en compte dans l'état initial du territoire.

Les projets approuvés correspondent à des projets pour lesquels une décision leur permettant d'être réalisés a été prise, mais dont les travaux n'ont pas démarré (sinon ils seraient identifiés dans le cadre de l'état initial du site). Les décisions permettant à des projets d'être réalisés sont nombreuses et relèvent de différentes réglementations. Sont identifiés :

- Les autorisations, enregistrements et déclarations au titre du code de l'environnement :
  - Police de l'eau ;
  - Installations classées pour la protection de l'environnement ;
  - Autorisation spéciale au titre des sites classés ;
  - Dérogation dite espèces protégées, etc. ;
- Les autorisations de défrichement au titre du code forestier ;
- Les déclarations d'utilité publique au titre du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ou au titre du code de l'énergie ;
- Les autorisations au titre du code de l'urbanisme.

Rappelons que le code de l'environnement précise que le contenu de l'étude d'impact doit être « *proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, (…) et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement* ».

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont l'enquête publique n'est plus valable et ceux abandonnés officiellement.

Le recensement de ces différents projets et décisions associées est effectuée de la façon suivante :

- Au regard du projet d'extension du tramway de Caen la mer, il ne paraît pas opportun de ne répertorier que les projets situés au sein même de l'aire d'étude rapprochée. De fait, des projets pouvant être identifiés dans un rayon de 3 km peuvent interagir avec le présent projet. Les justifications seront apportées dans le tableau ci-après.
- Au sein de l'aire d'étude rapprochée de la modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair », où seule la commune d'Hérouville Saint-Clair est concernée ;
- Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'ajout de 2 voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne, celle-ci recoupe les communes de Fleury-sur-Orne, de Caen et d'Ifs. Néanmoins, au regard du projet prenant place au sein même du CEMT, seule la commune de Fleury-sur-Orne est concernée.

Les sites internet consultés pour recenser ces projets sont ceux de :

- L'Inspection générale de l'Environnement et du développement durable[13] (*https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/avis-rendus-r171.html*) concernant les décisions émises par l'Autorité environnementale nationale ;
- La DREAL de la région Normandie ou la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) concernant les décisions de l'Autorité environnementale locale ;
- La Préfecture du Calvados (*https://www.calvados.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement.-risques-naturels-et-technologiques/Eaux-et-milieux-aquatiques/Police-de-l-eau-et-des-milieux-aquatiques*) pour les projets soumis à déclaration (police de l'eau ou ICPE).

La consultation a été réalisée en mars 2024.

3. IDENTIFICATION DES PROJETS SUSCEPTIBLES DE PRESENTER DES INCIDENCES CUMULEES

L'analyse des projets se base sur les données disponibles pour ces derniers, en ligne. Suivant le contexte du projet, les données disponibles sont : l'avis de l'Autorité environnementale, l'étude d'impact, le résumé non technique, l'étude d'incidences, le Cerfa de demande d'examen au cas par cas…

L'ensemble des projets recensés n'est pas retenu pour l'analyse des incidences cumulées avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer. Des filtres sont appliqués pour affiner la liste des projets susceptibles de présenter des incidences cumulées.

À date de mars 2024, les projets suivants ont été recensés au sein des secteurs géographiques préalablement expliqués.

[13] Le décret modifiant la dénomination du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) par l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IEGDD) est entré en vigueur le 1er septembre 2022.

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Projet d'urbanisation du secteur Sud de la commune d'Ifs – Quartier La Clé des Champs Phase 2 et 3	À 2,1 km au Sud du CEMT de Fleury-sur-Orne, et à environ 3,8 km au Sud de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer	Ce projet vise l'urbanisation de 13,4 ha de terres agricoles dans le but de créer au moins 475 logements au Sud de la commune d'Ifs. Les livraisons de logements devraient s'étaler entre 2026 et 2030.	Avis délégué de la MRAe Normandie n°2023-4895 en date du 21/06/2023. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au regard de la distance du projet aux futures infrastructures du tramway.
Remplacement du pont de Colombelles sur les communes d'Hérouville-Saint-Clair et Colombelles	À environ 500 m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet de modification du terminus existant « Hérouville Sant-Clair – Saint-Clair »	Le projet vise à remplacer le pont actuel, vétuste, par un ouvrage d'art similaire qui permettra les circulations routières et maritimes actuelles ainsi que celles des cycles et piétons. La durée prévisionnelle des travaux est de 19 mois à partir de 2024 pour une mise en service mi-2025.	Avis délégué de la MRAe Normandie n°2023-4900 en date du 16/06/2023. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Projet soumis à demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées. Arrêté préfectoral du 20/02/2024 autorisant le projet.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet.
Création de la zone d'aménagement concerté (ZAC) multisites « Cœur de bourg/Buron » sur la commune de Saint-Contest	À environ 800 m au Nord de l'aire d'étude rapprochée du tramway de Caen la mer	Le projet, d'une superficie de 9,4 ha, concerne la création d'une ZAC comprenant 2 secteurs : l'une en cœur de bourg de Saint-Contest, et l'autre au hameau Buron. Sur l'ensemble de la ZAC, 180 logements supplémentaires y seront construits d'ici 2030. Début des travaux prévu en 2026.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2022-4743 en date du 22/02/2023. Projet soumis au régime de déclaration au titre de la loi sur l'eau.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la localisation géographique de ce dernier (à environ 800 m de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer) sur la commune de Saint-Contest.
ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen et Mondeville	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau de la Presqu'Île.	Le projet de ZAC du « Nouveau Bassin » s'insère dans un projet plus vaste d'aménagement, le projet « Presqu'île », qui constitue un projet de développement urbain majeur pour l'agglomération caennaise.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2021-4310 en date du 17/02/2022. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Projet soumis à évaluation environnementale systématique.	**Projet retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet (projet de ZAC « Nouveau Bassin ») et de la localisation géographique de ce dernier (dans l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer) sur la commune de Caen.
Création de la ZAC sur le secteur Mont-Coco – Côte de Nacre à Caen	À environ 1 km à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer	Ce projet de renouvellement urbain d'une superficie d'environ 53 ha a pour objectif de redynamiser la zone industrielle du Mont Coco et de la rendre attractive sur les plans urbain, économique, environnemental et social. Les travaux d'aménagement devraient se dérouler entre 2025 et 2040.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2021-4241 en date du 17/12/2021. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau.	**Projet retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet et de la localisation géographique de ce dernier (à environ 1 km de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer) sur la commune de Caen.

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Extension de capacité et de création d'une unité de méthanisation des boues de la station de traitement des eaux usées de la Communauté urbaine Caen la mer	À environ 1,1 km à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer sur la commune de Mondeville	Le projet consiste à étendre la capacité épuratoire de la station existante de 332 000 à 415 000 équivalents-habitants et à mettre en œuvre une méthanisation pour traiter les boues et graisses issues de l'épuration afin de produire du biogaz valorisable et de diminuer la quantité de boues produites. Mise en service prévue en 2024.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2021-4170 en date du 09/12/2021. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, valant déclaration au titre de la réglementation sur les ICPE.	Ce projet sera terminé au moment du démarrage des travaux du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Toutes les mesures en faveur de l'environnement seront mises en œuvre au titre de ce projet. **Le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**
Projet de construction immobilière mixte « Quai XIX » - Pointe presqu'île – lot n° 3 sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée et à proximité immédiate de l'aire d'étude immédiate au niveau du terminus existant « Presqu'île »	Le projet concerne la construction d'un ensemble immobilier qui s'inscrit dans un projet global de réaménagement de la pointe presqu'île de Caen. Le projet constitue le lot n° 3 de l'aménagement de la pointe presqu'île et prévoit la création de trois bâtiments reliés par un « socle actif », pour au total 11 657 m² de surface de plancher, qui accueillera des logements, une auberge de jeunesse, des activités et un parking couvert.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3519 en date du 16/04/2020. Projet soumis à évaluation environnementale.	Le projet a été livré en 2023 et est donc en exploitation. À ce titre, **le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**
Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du CEMT de Fleury-sur-Orne	Le projet d'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne, situé sur la commune de Fleury-sur-Orne, couvre une superficie de 48 ha et prévoit d'accueillir sur 15 ans environ 1 800 nouveaux logements et 4 000 habitants. Les travaux sont en cours (2024) et certaines livraisons ont déjà été délivrées (les premiers habitants ont investi les nouveaux logements courant 2023). Le quartier sera entièrement achevé d'ici 2030.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2019-3243 en date du 26/09/2019. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet (création d'un nouveau quartier, accueil de nouveaux habitants) et de la localisation géographique de ce dernier (à proximité immédiate du CEMT) sur la commune de Fleury-sur-Orne.
Projet de construction immobilière mixte « Cap 360 » - Pointe presqu'île – lot n° 2 sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée et à proximité immédiate de l'aire d'étude immédiate au niveau du terminus existant « Presqu'île »	Le projet concerne la construction d'un ensemble immobilier mixte de logements, de bureaux, de commerces et d'une résidence étudiante.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2019-2971 en date du 28/03/2019. Projet soumis à évaluation environnementale.	Le projet a été livré et est donc en exploitation. À ce titre, **le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Projet d'urbanisation de la Presqu'île de Caen - ZAC du « Nouveau Bassin »	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau de la Presqu'Île.	Le projet de ZAC du « Nouveau Bassin » s'insère dans un projet plus vaste d'aménagement, le projet « Presqu'île », qui constitue un projet de développement urbain majeur pour l'agglomération caennaise. Le projet intègre également le réaménagement du carrefour Tourville-Dumont d'Urville et le prolongement de la deuxième ligne de tramway à travers la presqu'île caennaise pour desservir la ZAC.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2018-2703 en date du 04/09/2018. Projet soumis à évaluation environnementale.	Le projet a évolué et a fait l'objet d'un nouvel avis en date du 17/02/2022 (vu plus haut). À ce titre, **le projet de 2018 n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**
Projet d'extension du crématorium de Caen avec création d'un parking	À environ 500m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer	-	Absence d'avis du 24/01/2018 publié le 16/07/2018 émis par la MRAe Normandie dans un délai de 2 mois prévu à l'article R.122-7 du code de l'environnement.	**Projet non retenu pour l'analyse des effets cumulés**.
Projet d'urbanisation de la presqu'île de Caen – Phase n°1 : ZAC « Les Paysages Habités » à Hérouville Saint-Clair	À environ 500m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet de modification du terminus existant « Hérouville Sant-Clair – Saint-Clair »	Le projet consiste en l'aménagement d'une zone naturelle de 45,8 ha qui accueillera principalement 1200 logements, 1700 m² de commerces, services, 750 m² de bureaux et 2150 places de parking. Cette ZAC est la première phase d'aménagement prévue du projet global « Caen Presqu'île »	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2018-2623 en date du 21/06/2018. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de sa localisation géographique par rapport aux futures voies de tramway.
Projet de construction immobilière mixte « Quai XIX » - Pointe Presqu'Île – Lot n°3 sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau du terminus existant « Presqu'Île »	Le projet présenté concerne la construction d'un ensemble immobilier qui s'inscrit dans un projet global de réaménagement de la pointe presqu'île de Caen, secteur d'une douzaine d'hectares entouré d'eau qui a fait l'objet de plusieurs avis de l'autorité environnementale en date des 14 septembre 2011, 21 juin 2018, 4 septembre 2018 et 28 mars 2019. Le projet constitue le lot n° 3 de l'aménagement de la pointe presqu'île et prévoit la création de trois bâtiments reliés par un « socle actif », pour au total 11 657 m² de surface de plancher, qui accueillera des logements, une auberge de jeunesse, des activités et un parking couvert.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3519 en date du 16/04/2020. Projet soumis à évaluation environnementale.	Ce projet est terminé et a été livré. Toutes les mesures en faveur de l'environnement ont été mises en œuvre au titre de ce projet. **Le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Projet actualisé de reconstruction du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Caen	À environ 2 km à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer sur la commune de Caen	L'opération de reconstruction du CHU de Caen est prévue pour se dérouler en deux phases complémentaires : – la première phase, dite « opération anticipée », prévue d'être réalisée entre début 2021 et fin 2022, consiste en la construction du pôle logistique/pharmacie/administration et du bâtiment biologie. Elle comprend en outre la réalisation au Nord-Est du site d'un parc de stationnement des véhicules de services du CHU et d'un bâtiment technique. Elle prévoit la création de 22 600 m² de surface de plancher ; – la seconde phase, dite « opération principale », prévue d'être réalisée entre 2022 et 2026, prévoit la construction d'un bâtiment de 82 600 m² de surface de plancher, comprenant les unités d'hôpitaux de jour, d'hébergement et des plateaux médico-techniques. Elle comprend la réalisation d'un espace central d'accueil à ciel ouvert, « l'Oasis », des parcs de stationnement, des voies et des rampes de déposes aux parkings situés en sous-sol. En toiture du bâtiment médico-technique, est prévue la réalisation d'une hélistation.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3849 en date du 07/01/2021. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au regard de la typologie du projet (reconstruction du CHU de Caen) et de la localisation géographique de ce dernier sur la commune de Caen.
Projet d'aménagement « Les grands jardins de Calix » sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau du quartier Saint-Jean Eudes	Le projet consiste en l'aménagement d'un quartier d'habitation composé de bâtiments neufs et réhabilités sur un secteur de renouvellement urbain, d'une superficie de 8,9 hectares, actuellement occupé par le centre hospitalier régional « Clemenceau ».	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3619 en date du 09/07/2020. Projet soumis à évaluation environnementale.	Ce projet est terminé au moment du démarrage des travaux du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Toutes les mesures en faveur de l'environnement seront mises en œuvre au titre de ce projet. **Le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**

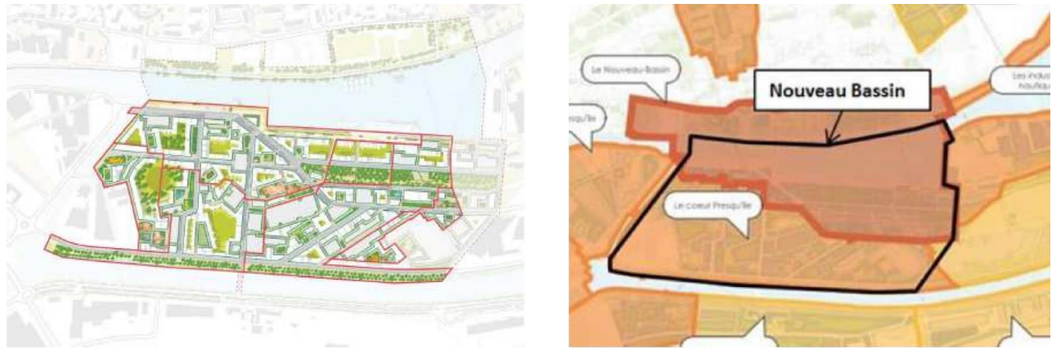
3.1. AMENAGEMENT DE LA ZAC DU « NOUVEAU BASSIN » AU NIVEAU DE LA PRESQU'ILE DE CAEN

Le projet de zone d'aménagement concerté (ZAC) du « Nouveau Bassin » sur la commune de Caen s'insère dans un projet plus vaste d'aménagement, le projet « Caen Presqu'île », qui constitue un projet de développement urbain majeur pour l'agglomération caennaise. Situé au cœur de l'agglomération, il s'étend sur une superficie de 600 hectares, sur toute la presqu'île de Caen, entre le canal de Caen à la mer et l'Orne. Il est actuellement constitué de secteurs d'activités économiques et de friches urbaines.

Le projet d'ensemble, dont la réalisation est prévue sur une vingtaine d'années, a pour objectif de créer 7 950 logements, 31 700 m² de bureaux, 9 100 m² de commerces et services. Trois secteurs opérationnels ont été définis :

- La présente ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen ;
- La ZAC « Les Paysages Habités » à Hérouville Saint-Clair (voir chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-après) ;
- Et la ZAC « Le Cœur Calix » à Mondeville. Le projet est porté par la société publique locale d'aménagement (SPLA) Caen Presqu'île.

La ZAC du « Nouveau Bassin » comprend la Presqu'île de la commune de Caen – à l'exception de sa pointe – et empiète légèrement sur la commune voisine de Mondeville. Elle est entourée au Nord par le canal de Caen à la mer et au Sud par le cours naturel de l'Orne. Elle est d'une surface de 44 ha. Elle est implantée dans une zone industrielle dans laquelle se concentrent des activités économiques et portuaires et de nombreux espaces en friches. La ZAC accueillera 2 500 à 2 700 logements, sur une surface de plancher comprise entre 20 000 et 35 000 m², des équipements d'accueil de la petite enfance et des équipements scolaires, un équipement associatif, des équipements sportifs couverts.



Secteur Nouveau Bassin – Programmation phase 4
(sources : Dossier de présentation de novembre 2017 et Plan guide)

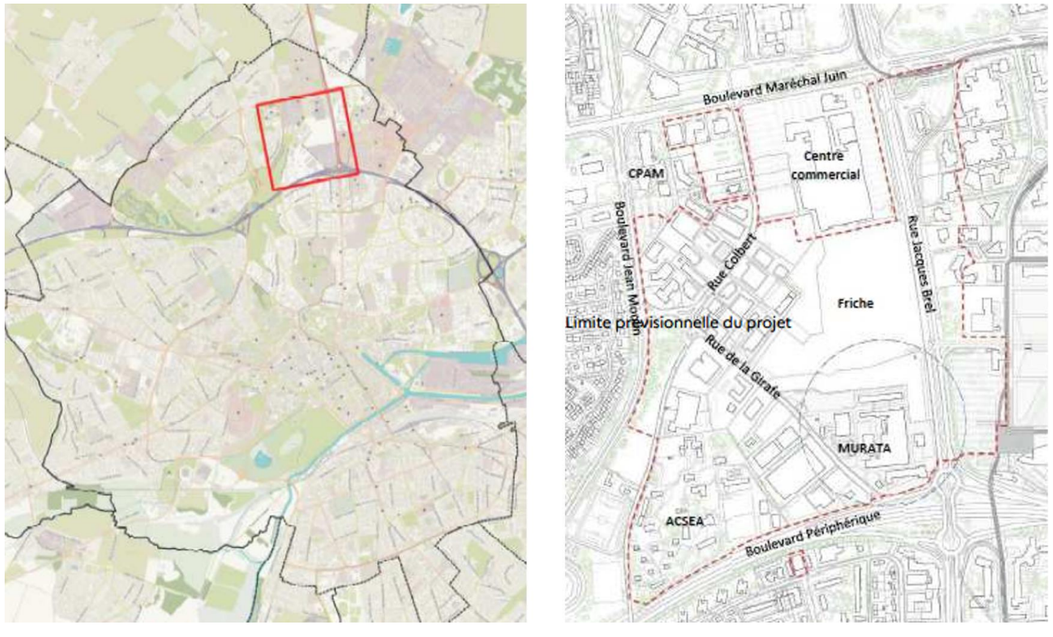
Le nouveau quartier sera relié au centre-ville par le réseau viaire des ponts de la Fonderie et de l'Écluse à l'Ouest du secteur. Sont également prévus un nouveau franchissement sur l'Orne entre la Presqu'île et le cours Montalivet pour en faciliter l'accès et une passerelle dédiée aux modes actifs, franchissant le canal de l'Orne et reliant la rue de Tourville. Enfin, la ZAC sera également accessible par la route départementale 402 qui la relie au pont de Colombelles au Nord (voir chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** précédemment).

Le projet d'aménagement de la ZAC du « Nouveau Bassin » répond aux critères présentés au chapitre 2 de la présente Partie 8. Par conséquent, il est retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

3.2. CREATION DE LA ZAC SUR LE SECTEUR MONT-COCO – COTE DE NACRE A CAEN

Cette ZAC est un projet de renouvellement urbain porté par la Communauté urbaine Caen la mer d'une superficie d'environ 53 ha à Caen et dont l'objectif est de redynamiser la zone industrielle du Mont Coco et de la rendre attractive sur les plans urbain, économique, environnemental et social. Le projet s'intègre dans des réflexions d'ensemble visant à aménager le plateau Nord de Caen dans sa globalité, aménagement baptisé « EPOPEA PARK » et prévu dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen.

Les travaux devraient se dérouler entre 2024 et 2040.



Localisation de la ZAC sur le secteur Mon-Coco – Côte de Nacre à Caen et limite prévisionnelle du projet

À ce stade du projet, le dossier de création de la ZAC ne décrit que les grands principes d'aménagement retenus, à savoir :

- Le désenclavement du quartier Mont Coco – Côte de Nacre en s'appuyant sur les infrastructures existantes, dont les deux voies structurantes du quartier, la rue Colbert et la rue de la Girafe, qu'il est prévu d'élargir et de réaménager ;
- L'apport de mixité fonctionnelle par la structuration de l'espace en quatre quartiers appelés « îlots » :
  - Le Front urbain sur la rue Jacques Brel, secteur bâti avec un socle d'activités diverses, composé de bureaux et de logements ;
  - La Ville dense, composée de bâtiments de hauteur variable, de deux à six étages, d'activités et de bureaux ;
  - Le Faubourg, mixant activités existantes et logements d'un à cinq étages, avec pour ambition de développer à terme un îlot spécifiquement dédié à l'artisanat ou à la petite industrie ;
  - La Ville-Parc, dotée d'immeubles de bureaux (bâtiments d'un à quatre étages), au Sud de la rue de la Girafe, et qui sera davantage végétalisée.
- La requalification de la rue Jacques Brel (RD 7) en boulevard urbain ;
- La création d'un parc végétalisé de 4,1 hectares.

La surface totale de plancher, conservée ou créée à terme, est de l'ordre de 260 000 m² et se décompose comme suit :

- 46 000 m² pour les activités, 77 000 m² de bureaux, 100 000 m² pour les 1540 logements et 8 000 m² d'équipements ;
- 30 800 m² de bâtis existants conservés.

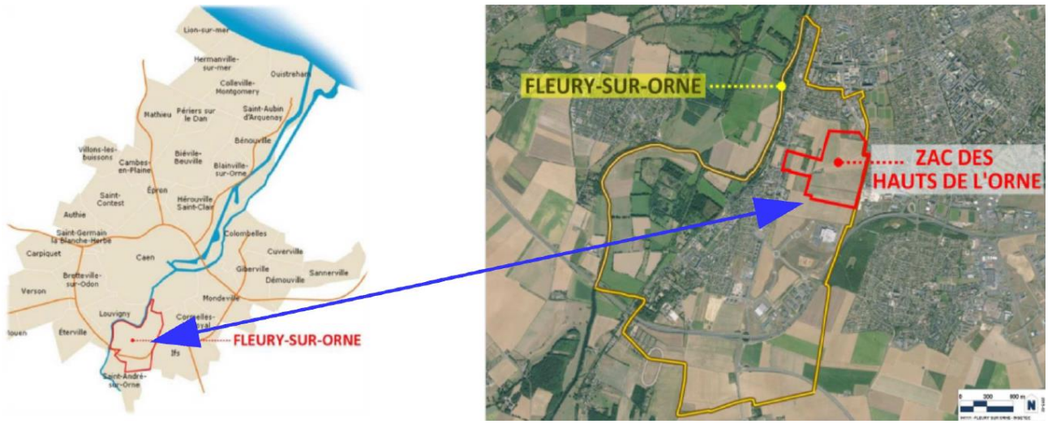
Le schéma de circulation envisagé pour le futur quartier repose sur des voies de liaisons inter-quartiers et des voies de dessertes internes potentiellement supports de mobilités actives (marche, vélos, etc.). L'objectif est de limiter le trafic automobile dans ces rues : création de zones 30, lignes de transport en commun, mise en place d'un plan de circulation réduisant le trafic de transit, etc.

Sans indiquer de calendrier précis, le dossier précise que les premières opérations d'aménagement seront lancées le long de la rue de la Girafe, sur les parcelles disponibles le long de la rue Colbert et sur les terrains au Sud du centre commercial existant. Les opérations se poursuivront au gré des opportunités foncières et le troisième temps concernera l'aménagement de la rive Est de la rue Jacques-Brel.

Le projet d'aménagement de la ZAC sur le secteur Mont-Coco – Côte de Nacre à Caen répond aux critères présentés au chapitre 2 de la présente Partie 8. Par conséquent, il est retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

3.3. AMENAGEMENT DE L'ECOQUARTIER DES HAUTS DE L'ORNE A FLEURY-SUR-ORNE

Le projet d'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne se situe au nord-est de la commune de Fleury-sur-Orne, à proximité du parc d'activités NormandiKa. Il couvre une superficie de 48 hectares. Il est délimité au Nord-Ouest par les carrières souterraines, le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne et par le quartier de Fleury Nord ; à l'Ouest, par l'avenue d'Harcourt ; au Sud, par la zone d'activités de Fleury-sur-Orne et notamment le site IKEA, et le boulevard périphérique ; à l'Est, par le quartier du campus situé sur la commune d'Ifs.



Localisation de la ZAC des Hauts de l'Orne

L'opération s'inscrit dans une démarche de développement durable avec pour ambition d'accéder à la labellisation Écoquartier. Il est prévu d'accueillir sur 15 ans environ 1 800 nouveaux logements, pour un nombre d'habitants estimé à 4 000 personnes, auxquels seront associés des services et équipements publics.

L'aménagement du quartier est décomposé en trois phases (cf carte ci-dessous) :

- Phase 1 : elle couvre 8 ha et accueillera 200 logements et 5 000 m² d'activités ;
- Phase 2 : elle couvre 21 ha et comprend la réalisation de la place centrale du futur quartier ainsi que du bassin de rétention des eaux pluviales et du premier étang. Des habitats denses seront créés près de la place tandis que des zones pavillonnaires seront réalisées aux abords des étendues d'eau ;
- Phase 3 : elle couvre 19 ha et complétera l'offre de logements et de commerces concentrés autour d'une nouvelle place de taille plus modeste. Des éléments paysagers, dont deux autres étangs, viendront compléter les aménagements existants.



Phasage de l'opération de la ZAC des Hauts de l'Orne

Le projet d'aménagement de la ZAC des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne répond aux critères présentés au chapitre 2 de la présente Partie 8. Par conséquent, il est retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

4. ANALYSE DES EFFETS CUMULES

Les Maîtres d'ouvrage des projets travaillent en lien permanent afin de rendre compatibles et interactifs l'ensemble des projets conduits sur le territoire.

La planification des aménagements et des orientations de développement de l'urbanisme fait partie intégrante du rôle de ces maîtres d'ouvrage. Par le biais des réflexions conduites dans le cadre des documents de planification territoriaux et des schémas de gestion (PLU, SCOT, PDU, etc.), l'ensemble des acteurs du développement de l'agglomération caennaise contribuent à une élaboration harmonisée des projets.

4.1. EFFETS CUMULES SUR LE MILIEU PHYSIQUE

Thématique	Principaux impacts et mesures		
	ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen	ZAC « Mont-Coco-Côte de Nacre » à Caen	Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne
Eaux souterraines et superficielles	En ce qui concerne les risques de pollution des eaux souterraines, des mesures sont prévues en phase afin d'éviter la production importante de matières en suspension et leur transfert vers l'aval ainsi que le déversement sur le sol et le sous-sol de produits polluants. Une procédure spécifique pour la gestion des pollutions accidentelles permettra de réduire les rejets vers le milieu naturel et limiter les risques de pollution des eaux superficielles. Le projet de ZAC prend en compte les infiltrations dans les sols pollués et dans la nappe affleurante. Les effets du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sur les eaux souterraines et superficielles ne se cumulent pas.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.
Terres et sol	Risque de pollution de sol fort au niveau de la ZAC. L'élaboration d'un plan de gestion de la pollution des sols et l'analyse des risques résiduels qui en découleront ont été commencées en 2021 afin de définir une stratégie de valorisation des sols de la Presqu'île de Caen. Ces études comprennent notamment un plan de gestion des terres et une analyse des risques résiduels (ARR). Ils permettront d'élaborer un système d'économie circulaire des terres dans le but de rétablir les fonctionnalités naturelles des sols et dans une logique d'autosuffisance. Les effets du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sur les terres et le sol ne se cumulent pas.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.
Risques naturels	Le projet prend en compte le risque inondation. Il n'y a pas d'effet cumulé entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et la ZAC du « Nouveau Bassin ».	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.

4.2. EFFETS CUMULES SUR LE MILIEU NATUREL

Principaux impacts et mesures		
ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen	**ZAC « Mont-Coco-Côte de Nacre » à Caen**	**Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne**
Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.

4.3. EFFETS CUMULES SUR LE MILIEU HUMAIN

Thématique	Principaux impacts et mesures		
	ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen	**ZAC « Mont-Coco-Côte de Nacre » à Caen**	**Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne**
Cadre de vie	La phase travaux pourra occasionner des perturbations dans les conditions de circulation au niveau de la Presqu'Île de Caen. Accueil à terme de 2 500 à 2 700 logements, donc de nouveaux habitants et une hausse des déplacements dans le secteur (55 000 déplacements journaliers prévus). L'extension du réseau de tramway permettra de répondre à cette future demande. Le tramway desservira l'extrémité Ouest de la ZAC. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sont positifs.	Les travaux sont prévus entre 2024 et 2040. Le quartier est déjà desservi par l'actuel réseau de tramway caennais. Par conséquent, il n'y a pas d'effet cumulé entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre ».	Il est estimé 4 000 nouveaux habitants à terme dans le quartier des Hauts de l'Orne. Aucune perturbation en phase travaux ou en phase exploitation ne va venir impacter le projet d'ajout de voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne. Les effets cumulés entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne sont positifs avec la desserte du quartier par le réseau de tramway.
Qualité de l'air	Le projet engendrera des pollutions atmosphériques liées à la phase chantier, puis à la circulation automobile et à la consommation énergétique des différents bâtiments durant la phase d'exploitation. La desserte du quartier par le tramway et l'accès à de nouveaux secteurs à l'Ouest de Caen va permettre une alternative à l'usage de la voiture via le tramway et les modes doux (vélo). Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sont positifs.	Les travaux seront sources pollution atmosphérique temporaires (engins de chantier). Des mesures seront mises en place afin d'atténuer tous ces impacts temporaires. En phase exploitation, le tramway participera au report modal de la voiture vers les transports doux, et ainsi sera favorable à la baisse des émissions de gaz à effet de serre au sein de l'agglomération caennaise. Par conséquent, les effets cumulés entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » sont positifs.	Les travaux seront sources pollution atmosphérique temporaires (engins de chantier). Des mesures seront mises en place afin d'atténuer tous ces impacts temporaires. En phase exploitation, le tramway participera au report modal de la voiture vers les transports doux, et ainsi sera favorable à la baisse des émissions de gaz à effet de serre au sein de l'agglomération caennaise. Par conséquent, les effets cumulés entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne sont positifs.

PARTIE 9. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME ET DE PLANIFICATION

1. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME

1.1. LE SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCOT) DE CAEN NORMANDIE METROPOLE

Par délibération du 18 octobre 2019, le Comité syndical de Caen Normandie Métropole (CNM) a approuvé, à l'unanimité des suffrages exprimés, la révision n°1 du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) CNM, approuvé d'abord en 2011 et modifié en 2016. Il est devenu exécutoire le 14 janvier 2020.

Ce SCoT révisé vise à faciliter aujourd'hui et pour demain des projets de développement équilibrés, sobres en énergie et en consommation d'espace, qui veillent à un meilleur usage des terres et à l'équilibre social. Ces projets urbains se doivent d'être éloignés d'une logique d'offre foncière et appliquent les principes de développement durable du territoire au profit d'une vision cohérente sur le long terme.

Le SCoT CNM révisé couvre les territoires des EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale) suivants :

- La Communauté urbaine Caen la mer ;
- La Communauté de communes Cingal Suisse Normande ;
- La Communauté de communes Cœur de Nacre ;
- La Communauté de communes Val ès dunes ;
- La Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon.

Par conséquent, toutes les communes concernées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer sont comprises dans le périmètre du SCoT CNM.

Le SCoT Caen Normandie Métropole s'articule notamment autour des documents suivants :

- Le rapport de présentation qui expose le diagnostic et présente la démarche d'évaluation environnementale ;
- Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) qui fixe les objectifs des politiques publiques d'urbanisme en matière d'habitat, d'environnement économique, d'implantation commerciale, de déplacements, de services et de grands équipements ;
- Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) qui traduit les orientations d'aménagement et les choix et principes présentés dans le PADD, dont il décline et précise les objectifs ;
- Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC), en annexe du DOO, qui détermine les conditions d'implantation des équipements commerciaux susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'aménagement du territoire et le développement durable. Ces conditions visent à promouvoir un aménagement durable des espaces susceptibles d'accueillir des équipements commerciaux.

1.1.1. Le Projet d'Aménagement et de Développent Durables (PADD)

Le PADD du SCoT de Caen Normandie Métropole porte trois ambitions :

- Développer les potentialités ;
- Préserver le bien commun ;
- Aménager le cadre de vie.

Parmi les objectifs du SCoT, plusieurs concernent les mobilités et la thématique des transports en commun, où le projet d'extension du tramway de Caen la mer se pose en grand projet urbain métropolitain.

Le PADD du SCoT, dans son ambition « *Aménager le cadre de vie* », vise à « *réaffirmer le principe de polarisation fondé sur une armature urbaine hiérarchisée* » pour répondre à la fois aux exigences « *de limitation […] des déplacements automobiles, et de « bien vivre » des habitants de Caen-Métropole* », pour que chacun trouve à proximité de son domicile les services, commerces et équipements dont il a besoin. C'est dans ce contexte que s'inscrit aussi le projet d'extension du tramway de Caen la mer, dans un souci de rapprocher les habitants des équipements structurants de transports en commun et de desserte des quartiers.

Dans ce cadre, le centre de l'agglomération, ou « Centre urbain métropolitain » dans le SCoT CNM, accueille (ou a vocation à accueillir) des fonctions métropolitaines. Il assure un rôle moteur dans le développement de Caen Normandie Métropole par son rayonnement interne et externe au SCoT. Son habitat, ses emplois et son tissu de services et d'activités, ainsi que son offre de santé est dense et continuera de s'intensifier, notamment par une politique volontariste de requalification urbaine. C'est pourquoi, le SCoT porte des objectifs ambitieux, notamment en matière de desserte par les transports collectifs, dans lequel s'inscrit le projet d'extension du tramway de Caen la mer et le développement associé de l'usage des mobilités douces.

En continuité de l'aménagement du cadre de vie, l'organisation des mobilités « *pour un développement harmonieux et durable du territoire* » entend pérenniser les temps de déplacements sur le territoire de Caen Normandie Métropole, et améliorer les temps de parcours en modes alternatifs entre les pôles et l'agglomération. Dans ce cadre, le SCoT CNM donne une place prioritaire à l'ensemble des modes de déplacements alternatifs et cherche à optimiser l'utilisation de l'automobile, en appui d'une politique de développement misant sur la compacité urbaine, la mixité fonctionnelle et la maitrise de la périurbanisation. Le report modal de la voiture vers le tramway s'inscrit dans cette logique.

Enfin, cette offre complète de transport ne peut se faire sans la mise en œuvre d'une politique cohérente de stationnement, visant à favoriser le report modal dans les territoires les mieux desservis et préserver l'espace public dans les espaces centraux. La création de parking-relais s'inscrit dans les ambitions portées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer de laisser le véhicule à l'extérieur du centre-ville pour alléger la présence de l'automobile et tout ce qui en découle (amélioration de la qualité de l'air, réduction des nuisances sonores automobiles, etc.).

De plus, les nouvelles infrastructures doivent être l'occasion de prendre en compte en amont la desserte multimodale des zones de développement (passage des transports collectifs, aménagements cyclables).

La figure en page suivante permet de schématiser les principes du PADD du SCoT de Caen Normandie Métropole et de localiser l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.1.2. Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO)

Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) traduit les orientations d'aménagement et les choix et principes présentés dans le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD), dont il décline et précise les objectifs. Il traite, entre autres, des questions de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre par la promotion de nouvelles formes d'aménagement et d'urbanisme qui visent à une maîtrise des déplacements.

Le DOO du SCoT de Caen Normandie Métropole s'inscrit dans la poursuite du SCoT approuvé en 2011. Il est organisé de la manière suivante :

- 1° : **Organisation du territoire et grands équilibres spatiaux**, partie qui présente les principes de polarisation du développement, de la place du SCoT dans son contexte territorial large, du caractère fédérateur de la Trame verte et bleue, de poursuite de la réduction de la consommation d'espaces agricoles et naturels et d'atténuation des causes et d'adaptation au changement climatique et pose les principes d'un « territoire intelligent » ;
- 2° : **Les conditions d'un développement équilibré et maîtrisé des fonctions urbaines,** partie qui expose l'articulation sur le territoire des espaces dédiés au développement économique, à l'agriculture, à l'équipement artisanal et commercial, à l'habitat et aux équipements et services ;
- 3° : **L'organisation de la gestion des flux**, partie qui présente l'importance de l'articulation entre urbanisme et transports et le fonctionnement attendu des mobilités en assurant la promotion des modes de déplacement alternatifs à l'automobile pour les personnes comme pour les marchandises ;
- 4° : **Les principes d'un aménagement durable pour produire un cadre de vie qualitatif et sain,** partie qui traite des questions de préservation des paysages naturels et urbains, et de qualité de l'architecture et de l'urbanisme ;
- 5° : **Les grand projets d'équipements et de services** nécessaires à la mise en œuvre du SCoT, conformément aux dispositions des articles L.141-13 et L.143-20 du Code de l'urbanisme ;
- 6° : **Les espaces et sites à protéger** au titre de la protection et de la sécurisation de de la ressource en eau, de la préservation des sols, de la protection de la biodiversité ;
- 7° : **La prévention et la gestion des risques naturels et technologiques et des nuisances** : risque inondation, risque sismique et mouvement de terrain, risques technologiques et lutte contre les nuisances sonores.

De manière plus spécifique en ce qui concerne la thématique des transports en commun, le projet d'extension du tramway de Caen la mer est clairement énoncé dans le DOO du SCoT de CNM. En effet, parmi les grands projets d'équipements et de services identifiés figurent « *les projets nécessaires pour développer les mobilités internes alternatives à l'automobile* » avec, pour les transports collectifs, « *la réalisation de l'extension de tramway vers la Presqu'île et les Hauts de l'Orne et […] à terme la création d'une ligne Est/Ouest* ».

De plus, lorsque le DOO évoque la cohérence entre l'urbanisation et le système de déplacements, il émet un objectif concernant le « Centre urbain métropolitain » qui prévoit des « *dispositions spécifiques d'aménagement, en termes de densité et de mixité, à l'intérieur des corridors desservis par le tramway […] au regard de la qualité de la desserte en transports collectifs actuelle ou future* ». Dans une certaine mesure, le projet d'extension du tramway de Caen la mer est donc ici soulevé sans être directement nommé.

Il est à noter aussi que le DOO confirme la priorité donnée aux mobilités alternatives à l'automobile individuelle : l'une des orientations du DOO au sein de la Communauté urbaine Caen la mer est que le SCoT CNM prévoit d'appuyer son développement sur un réseau de transport collectif hiérarchisé et organisé. Il est précisé que « *le tramway et les éventuelles lignes de Transport en Commun en Site Propre (TCSP) à créer constitueront la colonne vertébrale du transport collectif en zone dense. Elles devront desservir les principaux quartiers d'habitation, ainsi que les grands équipements publics et les grands pôles d'emplois. Ces transports devront atteindre une vitesse commerciale suffisante pour être concurrentiels à l'automobile, et suffisamment fréquents et indépendants de la circulation. L'ensemble du territoire bénéficiera d'une offre de transport collectif ». Enfin, dans le centre urbain métropolitain, les liaisons en transports collectifs de périphérie à périphérie devront être améliorées. L'objectif associé à cette orientation est de « définir les tracés de principe des extensions de tramway […]* ».

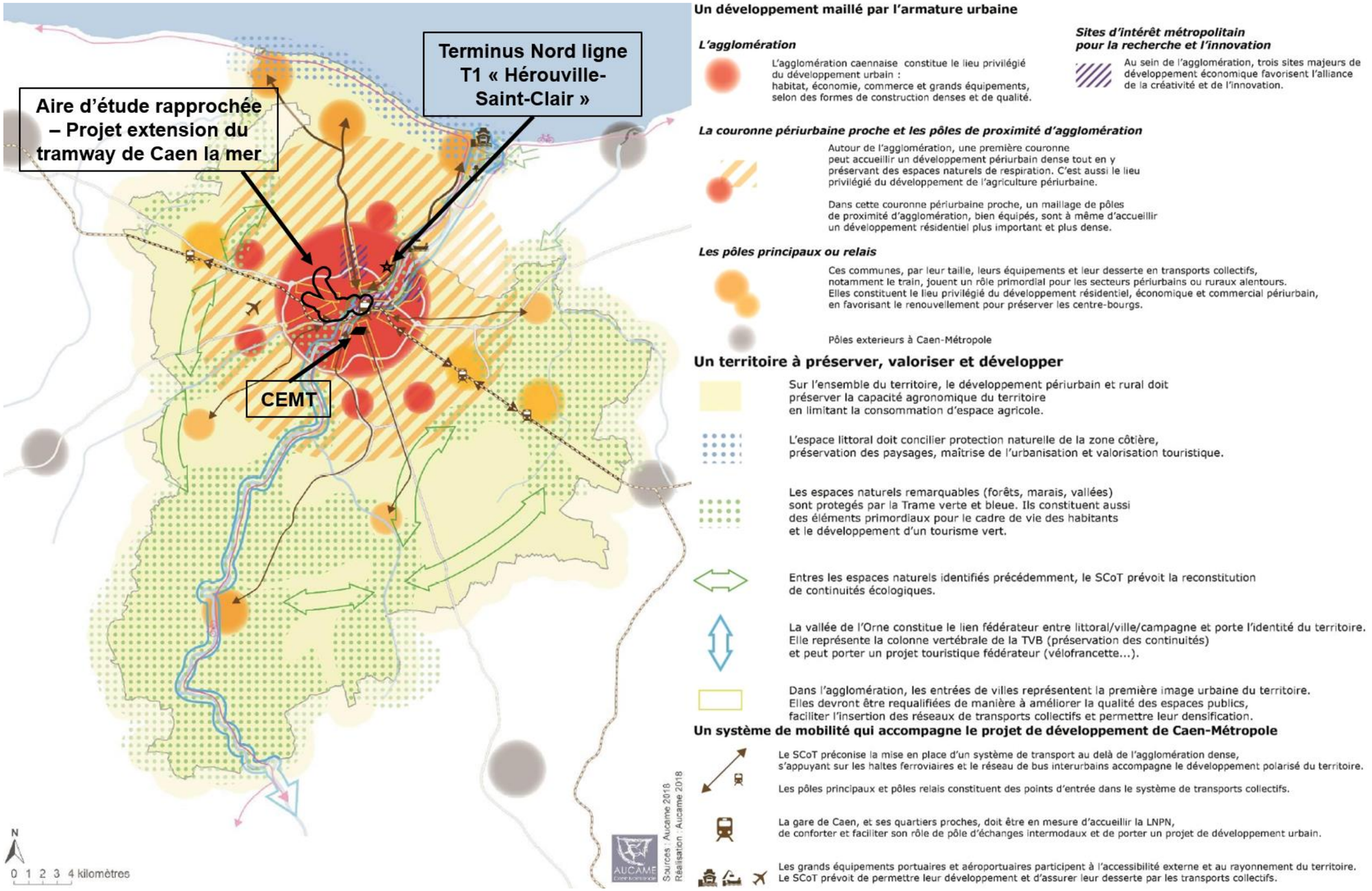


Schéma de principe du PADD du SCoT Caen Normandie Métropole et aires d'étude rapprochée (source : SCoT Caen Normandie Métropole, Novembre 2019)

1.1.3. Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC)

Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC) détermine les conditions d'implantation des équipements commerciaux qui, du fait de leur importance, sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'aménagement du territoire et le développement durable. Ces conditions visent à promouvoir un aménagement durable des espaces susceptibles d'accueillir des équipements commerciaux.

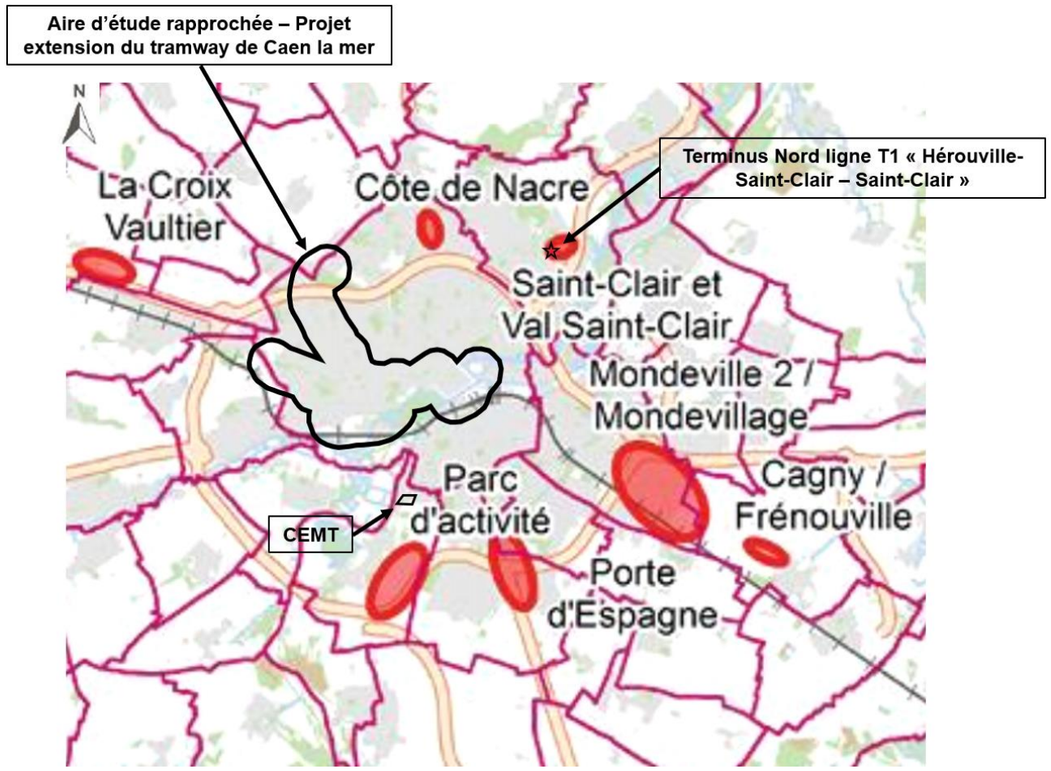
Il précise également les conditions d'implantation des commerces à l'extérieur des localisations préférentielles, ou lorsque les enveloppes d'extension de la surface de vente, affectées aux secteurs à enjeux définis et cartographiés dans le DAAC, sont dépassées.

Ce document localise enfin les secteurs d'implantation périphérique qui présentent des enjeux au regard du service rendu à la population et au regard du développement durable, mais également les secteurs d'implantation périphérique à enjeux pour l'implantation des commerces dans certaines zones d'activités.

Les prescriptions du DAAC sont complémentaires des orientations du Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) qui expose la philosophie générale de l'organisation commerciale du territoire de Caen Normandie Métropole (CNM).

Ce document définit notamment les lieux et conditions d'implantation des équipements commerciaux et artisanaux au sein du territoire du SCoT de CNM.

Autour de l'agglomération caennaise, le DAAC identifie notamment 7 secteurs à enjeux. Le secteur « Saint-Clair et Val Saint-Clair » est le seul à interférer avec le projet, au niveau de la modification du terminus Nord de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » (voir figure ci-dessous).



Localisation des 7 secteurs à enjeux autour de l'agglomération caennaise par rapport au projet (source : SCoT Caen Normandie Métropole, Novembre 2019)

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans les orientations définies au SCoT de Caen Normandie Métropole. Il est donc compatible avec ce document d'urbanisme supracommunal.

1.2. LE PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DE CAEN

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville de Caen a été approuvé le 16/12/2013. Depuis, il a fait l'objet de sept procédures de modifications, dont la dernière a été approuvée le 06/07/2023, et de trois procédures de révisions allégées, dont les deux dernières ont été approuvées le 27/01/2022.

Une modification n°8 du PLU de Caen a été engagée par délibération en date du 06/07/2023. Conformément aux dispositions du Code de l'urbanisme, ces modifications ne portent pas atteinte à l'économie générale du PADD, et n'entrent pas dans le champ d'application de la révision de droit commun ou allégée.

Le projet de modification n°8 du PLU de Caen vise à intégrer des adaptations règlementaires afin d'améliorer l'application de certaines dispositions en clarifiant ou précisant la formulation et de permettre la réalisation des nouveaux projets urbains.

Enfin, la modification en cours est l'occasion d'intégrer des mises à jour du PLU.

1.2.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du PLU de Caen

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) est une pièce maîtresse du PLU de Caen. Il s'appuie sur le « Projet de ville – Caen 2030 », arrêté en Conseil municipal de septembre 2009.

Il expose le projet de développement du territoire et énonce les grandes orientations et les objectifs, sous forme de défis, qui vont guider l'aménagement de la ville de demain. Cadre de cohérence interne du PLU, le PADD est aussi un guide pour élaborer les règles d'urbanisme. En effet, les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) du PLU, avec lesquelles tout projet doit être compatible, doivent respecter les orientations définies par le PADD.

De même, la règle d'urbanisme transcrite dans le règlement écrit et les documents graphiques du règlement du PLU, à laquelle tout projet doit être conforme, doit être fixée en cohérence avec le PADD.

Le PADD du PLU de Caen est toutefois à prendre avec du recul en raison de son ancienneté. En effet, élaboré il y a plus de 10 ans, celui-ci émet à l'époque des projets et des principes de développement qui ne sont pas forcément les mêmes à l'heure de développer le présent projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Le PADD se base autour des 5 défis suivants :

- Défi n°1 : Renouveler le modèle de développement urbain ;
- Défi n°2 : Faire du logement un levier d'attractivité ;
- Défi n°3 : Caen, moteur du développement métropolitain ;
- Défi n°4 : Développer une mobilité durable ;
- Défi n°5 : Affirmer l'exigence environnementale.

Ainsi, le défi n°4, relatif au développement d'une mobilité durable, a notamment pour objectifs le développement mitoyen qui vise à « *penser les zones de développement et de densification de la ville en lien avec l'aménagement et le nouveau réseau de transports en commun* ».

En ce sens, le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'intègre dans une optique de développement.

En effet, la branche Ouest du futur réseau de tramway regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs. L'exploitation est envisagée via une branche qui desservira le secteur Beaulieu et le quartier du Chemin Vert. Cette branche participe ainsi au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.

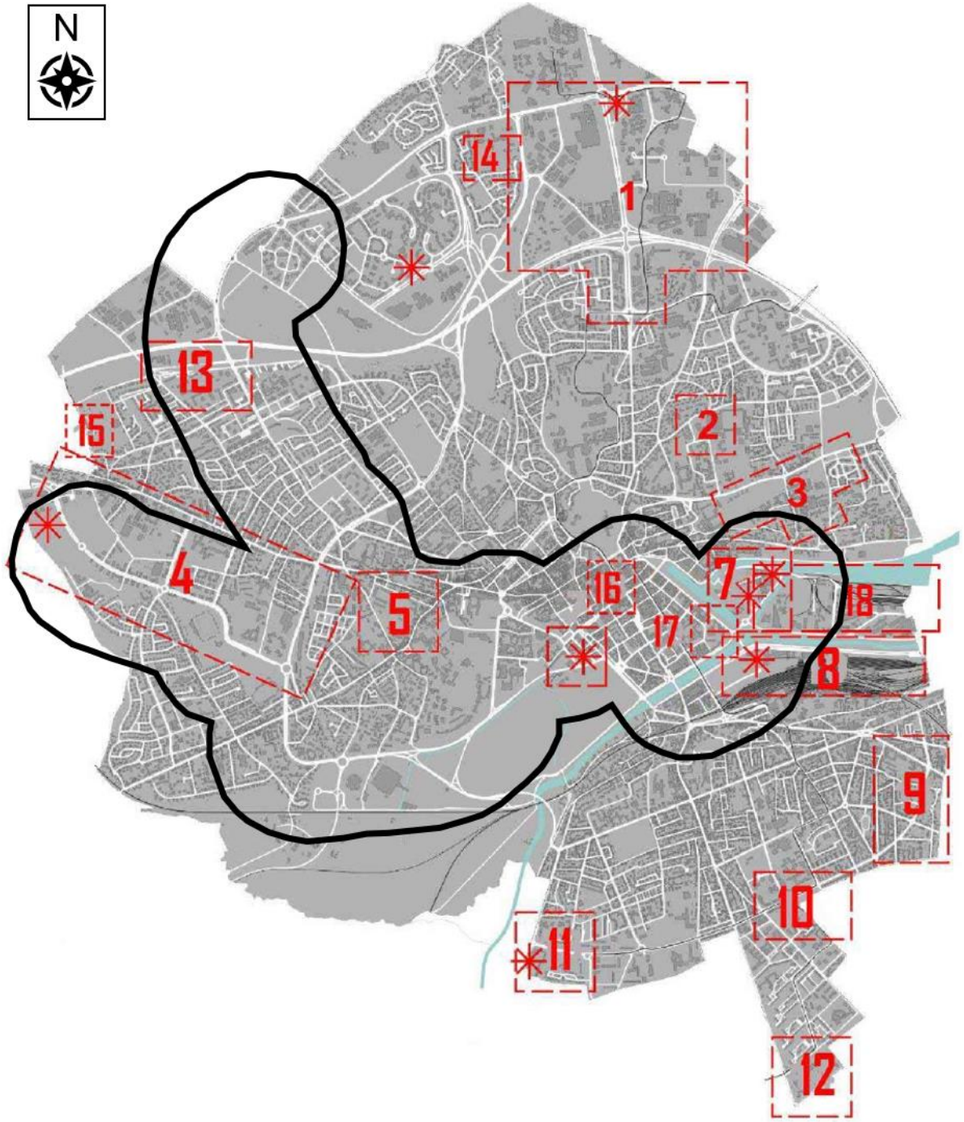
Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU de Caen.

1.2.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) du PLU de Caen

Les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) constituent l'une des pièces constitutives du PLU de Caen. Elles exposent la manière dont la collectivité souhaite mettre en valeur, réhabiliter, restructurer ou aménager des quartiers ou des secteurs de son territoire.

Le PLU de Caen compte des OAP relatives à l'aménagement, à l'habitat, aux mobilités douces et aux déplacements, établies en cohérence avec le PADD.

L'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer intercepte 8 secteurs d'OAP et 5 sites de constructions émergentes.

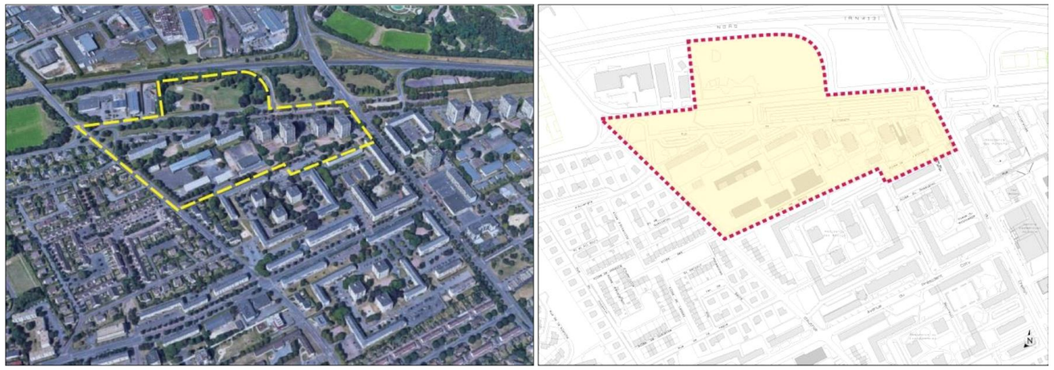


Localisation des Orientations d'Aménagement et de Programmation du PLU de Caen
(source : PLU de Caen)

Ainsi, du Nord vers le Sud et d'Ouest en Est, les secteurs suivants sont étudiés en raison de leur proximité avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.2.2.1. OAP Secteur 13 – Secteur Authie Nord Touraine

Le secteur Authie Nord Touraine est situé au Nord du quartier du Chemin Vert, l'un des plus vastes quartiers de la ville de Caen qui rassemble près de 2 800 logements. Certains secteurs de ce quartier font l'objet d'un programme de renouvellement urbain dans le cadre du nouveau dispositif NPNRU (Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain).



Périmètre du secteur Authie-Nord-Touraine à Caen
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Certaines opérations sont déjà sorties de terre, comme le Pôle Enfance Michel Pondaven, qui a été inauguré en 2018, alors que les ensembles immobiliers font l'objet de panneaux d'informations pour l'heure.



Pôle Enfance Michel Pondaven (à gauche) et informations pour ensemble immobilier
(source : EGIS, Février 2024)

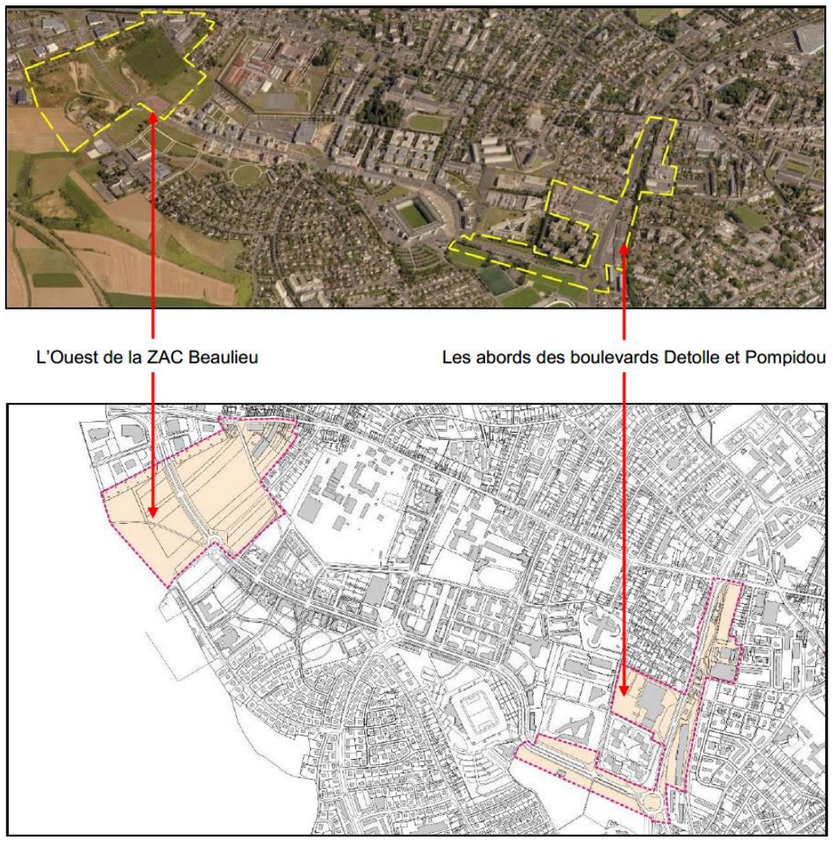
Les emprises de voirie rue du Chemin Vert en bordure Ouest du secteur vont accueillir les futures voies du tramway, permettant une desserte directe de ce secteur.

1.2.2.2. OAP Secteur 4 – Secteur Detolle-Pompidou-Beaulieu

Ce secteur correspond à la conjonction de plusieurs projets ou/et opportunités auxquels il convient d'indiquer quelques principes pour en assurer la continuité et en renforcer la cohérence. Deux espaces de recomposition urbaine composent ce secteur d'OAP :

- L'achèvement de la ZAC Beaulieu à l'Ouest du boulevard Georges Pompidou ;
- Les abords des boulevards André Detolle et Georges Pompidou à l'Est.

Ces deux espaces sont réunis dans le même secteur pour assurer une continuité des parcours et l'organiser.



Périmètre du secteur Detolle-Pompidou-Beaulieu
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Les futures voies du tramway s'insèreront sur le boulevard Georges Pompidou. Les trois stations prévues (« Detolle », « Stade d'Ornano » et « Pompidou ») vont permettre une desserte directe de ce secteur.

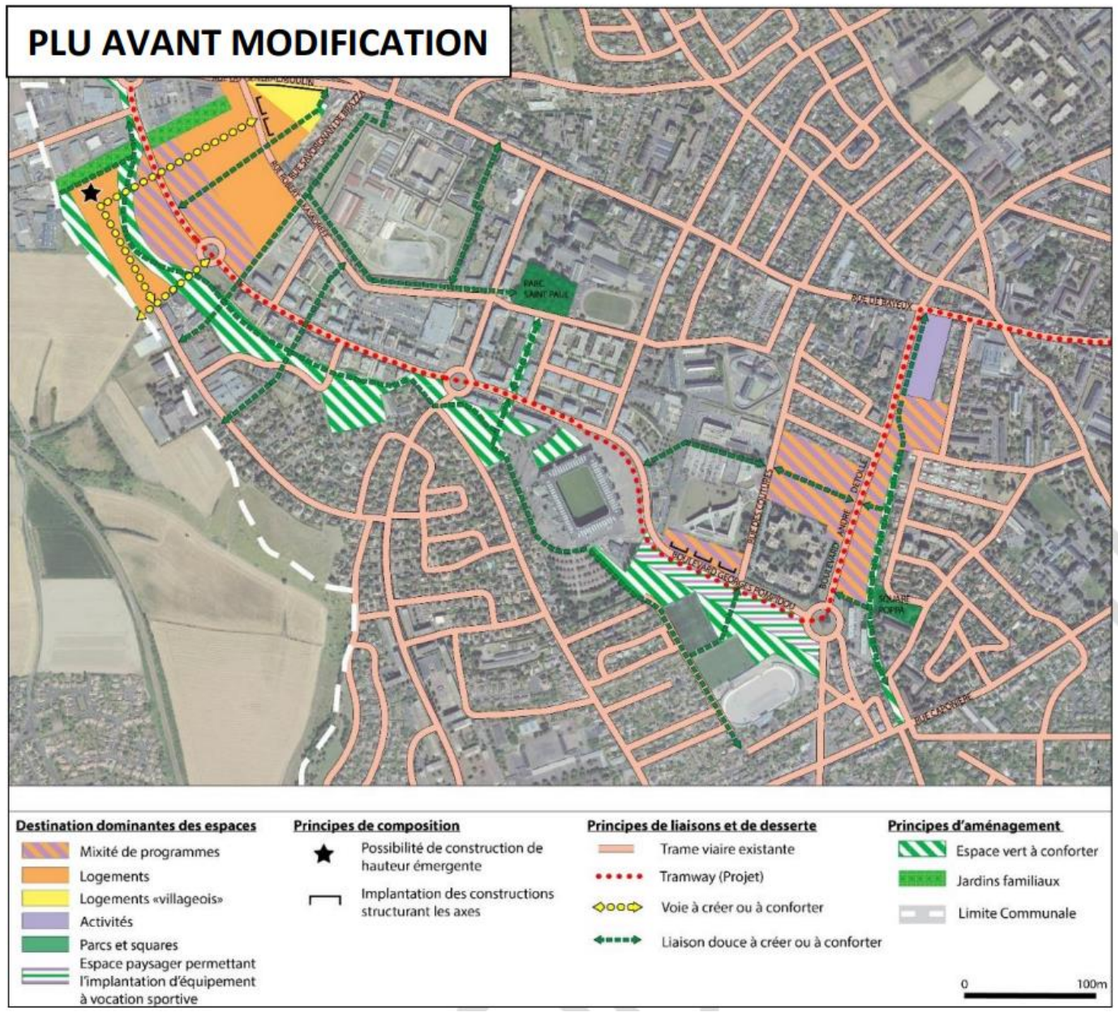
En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Les orientations pour ce secteur intègrent bien le principe d'une desserte du secteur par le tramway, tel que figuré sur le plan de composition ci-après.

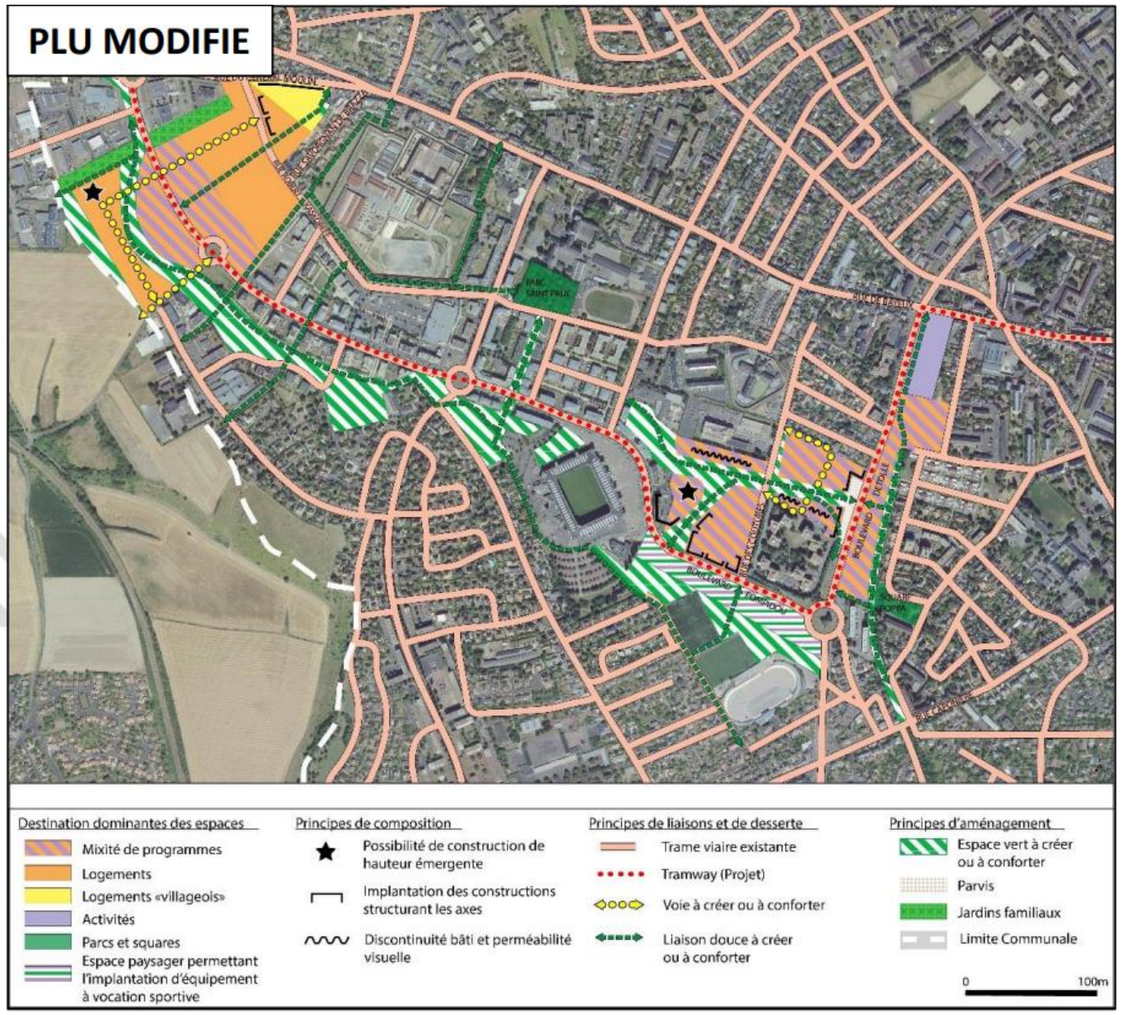
Si les abords du boulevard Detolle sont évoqués dans l'OAP, il n'est fait état, au-delà du tracé présent sur ce schéma, d'aucune orientation liée au tramway. Les orientations fixées ne seront ainsi pas compromises. De manière générale, l'opération d'extension du tramway ne compromet en aucun cas le parti d'aménagement retenu par Caen la mer.

Il est à noter qu'il ressort de l'analyse de jurisprudences récentes qu'une OAP doit être modifiée uniquement si l'opération déclarée d'utilité publique compromet dans sa substance l'OAP affectée. Ce qui n'est pas le cas du projet d'extension du tramway de Caen la mer, le projet étant bien inscrit à l'OAP et répondant à un objectif de desserte en transport en commun du secteur en voie de mutation et de développement de l'urbanisation.

PLU AVANT MODIFICATION



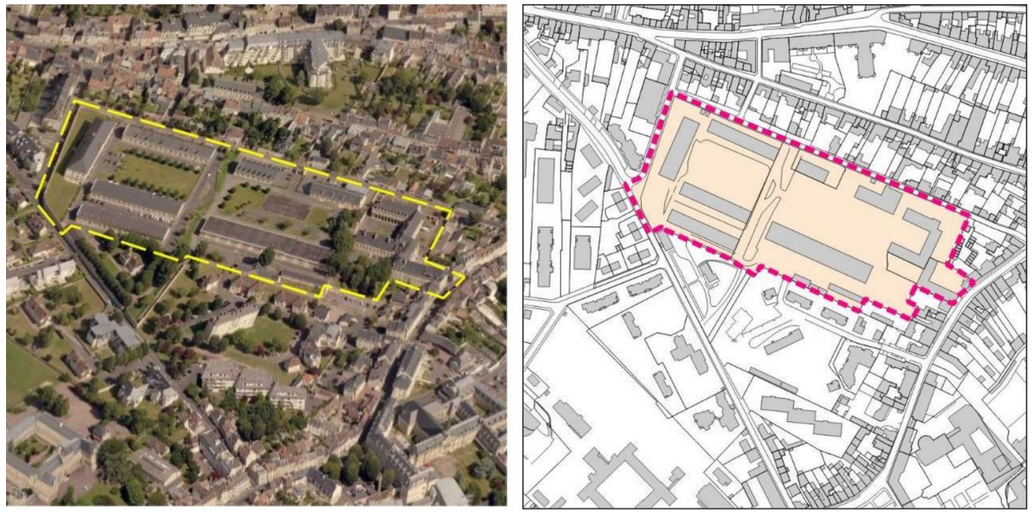
PLU MODIFIE



Les orientations pour le secteur Detolle-Pompidou-Beaulieu dans le cadre de la modification n°8 du PLU de Caen

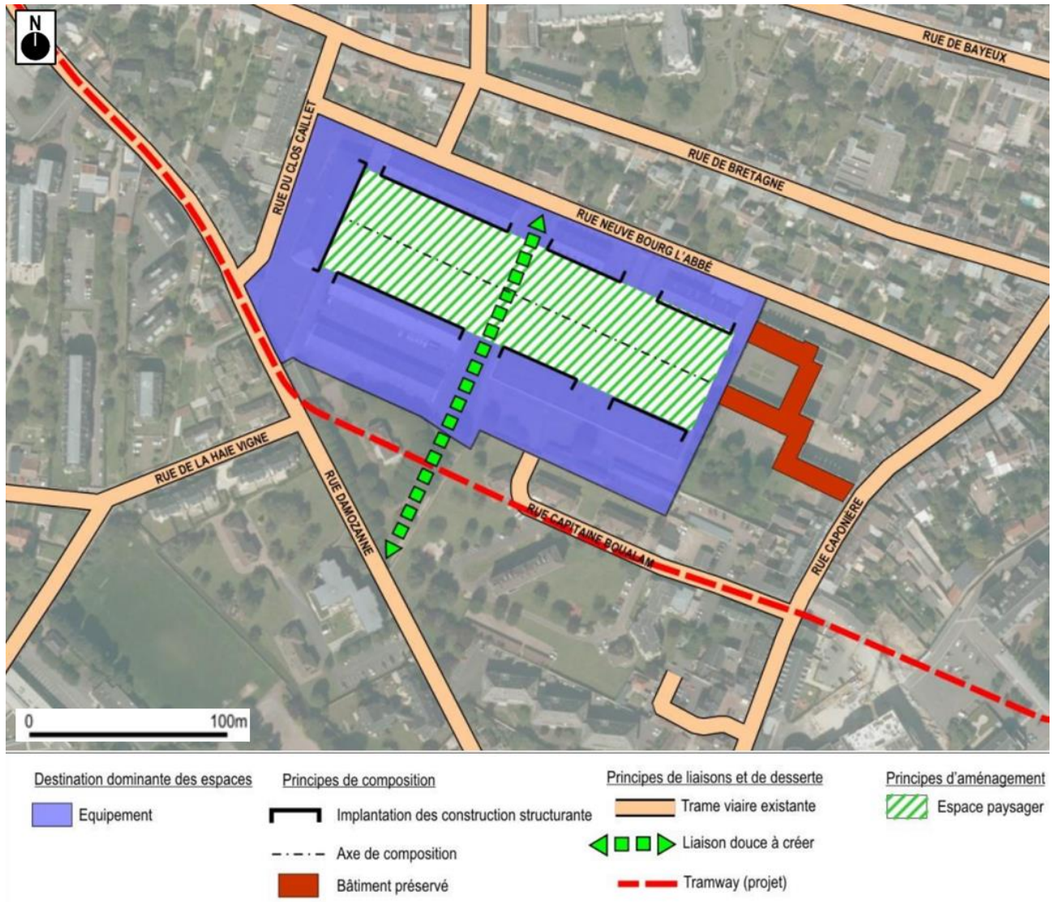
1.2.2.3. OAP Secteur 5 – Lorge-Cité de l'Air

Le secteur de Lorge-Cité de l'Air fait l'objet d'une présentation au niveau du chapitre 5.6.3. de la Partie 3 dédiée à l'état initial de l'environnement.



Périmètre du secteur Lorge-Cité de l'Air
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Le principe général poursuivi par les OAP consiste à mettre en valeur et à faire connaître ce patrimoine autour de la création de parcours permettant la traversée de l'ilot (liaison depuis la rue Neuve Bourg l'Abbé jusqu'à la rue Damozanne, via le quartier Lorge et la cité de l'Air).



Orientations pour le secteur Lorge-Cité de l'Air
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

1.2.2.4. OAP Secteur 16 – Secteur Bellivet

Dans un souci de redynamisation du centre-ville de Caen, la requalification des espaces publics et la recherche de nouveaux circuits marchands sont privilégiés par la Ville de Caen dans le cadre de plusieurs opérations urbaines.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le renouvellement de la rue Bellivet et de l'îlot Bellivet.



Périmètre du secteur Bellivet (source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Au cœur du centre-ville, la rue de Bellivet présente un profil vétuste. Les travaux d'aménagement consistent en l'amélioration des espaces végétalisés et la plantation d'arbres, la rénovation de l'ensemble des réseaux, la requalification de l'éclairage public, le renouvellement du mobilier urbain (bancs, poubelles, arceaux vélos), et l'aménagement de surface, en pierres naturelles.

Au total, 1 500 m² seront aménagés. Les travaux dureront 11 mois. La première tranche de travaux a commencé en septembre 2023.

Concernant l'îlot Bellivet, l'opération s'articule autour de l'ancien cinéma Pathé, fermé depuis mai 2013 et qui constitue une friche en plein centre-ville. Ce bâtiment des années 1930 a connu d'importantes modifications au cours du siècle, au gré des usages. À ses côtés se dresse l'hôtel de Than, classé depuis 1930 (toitures, façades et cour correspondant à l'ancien jardin), qui a fait l'objet d'une rénovation en 2018. Un nouveau projet immobilier sera développé sur le site de la friche Pathé, comportant la démolition de l'ancien cinéma et des deux cases commerciales. Le permis de construire a été délivré le 15 décembre 2022.

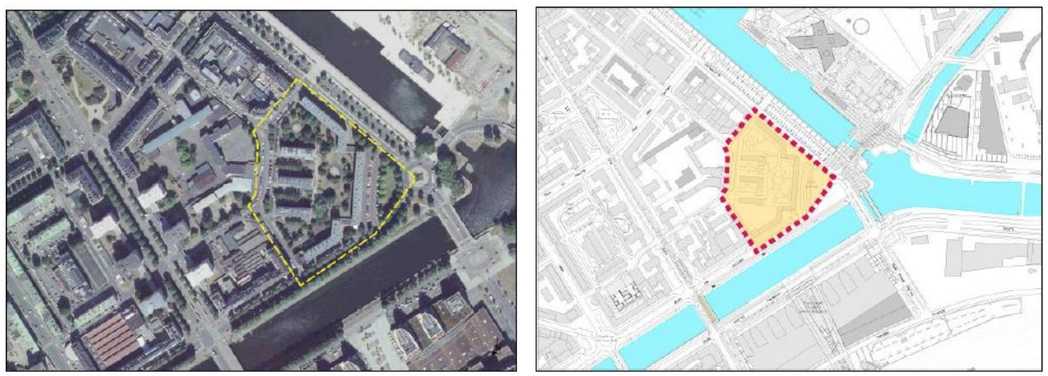


Secteur Bellivet en travaux en février 2024 (Source : EGIS, Février 2024)

Le tramway dessert actuellement le secteur à l'Est au niveau de l'arrêt « Saint-Pierre » sur les lignes T1 et T2. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer desservira le Sud du secteur au niveau du boulevard Maréchal Leclerc, puis de la rue de Bernières.

1.2.2.5. OAP Secteur 17 – Secteur Trébucien

Le projet vise à réhabiliter un îlot composé de logements vieillissants et de densifier l'existant par de nouveaux logements supplémentaires. Le projet apportera également une nouvelle offre tertiaire dans le centre-ville avec l'implantation du siège social d'Inolya (Office Public de l'Habitat du Calvados). La requalification de l'îlot contribuera à dynamiser les équipements et commerces déjà en place (bibliothèque de Tocqueville, groupe scolaire Henri Brunet, garderie).

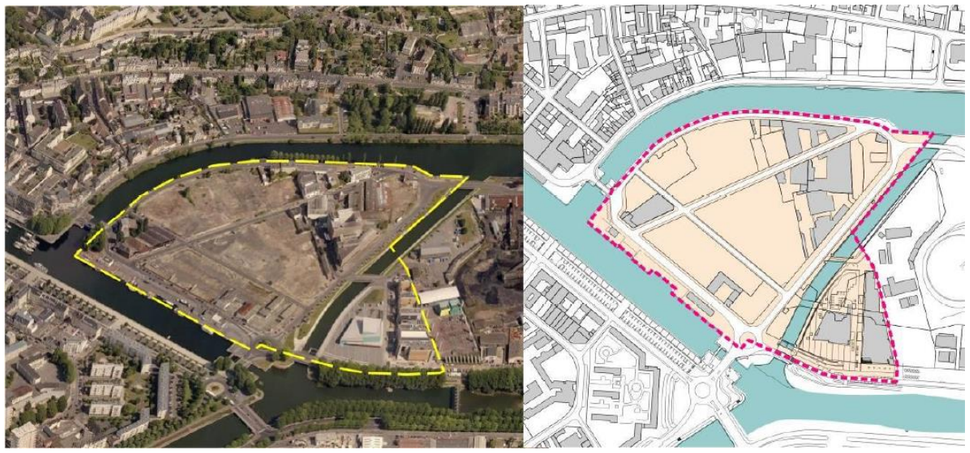


Périmètre du secteur Trébucien (source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Le tramway dessert actuellement le secteur à l'Est au niveau des voies existantes de la ligne T2 et de l'arrêt « Presqu'Île ».

1.2.2.6. OAP Secteur 7 – Secteur de la Pointe de la Presqu'île

La Ville a pour ambition de réaliser un grand projet de rénovation urbaine de l'ensemble de la presqu'île de Caen, entre l'Orne au Sud et le canal de Caen à la mer au Nord. La reconversion de ce site de 31 hectares est un enjeu majeur en termes de qualité urbaine qui nécessite de longues réflexions pour définir précisément l'organisation de ce nouveau quartier en prolongement du centre-ville. Depuis 2019, le projet « Caen Presqu'île » est labellisé « Projet d'Intérêt Majeur » (PIM).



Périmètre du secteur de la Pointe de la Presqu'île
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

En février 2024, de nombreux bâtiments sont sortis de terre et sont dorénavant fréquentés par les habitants de Caen.



Les nouvelles constructions (habitats, services, commerce) du secteur de la Pointe de la Presqu'île en février 2024 depuis l'avenue Victor Hugo (source : EGIS, Février 2024)

L'arrêt de tramway « Presqu'Île » est actuellement le terminus de la ligne T2 du tramway.

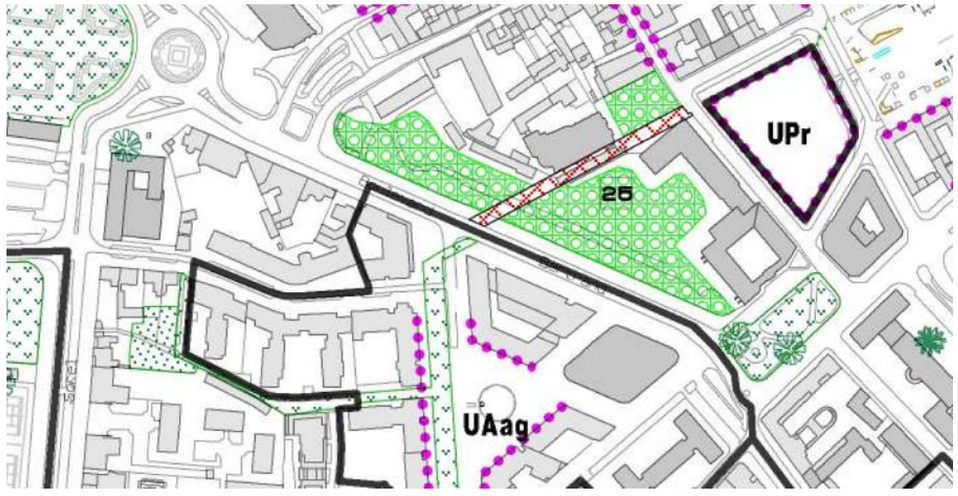
Le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne remet pas en cause les OAP prévues au PLU de Caen et localisées dans l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Il est donc compatible avec ce volet prospectif.

1.2.3. Prise en compte des emplacements réservés

Les emplacements réservés sont des zones spéciales délimitées par les PLU en application de l'article L.151-41 du Code de l'Urbanisme. Ils sont réservés aux voies et ouvrages publics, aux installations d'intérêt général, aux espaces verts ou nécessaires aux continuités écologiques ou aux programmes de logement incluant une mixité sociale.

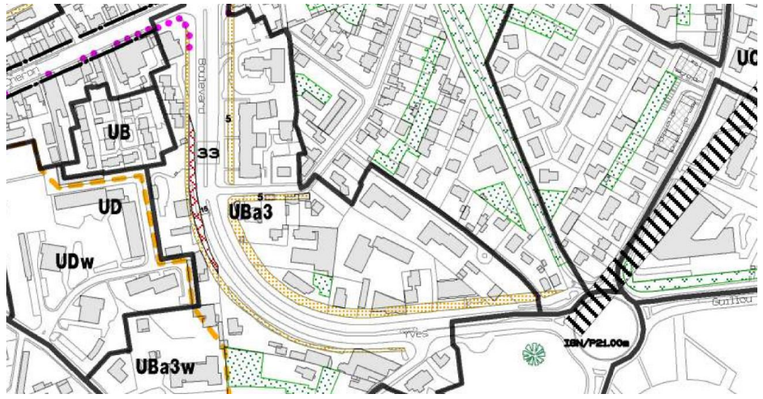
Quatre emplacements réservés (ER) identifiés dans le PLU de Caen sont recensés à l'intérieur de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer, à savoir :

- ER 25 « Liaison douce (piétons/vélos) » au niveau des Jardins du Conseil Général du Calvados (boulevard Bertrand) (surface approximative 1 235 m², emprise voirie 8 m, longueur 150 m) au bénéfice de la Ville de Caen.



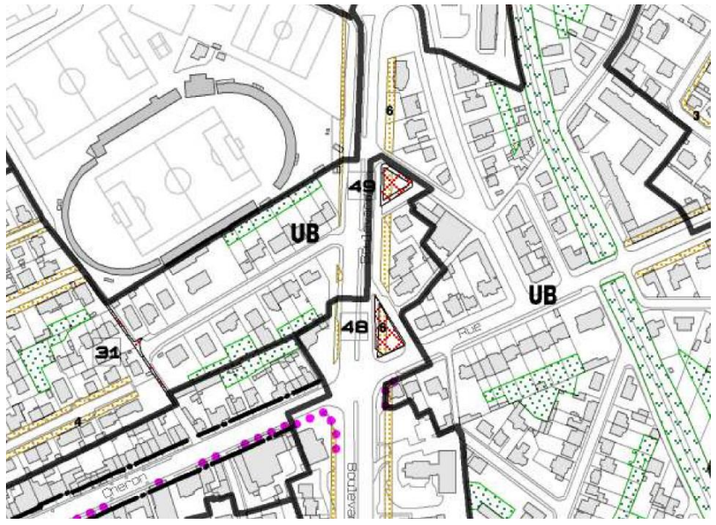
Localisation ER 25 – extrait du plan de zonage du PLU de Caen

- ER 33 « Élargissement d'emprise pour nouvel alignement » (boulevard Yves Guillou), au bénéfice de la Ville de la Caen (surface approximative 744 m², parcelles concernées NS97 à 101).



Localisation ER 33 – extrait du plan de zonage du PLU de Caen

- ER48 « Aménagement de l'espace public » (boulevard André Detolle) au bénéfice de la Ville de Caen (surface de 381 m²) et ER49 « Aménagement de l'espace public » (boulevard André Detolle) au bénéfice de la Ville de Caen (surface de 230 m²).



Localisation ER 48 et ER 49 – extrait du plan de zonage du PLU de Caen

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est à proximité d'emplacements réservés au bénéfice de la Ville de Caen, mais ne les remet pas en cause.

1.2.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

Le plan de zonage est la traduction sur plan du règlement. Il délimite chaque zone décrite dans ce dernier et fait également apparaître les espaces protégés et les emplacements réservés.

Le règlement du PLU est la traduction sous forme de règles du PADD. Il définit les zones de la commune et les caractéristiques de celles-ci. Il encadre la réalisation des constructions, nouvelles ou extensions. Toute utilisation du sol doit être conforme au règlement.

Les zonages du PLU de Caen concernées par l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer sont analysés dans le tableau suivant au regard de leur compatibilité avec le projet.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer rentre dans le cadre des « ***constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs*** *[…]* ***directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres*** *[…]* ».

Dénomination de la zone (et sous-secteurs) et caractère dominant			Occupations et utilisations du sol autorisées et soumises à conditions particulières	Compatibilité du projet avec le zonage du PLU de Caen (Oui/Non)
UA : la zone UA et ses différents secteurs correspondent au centre-ville et aux autres espaces de centralité.	UAa, composé de différents sites de renouvellement	UAab : sous-secteur de Beaulieu	Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UA et des sous-secteurs UAa (UAab, UAag et UAar), UAb, UAc et UAd.	Oui
		UAag : sous-secteur Gardin		
		UAar : sous-secteur des Rives de l'Orne		
	UAb : périphérie du cœur de ville			
	UAc : îlots de la Reconstruction (axe Château/Gare SNCF)			
	UAd : anciens villages (Vaucelles, la Maladrerie et Venoix).			
UB : la zone UB correspond aux espaces périphériques des pôles de centralité et aux abords des grands axes.	UBa3 : secteur où la hauteur des constructions peut atteindre R+3		Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UB et des sous-secteurs UBa3 et UBa4.	Oui
	UBa4 : secteur où la hauteur des constructions peut atteindre R+4			
UC : la zone UC regroupe les espaces dont l'organisation urbaine et la morphologie du bâti correspondent majoritairement à une typologie pavillonnaire. Elle est répartie à la périphérie de la ville et marquée par la présence de jardins lui conférant un caractère végétalisé.			Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UC.	Oui
UD : la zone UD réunit les ensembles d'habitat collectif dont la composition urbaine organise, selon un plan d'ensemble, les constructions autour d'espaces libres verts et d'espaces verts communs, sans lien direct avec les espaces publics.	Uda : correspond à des espaces de recomposition urbaine ayant vocation à créer des pôles de centralités à la Guérinière, à la Grâce de Dieu, au Calvaire Saint-Pierre et au Chemin Vert.		Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UD et du sous-secteur UDa.	Oui
UE : la zone UE et ses différents secteurs correspondent aux espaces principalement destinés à accueillir des activités économiques.	UEfa : espace d'activités du quartier de La Folie Couvrechef et qui correspond au site Unicité du boulevard du Maréchal Juin		Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UE et des sous-secteurs UEfa et UEfb.	Oui

Dénomination de la zone (et sous-secteurs) et caractère dominant		Occupations et utilisations du sol autorisées et soumises à conditions particulières	Compatibilité du projet avec le zonage du PLU de Caen (Oui/Non)
	UEfb : espace d'activités du quartier de La Folie Couvrechef à l'angle du boulevard du Maréchal Juin et de l'avenue de l'Amiral Mountbatten		
UF : la zone UF regroupe les sites d'implantation des grands équipements publics implantés sur de vastes emprises foncières, tels que le château, le stade d'Ornano, les établissements hospitaliers, de recherche, etc. Elle est principalement destinée à accueillir des constructions et installations nécessaires à un service public ou d'intérêt collectif.	UFe : sous-secteur correspondant aux lycées et établissements universitaires (Campus 1 et 2)	Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UF et du sous-secteur UFe.	Oui
UP : la zone UP regroupe les espaces identifiés comme secteurs de projet, sur lesquels une recomposition urbaine est programmée à plus ou moins long terme. La zone UP concerne les espaces qui font l'objet d'OAP.	UPau : sous-secteur correspondant aux sites dont le renouvellement est prévu à plus long terme, à savoir la Presqu'Île, le Centre pénitentiaire et la maison d'arrêt, et le Parc d'activités technologiques. UPr ; sous-secteur correspondant à un espace à vocations économiques, commerciales et de services sur le site « République »	Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UP et des sous-secteurs UPau et UPr.	Oui
N : la zone N correspond aux espaces à dominante naturelle, protégés en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique (la Prairie, la vallée de l'Orne, le Mémorial de Caen, la Colline aux Oiseaux et les abords du périphérique)	Ne : sous-secteur destiné aux équipements d'intérêt public ou d'intérêt collectif implantés au sein des espaces naturels No : sous-secteur correspondant à l'Orne et au canal de Caen à la mer – *Ce sous-secteur est uniquement concerné en raison du passage par les ponts Winston Churchill et Alexandre Stirn, déjà concernés par le passage du tramway*.	ARTICLE 2. OCCUPATIONS ET UTILISATIONS ADMISES SOUS CONDITIONS SUPPLÉMENTAIRES : « en **zone N**, les *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […] ;* *En **secteur Ne**, les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs ou à des services publics, implantés au sein des espaces naturels »*	Oui

Le règlement des zones du PLU de Caen dans lequel s'inscrit le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le projet.

1.2.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU de Caen

Le règlement écrit du PLU de Caen impose également des dispositions communes à toutes les zones délimitées sur les documents graphiques du règlement.

Ces règles sont opposables à toute occupation ou utilisation du sol qu'elle soit ou non soumise à déclaration ou à autorisation au titre du code de l'urbanisme.

Certaines dispositions peuvent s'appliquer au projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.2.5.1. Espaces verts garantis

La dominante végétale et/ou la perméabilité existante des espaces verts garantis délimités au plan de zonage, doivent être maintenues. Toutefois, dans ces espaces, peuvent être réalisés des constructions, travaux ou installations nécessaires à l'accueil et au besoin du public, à des équipements sportifs et de loisirs de plein air, aux circulations douces, à la gestion d'un service public, dès lors qu'ils prennent en compte les caractéristiques paysagères du lieu. La superficie de ces espaces entre dans le décompte des espaces libres et espaces verts.

La surface d'espaces verts protégés a presque doublé à Caen entre la modification n°6 et la modification n°7 du PLU (644 hectares, contre 450 précédemment).

Des espaces verts garantis sont recensés notamment au niveau du rond-point du boulevard Maréchal Juin et de l'avenue de l'Amiral Mountbatten, ainsi qu'aux abords du boulevard Yves Guillou. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne remet pas en cause ces espaces.

En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

En ce qui concerne les abattages d'arbres prévus boulevard Yves Guillou, ceux-ci sont nécessités en raison de l'intégration d'une plateforme de tramway, du maintien de deux voies pour les véhicules et d'aménagements cyclables sur cet axe. Le choix s'est porté sur l'alignement côté est du boulevard Detolle, donc côté piste cyclable, ce qui permet de créer une bande plantée entre le trottoir et la piste cyclable.

Le secteur du boulevard Yves Guillou, entre rue de Maltot et rue du Blanc, est inscrit en tant qu'espaces verts garantis au règlement du PLU de Caen la mer. À ce titre, le règlement dispose que la dominante végétale et/ou la perméabilité existante des espaces verts garantis, délimités au plan de zonage, doivent être maintenues.

Toutefois, dans ces espaces, peuvent être réalisés des constructions, travaux ou installations nécessaires à l'accueil et au besoin du public, à des équipements sportifs et de loisirs de plein air, aux circulations douces, à la gestion d'un service public, dès lors qu'ils prennent en compte les caractéristiques paysagères du lieu. Dans ce secteur s'intègre le projet de voies pour les mobilités douces, compatible avec le règlement des espaces verts garantis.

Sur le secteur du boulevard Yves Guillou, au niveau du boulevard des Baladas, le projet reprend l'alignement des arbres et préserve donc la zone d'espaces verts garantis prévue au PLU au Sud du boulevard.

Les abattages d'arbres seront réalisés en dehors des espaces verts garantis au PLU. En espaces verts garantis, seul un arbre isolé et n'appartenant pas à l'alignement historique, au Sud du boulevard Yves Guillou au niveau du boulevard des Baladas pourrait être abattus dans le cadre du projet, mais ne remet pas en cause la globalité de l'alignement d'arbres dans ce secteur. Le projet reste conforme au règlement du PLU de Caen car la dominante végétale est maintenue sur ce secteur d'espaces verts garantis.

De plus, le projet prévoit de nombreuses plantations plurispécifiques d'essences variées permettant ainsi :

- Une meilleure résilience face aux maladies et aux changements climatiques, en diversifiant les caractéristiques écologiques et les cycles biologiques des arbres ;
- Une évolution saisonnière riche et variée, avec des feuillages caducs et persistants qui apporteront des nuances de couleurs et de textures tout au long de l'année ;
- Un renforcement de la biodiversité, en offrant un habitat à une faune plus diversifiée grâce aux feuillages, aux floraisons et aux ressources nutritives des essences sélectionnées ;
- Un sous-bois urbain pour une ville plus accueillante et plus fraîche.

Par conséquent, le projet d'extension du tramway de Caen la mer apparaît comme étant compatible avec les dispositions du PLU de Caen la mer.

1.2.5.2. Espaces boisés classés

Les terrains boisés identifiés aux documents graphiques comme espaces boisés, à conserver, à protéger ou à créer sont soumis au régime des articles L.113-2 et suivants du Code de l'urbanisme. Ce classement interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements.

Nonobstant toutes dispositions contraires, il entraîne le rejet de plein droit de la demande d'autorisation de défrichement prévue au chapitre Ier du titre IV du livre III du code forestier. Y sont notamment interdits, les recouvrements du sol par tout matériau imperméable : ciment, bitume ainsi que les remblais.

Les accès aux propriétés sont admis dans la mesure où ils ne compromettent pas la préservation des boisements existants.

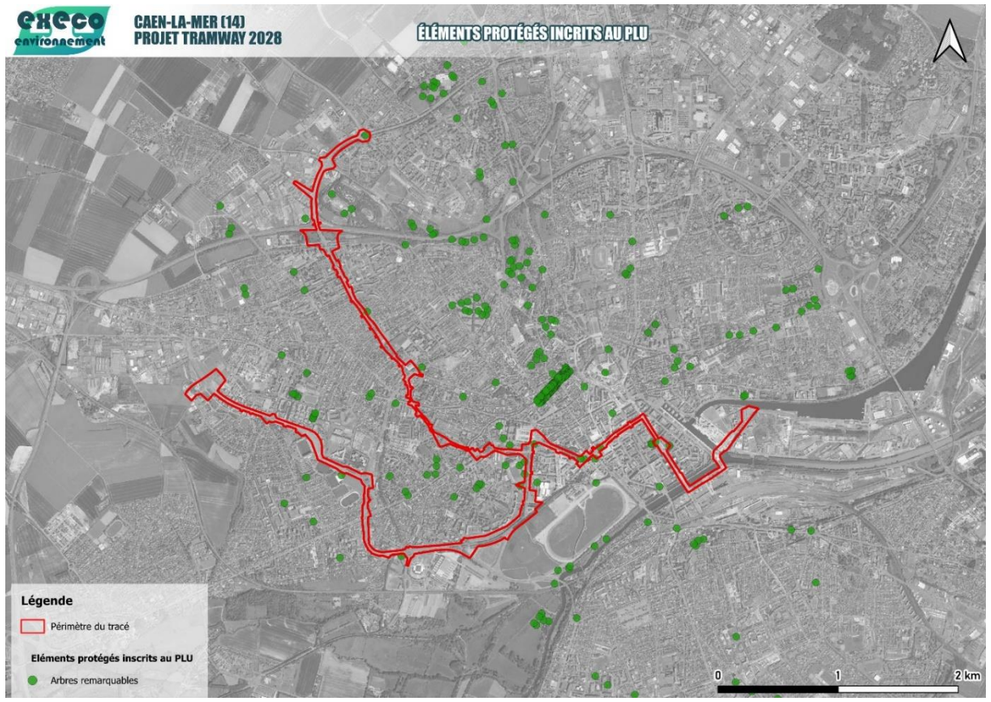
Un espace boisé classé (EBC) est identifié au PLU de Caen au niveau du parc du Conseil Départemental du Calvados (boulevard Bertrand). **Le projet d'extension du tramway de Caen la mer n'a pas d'impact sur cet espace boisé classé.**

1.2.5.3. Arbres remarquables

À Caen, 220 arbres remarquables sont listés. Les conditions de la préservation de ces arbres remarquables sont prévues à l'article 13 du PLU, leur identification portée dans une liste figurant dans l'annexe du règlement et leur localisation au plan de zonage.

L'article 13 stipule que « *les arbres remarquables, localisés au plan de zonage, doivent être préservés. Tous les aménagements, travaux ou constructions réalisés à leur proximité doivent être conçus pour assurer leur préservation. Leur destruction ne peut être envisagée que dans le cadre de travaux liés à la mise en œuvre d'une opération ayant un caractère d'intérêt général ou au regard de leur état phytosanitaire*. »

Les arbres remarquables sont localisés sur l'illustration ci-dessous.



Éléments protégés (arbres remarquables) inscrits au PLU de Caen par rapport à l'aire d'étude (source : ExEco, Janvier 2024)

Les arbres remarquables identifiés au titre de l'article L.151-23 du Code de l'urbanisme aux documents graphiques sont à conserver. Les constructions envisagées doivent observer un recul de 5 mètres par rapport au houppier[14] de l'arbre et les réseaux devront être éloignés de 5 mètres par rapport au tronc.

Des arbres remarquables sont identifiés au niveau de la place Gambetta et du boulevard du Maréchal Leclerc face au Théâtre de Caen.

[14] Partie d'un arbre constitué d'un ensemble structuré de branches situées au sommet du tronc.



Le platane devant le Théâtre de Caen, inscrit en tant qu'arbre remarquable au PLU de Caen (source : EGIS, Février 2024)

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer prend en compte les dispositions à respecter pour les espaces verts, évite les Espaces Boisés Classés (EBC) et les arbres remarquables identifiés sur le zonage.

1.2.5.4. Prise en compte du risque d'inondation

Dans les espaces soumis au risque d'inondation, le règlement écrit du PLU de Caen stipule que « *tout projet d'occupation ou d'utilisation du sol doit respecter les dispositions du Plan de Prévention Multi-risques (PPRM) de la basse vallée de l'Orne* ».

En outre, dans les secteurs concernés par le risque de remontée des nappes phréatiques, tout projet d'occupation ou d'utilisation du sol doit être conçu pour faire obstacle à l'infiltration d'eau dans les constructions et installations et ne pas affecter la qualité des nappes.

Le projet d'extension du tramway de Caen prend en compte les dispositions du PPRM de la basse vallée de l'Orne.

1.2.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

Les servitudes d'utilité publique sont des limitations administratives au droit de propriété, instituées par l'autorité publique dans un but d'utilité publique.

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par les servitudes d'utilité publique suivantes :

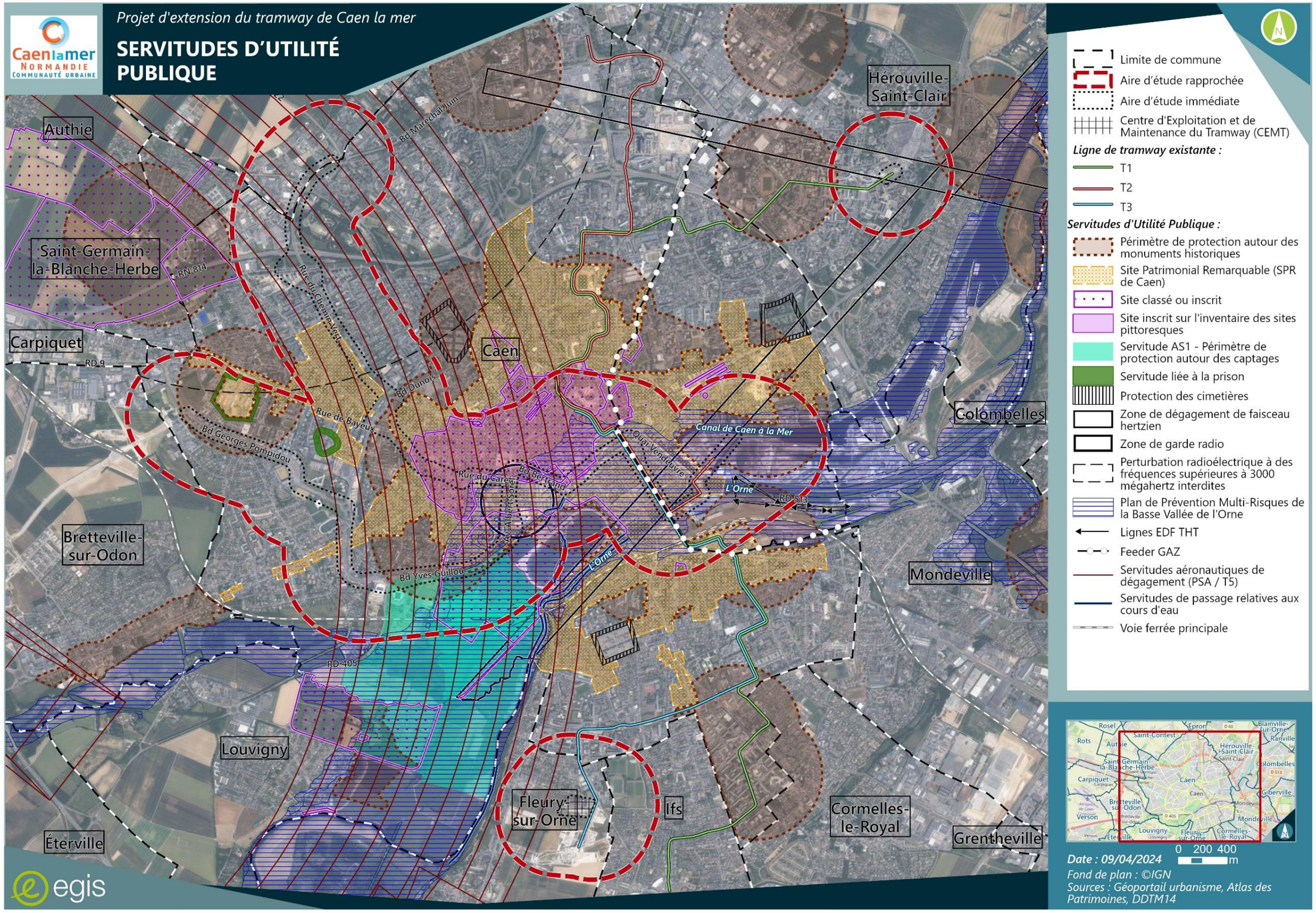
- AS1, relative aux périmètres de protection autour du captage d'alimentation en eau potable « Prairie 1 » ;
- T5, relative aux servitudes aéronautiques de dégagement de l'aéroport de Caen-Carpiquet ;
- AC1, relative à la protection des monuments historiques classés et inscrits ;
- AC2, relative à la protection des sites et monuments naturels classés et inscrits ;
- Servitudes relatives au Plan de Prévention Multi-Risques de la Basse vallée de l'Orne.

La carte en page suivante présente les servitudes d'utilité publique des PLU de Caen, de Saint-Contest, de Fleury-sur-Orne et d'Hérouville Saint-Clair au niveau des aires d'étude rapprochées et des aires d'étude immédiates du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a pris en compte ces servitudes.

1.2.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU de Caen

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le PLU de Caen.



Servitudes d'utilité publique

1.3. LE PLU DE SAINT-CONTEST

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune de Saint-Contest a été approuvé le 12/12/2019, puis a fait l'objet d'une modification n°1 approuvée le 27/01/2022.

1.3.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD)

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) de Saint-Contest s'appuie sur les conclusions du diagnostic territorial, véritable "état des lieux" de la commune et outil pour l'identification d'enjeux nécessaires à la construction d'un projet de territoire. C'est donc sur la base de ces conclusions que la municipalité précise dans le PADD la manière dont elle se projette dans l'avenir, et planifie son développement à moyen et long terme.

Le projet de territoire s'appuie sur les grands enjeux suivants :

- Conforter l'identité rurale de Saint-Contest, en préservant la singularité de ses hameaux ;
- Affirmer la place du Bourg comme l'espace de centralité de Saint-Contest ;
- Renforcer la qualité de l'environnementale du cadre de vie Saint-Contestois.

Le PADD informe notamment que pour conforter l'identité rurale de Saint-Contest tout en préservant la singularité de ses hameaux, il est nécessaire de « *conforter Saint-Contest comme basin d'emplois de l'agglomération caennaise* » et de « *prendre en compte les projets d'envergure métropolitaine portés par l'agglomération de Caen* ».

À ce titre, le projet d'extension du tramway de Caen la mer va venir desservir le Sud de Saint-Contest, et ainsi permettre de maintenir le dynamisme et l'attractivité de la commune.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU de Saint-Contest.

1.3.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)

Aucune OAP n'est identifiée au niveau de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.3.3. Prise en compte des emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est identifié au niveau de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.3.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par un seul zonage au PLU de Saint-Contest. Il s'agit du zonage UE, qui correspond aux zones d'activités tertiaires.

Le projet de tramway de Caen la mer s'inscrit dans le cadre des « *constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif* » du PLU de Saint-Contest puisque ce terme regroupe notamment la catégorie des « *constructions et installations nécessaires au fonctionnement des réseaux (transports) […]* ».

D'après l'article 2.1 du PLU de Saint-Contest, sont autorisés dans la zone UE et sous conditions particulières « *les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt général, […] les affouillements et exhaussements du sol […] à condition d'être liés aux ouvrages, travaux, aménagements et constructions autorisés dans le secteur* ».

Le règlement de la zone UE du PLU de Saint-Contest dans lequel s'inscrit le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le projet.

1.3.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU de Saint-Contest

Aucun arbre remarquable, ni haies, ni jardins et espaces verts remarquables protégés au titre du L.151-19 et L.151-23 du code de l'urbanisme n'est identifié au niveau du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.3.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par les nuisances sonores du boulevard du Maréchal Juin.

1.3.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU de Saint-Contest

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le PLU de Saint-Contest.

1.4. PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) D'HEROUVILLE SAINT-CLAIR

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville d'Hérouville Saint-Clair a été approuvé le 02/07/2007. Depuis le 01/01/2017, la Communauté urbaine Caen la mer exerçant la compétence PLU, il relève à ce titre de sa compétence d'engager les procédures d'adaptation des documents d'uranisme communaux.

Depuis son approbation en 2007, le PLU d'Hérouville Saint-Clair a fait l'objet d'une modification approuvée par délibération du conseil communautaire le 15/02/2018, puis d'une seconde modification approuvée le 24/06/2021.

1.4.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD)

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) d'Hérouville Saint-Clair s'appuie sur les 4 enjeux suivants :

- Renforcer l'attractivité d'Hérouville Saint-Clair, second pôle de l'agglomération ;
- Favoriser le renouvellement urbain et la mixité ;
- Hiérarchiser et partager l'espace public ;
- Améliorer la qualité du cadre de vie et préserver l'environnement.

Chacun de ses grands enjeux compte des orientations.

Ainsi, concernant le renforcement de l'attractivité d'Hérouville Saint-Clair, le PADD indique que le développement de la commune se repose sur plusieurs actions, notamment « *le développement de la fonction économique du centre-ville, reposant sur la valorisation du tramway* ». De plus, le PADD indique que « *la présence du tramway permet de répondre plus largement aux besoins de la population et favorise l'arrivée d'entreprises et de visiteurs extérieurs* ».

Pour rappel, le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'accompagne d'une modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » qui vise à ajouter une seconde voie de tramway afin de pouvoir faciliter le fonctionnement du terminus Nord de la ligne T1, et permettre une meilleure fréquence des rames sur l'ensemble de la ligne T1.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU d'Hérouville Saint-Clair.

1.4.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)

Aucune OAP n'est identifiée par le PLU d'Hérouville Saint-Clair au niveau du projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

1.4.3. Prise en compte des emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est identifié au niveau du projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

1.4.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

Les emprises du projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » sont à cheval entre les zones UA et UHa du PLU d'Hérouville Saint-Clair :

- UA : zone urbaine principalement affectée aux activités caractéristiques d'un centre-ville, c'est-à-dire les commerces, bureaux, services, administrations, sans exclure les logements ;
- UHa : zone destinée principalement à recevoir du petit collectif, sans exclure les commerces et services de proximité et les équipements publics nécessaires.

Le projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » vient en complément des ouvrages déjà existants liés au tramway.

Le règlement écrit des zones UA et UHa n'indiquent pas d'éléments allant à l'encontre d'une interdiction ou d'une autorisation sous conditions de constructions d'ouvrages liés au tramway. Pa conséquent, le règlement écrit pour les zonages UA et UHa autorise les travaux liés à la modification du terminus existant.

Le règlement des zones UA et UHa du PLU d'Hérouville Saint-Clair dans lequel s'inscrit le projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » est compatible avec le projet.

1.4.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU d'Hérouville Saint-Clair

Aucun arbre remarquable, ni Espace Boisé Classé (EBC), ni haies, ni jardins et espaces verts remarquables protégés au titre des articles L.151-19 et L.151-23 du Code de l'urbanisme n'est identifié aux abords du terminus « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

1.4.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par la servitude relative aux télécommunications liées à la liaison hertzienne Saint-Désir de Lisieux.

1.4.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU d'Hérouville Saint-Clair

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer, en particulier la modification du terminus Nord de la ligne T1, est compatible avec le PLU d'Hérouville Saint-Clair

1.5. Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Fleury-sur-Orne

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville de Fleury-sur-Orne a été approuvé le 21/09/2006. Depuis, il a fait l'objet d'une révision approuvée le 30/01/2020. La modification n°2 du PLU a été approuvée le 15/12/2022.

Le projet d'ajout de voies de remisage au sein du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne concerne les emprises mêmes du CEMT.

1.5.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD)

La commune de Fleury-sur-Orne compte des services à l'échelle de Caen la mer, dont le CEMT. Le projet d'ajout de voies de remisage n'est pas directement précisé dans le PADD, en revanche la prolongation de la ligne 3, effective depuis la fin août 2022 (terminus « Hauts de l'Orne ») est intégrée dans l'objectif du PADD « *Un territoire d'accueil pour de nouvelles infrastructures de desserte, de réseaux et de communication* ». Cette prolongation du réseau de tramway rentre dans le contexte global du développement des lignes de tramway au sein de Caen la mer, et donc à l'augmentation du nombre de rames afin d'accompagner ce développement.

C'est en raison de la hausse du nombre de rames que l'ajout de voies de remisage est nécessaire au sein du CEMT.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU de Fleury-sur-Orne.

1.5.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation

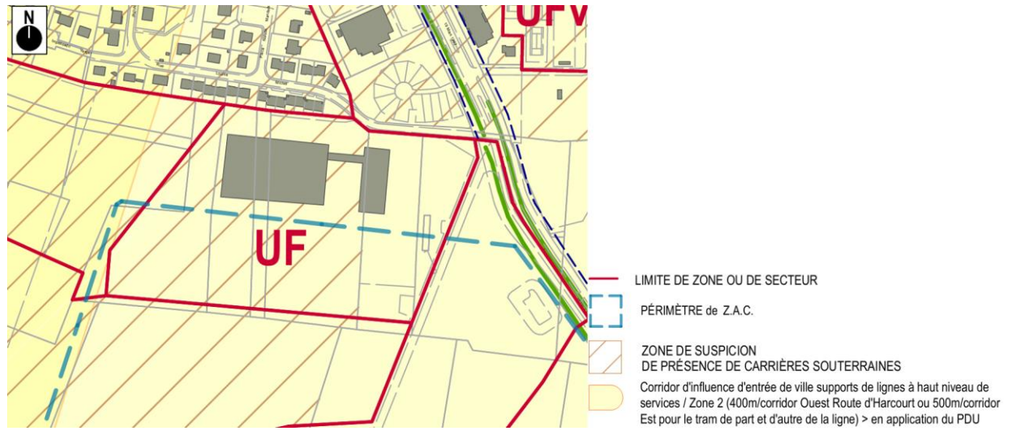
Aucune OAP n'est identifiée au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne.

1.5.3. Prise en compte des emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est identifié aux abords du CEMT de Fleury-sur-Orne.

1.5.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

Le projet d'ajout de voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne prend part au sein des emprises mêmes du CEMT. L'ensemble du CEMT est en zone UF, qui regroupe les espaces réservés à des équipements et espaces publics ou d'intérêt collectif.



Zonage du PLU de Fleury-sur-Orne au niveau du CEMT (source : PLU de Fleury-sur-Orne, Décembre 2022)

Le projet est compatible avec le règlement du PLU de Fleury-sur-Orne.

1.5.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU de Fleury-sur-Orne

Aucun arbre remarquable, ni Espace Boisé Classé, ni haies, ni jardins et espaces verts remarquables protégés au titre du L.151-19 et L.151-23 du Code de l'urbanisme n'est identifié au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne.

1.5.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

Aucune SUP n'est identifiée au sein du CEMT.

1.5.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU de Saint-Contest

Le projet d'ajout de deux voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne est compatible avec le PLU de Fleury-sur-Orne.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

PLU

Authie
Saint-Germain-la-Blanche-Herbe
Carpiquet
Bretteville-sur-Odon
Éterville
Louvigny
Fleury-sur-
Caen
Hérouville-Saint-Clair
Colombelles
Mondeville
Ifs
Cormelles-le-Royal
Grentheville

Limite de commune
Aire d'étude rapprochée
Aire d'étude immédiate
Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)

Ligne de tramway existante :

T1
T2
T3

Zonage PLU :

Zone urbaine
Zone d'urbanisation future à court terme
Zone d'urbanisation future à long terme
Zone agricole
Zone naturelle

Principales prescriptions :

Espace boisé classé
Limitations de la constructibilité pour des raisons environnementales, de risques, d'intérêt général (Zone de carrière)
Emplacement réservé
Patrimoine bâti, paysager ou éléments de paysages à protéger pour des motifs d'ordre culturel, historique, architectural ou écologique
Eléments de continuité écologique et trame verte et bleue
Parties naturelles des sites inscrits ou classés
Voies, chemins, transport public à conserver et à créer
Bâtiment susceptible de changer de destination en zone A ou N



Date : 09/04/2024
Fond de plan : ©IGN
Source : Géoportail de l'Urbanisme

1.6. Plan Local d'Urbanisme intercommunal Habitat et Mobilites (PLUi-HM) Caen la mer

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal Habitat et Mobilités (PLUi-HM) de Caen la mer a été prescrit par délibération en date du 23 mai 2019. Il est actuellement en cours d'élaboration.

En matière de mobilité et de déplacements urbains, le PLUi fixe notamment les objectifs suivants :

- Donner la priorité aux modes de déplacements alternatifs à la voiture en imaginant de nouvelles organisations de la mobilité par la mise en place notamment de systèmes de transports collectifs cadencés ;
- Favoriser le développement des mobilités douces en optimisant les réseaux en place et en permettant un maillage plus fort à l'échelle communautaire ;
- Proposer des solutions face à l'émergence de nouveaux modes de transports ;
- Envisager une offre de transport complémentaire pour renforcer l'attractivité touristique du territoire, en améliorant l'offre de transport collectif, ainsi que le maillage doux (piéton/cyclable).

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du PLUi-HM de Caen la mer a fait l'objet d'une délibération en date du 6 juillet 2023. Une des lignes forces de ce projet est de *« faciliter le développement des mobilités durables pour tous sur l'ensemble du territoire »*.

Cette ligne force se décline en plusieurs axes que sont :

- Développer un réseau de mobilités qui accompagne l'armature territoriale et en favorise le bon fonctionnement ;
- Organiser la transition vers des mobilités décarbonées et multimodales ;
- Organiser un développement urbain favorisant la marche et la pratique du vélo ;
- Réduire l'usage individuel de la voiture par le développement du covoiturage et de l'autopartage.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer constitue une réponse aux enjeux et aux objectifs affirmés par le PADD du PLUi-HM de Caen la mer. Il permettra de conforter le réseau du centre urbain de Caen tout en offrant des liaisons efficaces vers l'Ouest de l'agglomération. Le report modal sera favorisé, grâce à un réseau de tramway étendu et un réseau de bus plus performant. Afin de développer l'intermodalité, des parkings relais seront proposés en entrée de ville en lien avec le réseau de tramway étendu.

En ce qui concerne les mobilités douces (marche à pied, vélo), le réseau cyclable sera doté d'un maillage plus fin, afin de desservir les quartiers de l'Ouest de Caen par des aménagements continus et sécurisés.

2. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION

2.1. Schema Regional d'Amenagement, de Developpement Durable et d'Égalite des territoires (SRADDET) de Normandie

Prévu par la loi NOTRe (loi sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République du 7 août 2015), le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalite des Territoires (SRADDET) de la région Normandie a été adopté par la Région en 2019 et approuvé par le préfet de la Région Normandie le 2 juillet 2020.

Ce schéma fusionne plusieurs documents sectoriels ou schémas existants : le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SRADDT), le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD), le Schéma Régional de l'Intermodalité (SRI), le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) et le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE).

Le SRADDET Normandie se fixe les 9 objectifs suivants :

- Préciser les objectifs à atteindre au regard de l'intitulé du schéma ;
- S'inscrire dans une logique prospective, stratégique et innovante ;
- Consolider la place de carrefour de la Normandie ;
- Conforter le maillage du territoire pour répondre aux besoins des habitants ;
- Créer les conditions du développement durable ;
- Poursuivre la démarche itérative de co-construction ;
- Privilégier l'innovation et l'expérimentation ;
- S'appuyer sur la mise en œuvre des objectifs régionaux préalablement définis ;
- Être en capacité d'intégrer les approches développées par l'ensemble des acteurs du territoire.

Ces objectifs se déclinent ensuite en 74 actions. Ci-après sont présentés sommairement les objectifs en lien avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer.

SRADDET Normandie			Extension du tramway de Caen la mer
Objectifs	**Sous-objectifs**	**Texte**	**Compatibilité**
Objectif 38 - Repenser la ville pour ses habitants	Qualité de vie et réduction du bruit	Promouvoir les transports en commun	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de densifier l'offre de transport en commun au sein de l'agglomération caennaise, et ainsi réduire le débit de circulation en promouvant l'utilisation du tramway et des déplacements doux pour réduire l'impact sonore automobile en centre-ville.
	Aider aux rénovations et adaptations dans les centres-villes	Favoriser des cheminements facilités par des transports en commun	Le passage du tramway permettra d'accompagner la transformation du secteur à l'Ouest de l'Hôtel de Ville de Caen avec l'aménagement de nouveaux espaces publics.
Objectif 42 – Améliorer l'offre de mobilité	Définir une offre de qualité	-	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer vient densifier l'offre de transport en commun de l'agglomération caennaise et apporte de nouvelles possibilités de déplacements cyclables et piétonniers sécurisés.
Objectif 43 – Créer les conditions d'une intermodalité efficace	Favoriser le report modal de la voiture vers les transports en communs et les autres modes alternatifs	Développer des pôles d'échanges multimodaux intégrés à la ville (notamment aux abords des gares et haltes ferroviaires) et accessibles à tous	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer favorise le report modal de la voiture vers le tramway grâce aux parkings-relais proposés en entrée de ville et à proposer des grands équipements de Caen (palais des sports et Zénith). Les déplacements modes doux seront continus, sécurisés, en interface avec le nouveau tramway.
		Faciliter le passage d'un mode à l'autre aussi bien dans les grandes agglomérations quand dans les villes moyennes et les espaces ruraux	
Objectif 44 – Favoriser de nouvelles pratiques dans les zones peu denses	Développer une offre adaptée en zone peu dense	Garantir l'égalité de tous les territoires normands dans la connexion et l'accès à des services de mobilité adaptés contribuant à construire une région plus solidaire	La branche Ouest du futur réseau de tramway regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs. L'exploitation est envisagée via une branche Ouest qui desservira le secteur Beaulieu et une branche Nord-Ouest vers le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest. Cette branche participe au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.
Objectif 69 – Réduire les consommations énergétiques et les émissions de GES	Promouvoir la réduction et l'efficacité des déplacements	Il s'agit de réduire les déplacements et d'utiliser des modes de déplacements plus efficaces en privilégiant […] les transports en commun.	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de réduire la pollution atmosphérique grâce au report modal de la voiture au tramway et à l'encouragement à l'utilisation de modes de déplacements doux (itinéraires cyclables et cheminements piétonniers sécurisés, agréables et continus).
Objectif 71 – Améliorer la qualité de l'air régionale en mobilisant tous les secteurs d'activités	Réduire l'exposition de la population, notamment la population sensible	Intégrer les préoccupations de la qualité de l'air dans le choix de localisation des nouveaux sites d'activités en recherchant la proximité des dessertes en transports en commun	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de réduire la pollution atmosphérique grâce au report modal de la voiture au tramway et à l'encouragement à l'utilisation de modes de déplacements doux.

SRADDET Normandie			Extension du tramway de Caen la mer
Objectifs	**Sous-objectifs**	**Texte**	**Compatibilité**
	Réduire les risques de surexposition à la pollution routière en respectant les valeurs limites du NO2 et des PM10 à proximité du trafic	Favoriser les mobilités durables en développant les modes de transport peu polluants (transports en commun) et améliorer les reports modaux rapides	

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans les objectifs du SRADDET Normandie et est compatible avec celui-ci.

2.2. Plan de Deplacements Urbains (PDU) 2013-2018 de Caen la mer

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) est le document qui organise les mobilités sur le territoire de l'agglomération caennaise pour une période de 10 ans. Il doit prendre en compte l'ensemble des modes de déplacement et concerne aussi bien le transport de marchandises que celui des personnes.

Le PDU de Caen la mer en vigueur a été approuvé le 19 novembre 2013 pour la période 2013-2018. Ce document comportait une vision à moyen terme, en considérant des actions à mener à l'horizon 2030.

Dans le domaine de la multimodalité, l'optimisation du réseau de transports collectifs, le développement des alternatives à l'autosolisme, le développement des itinéraires cyclables et la restructuration des entrées de ville, en particulier au niveau du quartier du Chemin Vert et du boulevard Georges Pompidou, constituaient déjà des axes d'actions concrètes à mener.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit donc pleinement dans les objectifs en matière de multimodalité affirmés par le PDU de Caen la mer.

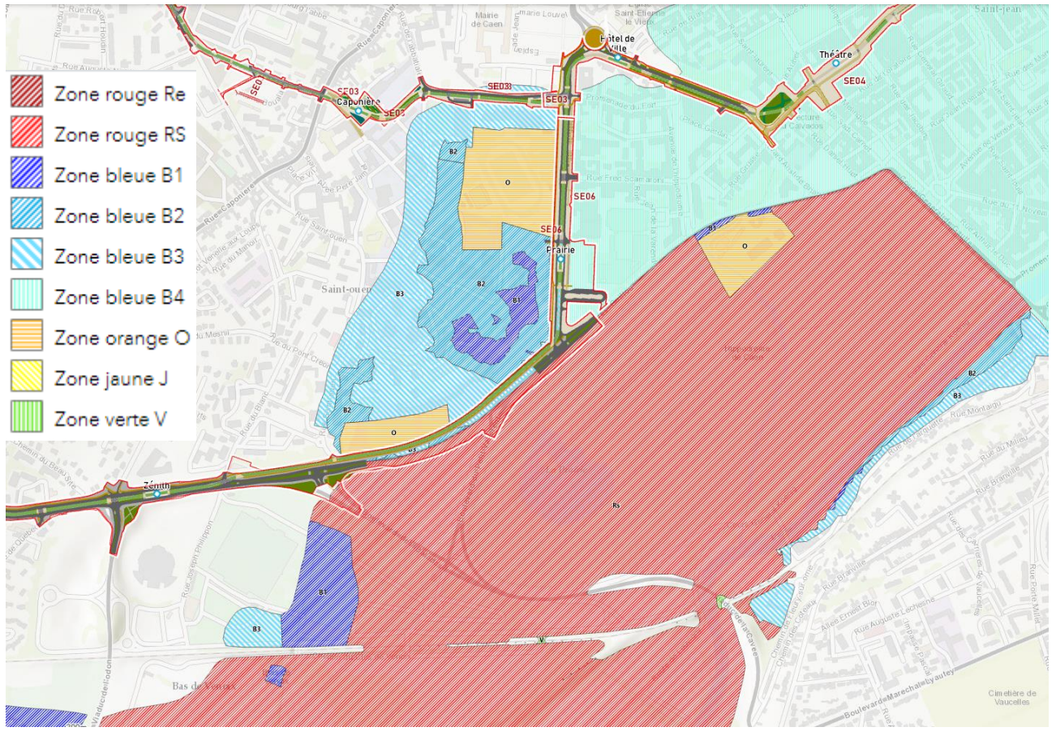
2.3. Le Plan de Prevention des Risques Majeurs (PPRM) de la basse vallee de l'Orne

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est concerné par le risque inondation par débordement lent de cours d'eau identifié au sein du Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne, approuvé le 10 août 2021.

Le règlement associé définit les mesures qui s'imposent à tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'activité existants ou futurs, qu'ils soient soumis ou non à une autorisation d'urbanisme.

Le projet d'extension du tramway s'inscrit sur ou à proximité d'emprises de voiries inscrites en zone bleue du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne :

- « Zone bleue B2 », au niveau des espaces publics du lycée Malherbe ;
- « Zone bleue B4 ».



Superposition du projet au zonage réglementaire du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne

En zone bleue, le règlement du PPRM indique que *« sous réserve du respect d'autres législations en vigueur […] sont admis les modes d'occupation et travaux suivants : […] les implantations nouvelles d'ouvrages d'infrastructures liées au transport terrestre, y compris les installations, locaux techniques et équipements nécessaires à leur fonctionnement »*.

En zones bleues B1, B2, B3 et B4, « *Sont interdits les constructions nouvelles, extensions, dépôts, installations, activités et aménagements de toute nature, à l'exclusion de ceux visés dans la partie II suivante. En particulier et de manière non exhaustive, sont interdits :*

[…]

- *les remblais de toute nature, à l'exclusion de ceux liés à des modes d'occupation des sols et travaux admis sous conditions dans la partie II du présent chapitre ;*
- *les affouillements non temporaires du terrain naturel, à l'exclusion de ceux liés à des modes d'occupation des sols et travaux admis sous conditions dans la partie II du présent chapitre ;*

[…]

Sous réserve du respect d'autres législations en vigueur, et du respect des dispositions constructives […], ***sont admis*** *les modes d'occupation et travaux suivants : […]* ***les implantations nouvelles d'ouvrages d'infrastructures liées au transport terrestre****, y compris les installations, locaux techniques et équipements nécessaires à leur fonctionnement*. »

Les impacts et mesures liés au risque inondation sont détaillés au chapitre 9.1. de la Partie 6 relative aux incidences notables du projet et des travaux (mesures ERC).

2.4. Le Schema Directeur d'Amenagement et de Gestion des Eaux du bassin de la Seine et des cours d'eau cotiers normands 2022-2027

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est un outil de planification institué par la loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992 instaurant l'eau et les milieux aquatiques comme fragiles et communs à tous.

Le projet est soumis aux dispositions du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027, approuvé par arrêté préfectoral du 23 mars 2022 et entré en vigueur le 6 avril 2022. Il s'inscrit dans l'unité hydrographique « Bocages normands ».

Le SDAGE fixe les orientations fondamentales suivantes :

- Orientation fondamentale 1 : Des rivières fonctionnelles, des milieux humides préservés et une biodiversité en lien avec l'eau restaurée ;
- Orientation fondamentale 2 : Réduire les pollutions diffuses en particulier sur les aires d'alimentation de captages d'eau potable ;
- Orientation fondamentale 3 : Pour un territoire sain, réduire les pressions ponctuelles ;
- Orientation fondamentale 4 : Assurer la résilience des territoires et une gestion équilibrée de la ressource en eau face au changement climatique.
- Orientation fondamentale 5 : Agir du bassin à la côte pour protéger et restaurer la mer et le littoral.

Plusieurs dispositions du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 concernent le projet d'extension du tramway de Caen la mer et sont développées ci-après.

Disposition 1.3.1. Mettre en œuvre la séquence ERC en vue de préserver la biodiversité liée aux milieux humides (continentaux et littoraux) des altérations dans les projets d'aménagement

- « ***Les travaux et projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la loi sur l'eau*** *(article L.214-1 du Code de l'environnement), à autorisation ou à enregistrement au titre des installations classées pour l'environnement (article L 511-1 du Code de l'environnement), à autorisation environnementale unique,* ***doivent être compatibles avec l'objectif de protection et de restauration des milieux aquatiques et des zones humides, ce qui implique une cartographie des zones humides dans leurs dossiers d'étude d'impact, d'étude d'incidence environnementale ou de document d'incidence afin d'éviter ces zones humides*** *pour les préserver*. »
- De plus, la disposition stipule que *« Les maîtres d'ouvrages de projets (aménageurs, EPCI, établissements publics, etc.) veillent à* ***mettre en œuvre la séquence ERC conformément à la doctrine nationale et à ses déclinaisons sectorielles****, pour garantir l'absence de perte nette de biodiversité. »*

La seule zone humide potentielle relevée dans l'aire d'étude correspond au site de la Prairie de Caen. Des inventaires zones humides sur les critères pédologiques, de végétation et sur les fonctionnalités ont été effectués lors de la réalisation de la présente étude d'impact.

Afin d'éviter tout impact sur la zone humide de la Prairie, le projet a fait l'objet d'adaptations en phase de conception. L'insertion retenue a consisté à décaler les emprises du projet, au Nord du boulevard Yves Guillou, en partie dans l'enceinte du lycée Malherbe. Ainsi, le projet permet également de ne pas modifier le cours d'eau La Noé et sa berge.

De manière générale, la séquence ERC a été mise en œuvre dans le cadre du projet. Pour mémoire les mesures d'évitement sont présentées au chapitre 3.3. de la Partie 6 de la présente étude d'impact.

Disposition 1.3.2. Accompagner la mise en œuvre de la séquence ERC sur les compensations environnementales

« *Les maîtres d'ouvrages, porteurs de projets d'aménagement sont invités à collaborer avec les collectivités territoriales et leurs groupements, la CLE des SAGE et les acteurs locaux afin d'élaborer des mesures d'accompagnement permettant de garantir l'efficacité de la séquence ERC. […]*

Afin de concilier l'application de la séquence ERC avec la préservation du foncier agricole, les acteurs locaux sont invités à élaborer une charte relative à la mise en œuvre de la séquence ERC sur les milieux naturels et agricoles en particulier pour les grands projets. »

La démarque ERC est appliquée, comme le prévoit le Code de l'environnement, dans le cadre de la conception du projet d'extension du tramway de Caen la mer, ainsi qu'au cours de la phase travaux. L'ensemble des mesures ERC sont présentées en Partie 6 de la présente étude d'impact.

Disposition 2.3.4. Généraliser et pérenniser la suppression du recours aux produits phytosanitaires et biocides dans les jardins, espaces verts et infrastructures

« *Les […] propriétaires et gestionnaires d'infrastructures (routes, voies ferrées […] sont invités à* ***supprimer l'utilisation des produits phytosanitaires et biocides sur l'ensemble des espaces dont ils sont gestionnaires, d'ici fin 2025*** *[…]. Ils s'appuient sur des plans de désherbage qui prévoient une gestion différenciée des espaces en identifiant les zones à risque qui ne doivent, en aucun cas, être traitées chimiquement (zones imperméabilisées, accès du public, etc.), les espaces verts pouvant faire l'objet d'aménagement et d'une gestion plus « naturelle ». Ces acteurs organisent l'utilisation des techniques alternatives par leur personnel et leurs sous-traitants et promeuvent le développement d'aménagements permettant de limiter le recours aux produits phytosanitaires*. »

La Communauté urbaine Caen la mer s'est engagée dans la démarche « 0 pesticide » au travers de plusieurs actions, notamment :

- La mise en place d'un plan de gestion différenciée du désherbage ;
- L'utilisation de techniques alternatives au désherbage chimique (désherbeurs thermiques, à vapeur ou à gaz, bineuses mécaniques, binettes, paillage des massifs, plantes couvre-sol, balayage préventif des trottoirs, etc.).

De fait, aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé pour l'entretien des espaces verts et pelouses du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Disposition 3.1.2. Intégrer les objectifs de réduction des micropolluants dans les programmes, décisions et documents professionnels

« *Les […] maîtres d'ouvrages publics et privés […] sont invités à prendre en compte les objectifs de réduction des micropolluants […] par exemple lors de l'élaboration des documents suivants :*

- *les cahiers des charges d'entretien des espaces verts […] ;*

[…]

- *les programmes des projets de construction : Pour les nouveaux aménagements urbains, il est fortement conseillé d'inciter aménageurs et promoteurs à choisir les matériaux les moins polluants et à éviter l'utilisation de matériaux qui sont les sources de polluants rencontrés majoritairement dans le bassin (par exemple le zinc)* ».

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer sera sans incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles et souterraines compte tenu des dispositifs envisagés pour réduire les pollutions efficacement. La pollution chronique sera traitée par décantation ou filtration de matières en suspension dans les regards, qui seront pourvus d'une sur-profondeur et d'une cloison siphoïde et d'un filtre à sable. Pour éviter la stagnation des eaux dans les fonds de regard, ceux-ci seront poreux afin de permettre leur vidange par infiltration sur les zones favorables à l'infiltration. Dans ce cas, ils seront équipés d'un géotextile pour permettre l'aspiration des Matières En Suspension (MES) sans détérioration du fond drainant.

Ce système permettra aussi d'éviter la prolifération des moustiques car l'eau ne stagne pas dans la structure.

Quant aux aires de stationnement du projet (parkings-relais), des revêtements favorisant l'infiltration des eaux pluviales seront privilégiés : de type stabilisé pour les voiries des allées des places de stationnement et de type dalles engazonnées pour les emplacements de stationnement. Ainsi, il sera fait recours à un système drainant en multicouche. Ce type de structure a la capacité de retenir et filtrer l'eau pendant qu'elle s'infiltre. De manière à protéger l'environnement, les éventuels polluants sont ainsi retenus dans les substrats du multicouche.

Les précautions prévues en phase chantier contribueront également à préserver la qualité des eaux.

Enfin, aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé pour l'entretien des espaces verts et pelouses du projet d'extension du tramway de Caen la mer (engagement de la Communauté urbaine Caen la mer dans la démarche « 0 pesticide » au travers de plusieurs actions, notamment la mise en place d'un plan de gestion différenciée du désherbage et l'utilisation de techniques alternatives au désherbage chimique).

Disposition 3.2.1. Gérer les déversements dans les réseaux des collectivités et obtenir la conformité des raccordements aux réseaux

« *[…] pour les nouveaux projets de construction, d'extension ou d'aménagement ou les opérations de renouvellement urbain, les eaux pluviales soient gérées à la source, au plus près de là où ces eaux tombent, sans raccordement direct ou indirect au réseau public, a minima pour les pluies courantes et que les eaux pluviales et les eaux usées soient gérées de manière distincte* ».

Les principes de gestion des eaux pluviales sont présentés dans la disposition 3.2.6.

Disposition 3.2.6. Viser la gestion des eaux pluviales à la source dans les aménagements ou les travaux d'entretien du bâti

« Les aménageurs sont invités à :

- ***prendre en compte la gestion des eaux pluviales dès le début de la conception du projet** et tout au long de son exécution, en intégrant les compétences nécessaires en hydrologie et écologie dans l'équipe de conception ;*
- ***concevoir des projets permettant de gérer les eaux pluviales au plus près de là où elles tombent en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol** (noues, bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, etc.) **ou les toitures végétalisées et en considérant l'eau pluviale comme une ressource pour l'alimentation des espaces verts**. Pour ce faire, l'imperméabilisation des sols doit être limitée, les rejets en réseaux a minima pour des pluies courantes évités et les modalités de gestion intégrée des eaux pluviales envisagées pour le stockage et l'infiltration des eaux pluviales sur l'emprise du projet précisées ;*
- ***vérifier que les travaux conduits sont réalisés dans le respect des objectifs de réduction des volumes d'eaux pluviales collectées**.*

Par ailleurs, afin de prévenir le risque inondation par ruissellement pluvial et par débordement de réseaux d'assainissement, les impacts éventuels de tout projet d'aménagement soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0 de l'article R.214-1 du Code de l'environnement relative aux rejets d'eaux pluviales dans le milieu, en l'absence d'alternative d'évitement avérée, doivent être réduits en respectant cumulativement les principes et objectifs suivants :

- *le débit spécifique issu de la zone aménagée proposé par le pétitionnaire, en l'absence d'objectifs précis fixés par une réglementation locale (SAGE, règlement sanitaire départemental, SRADDET, SCoT, PLU, zonages pluviaux, etc.), doit être inférieur ou égal au débit spécifique du bassin versant intercepté par le périmètre du projet ;*
- *la neutralité hydraulique du projet du point de vue des eaux pluviales doit être le plus possible recherchée pour toute pluie de période de retour inférieure à 30 ans, sans que cette recherche s'opère au détriment de l'abattement des pluies courantes.*

Enfin, pour des pluies de période de retour supérieure à 30 ans ou si la neutralité hydraulique du projet n'est pas atteinte pour des pluies de période de retour inférieure à 30 ans, considérant les impacts du projet d'aménagement qui ne pourront pas être réduits, les effets du projet devront être analysés et anticipés (identification des axes d'écoulement, parcours de moindre dommage, identification des zones susceptibles d'être inondées). Les modalités envisagées de gestion des eaux pluviales intégrées à l'aménagement urbain pour assurer l'infiltration et le stockage des eaux pluviales sur l'emprise du projet (noues, bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, etc.) ne doivent pas être comptabilisées au titre des mesures compensatoires proposées par le pétitionnaire pour compenser les impacts des aménagements (installations, ouvrages, remblais) dans le lit majeur des cours d'eau sur l'écoulement des crues, ceux-ci étant susceptibles d'être déjà remplis à l'arrivée de la crue.

Lors de leurs travaux et entretiens, les collectivités et les autres entreprises et acteurs économiques dont architectes, bureaux d'études, bailleurs sociaux, gestionnaires d'infrastructures de transports, particuliers sont invités à :

- ***viser l'objectif de « zéro rejet d'eaux pluviales » vers les réseaux ou le milieu naturel a minima lors des pluies courantes, en favorisant les solutions fondées sur la nature, notamment la végétalisation de l'espace avec des végétaux adaptés ;***
- *évaluer **les possibilités de dé-raccordement des eaux pluviales, de non imperméabilisation et de désimperméabilisation ;***
- *réaliser les travaux concourant aux objectifs précités.*

*Les collectivités, gestionnaires d'infrastructures de transport et de bâti et sites industriels sont encouragés à **éviter les émissions de polluants dans les eaux de ruissellement lors des opérations de construction et d'entretien […] des infrastructures de transport, des espaces verts, etc**. Ils sont invités pour cela à utiliser et faire utiliser des matériaux de construction, ou produits d'entretien du bâti, aussi neutres que possible (comme la tuile en terre cuite, le verre, l'ardoise, la pierre, etc.).*

*Ces acteurs sont invités **à végétaliser sans délai les terres mises à nu, si nécessaire pour les secteurs les plus à risque l'érosion (talus) par projection de produit de type substrat nourricier et graines, fixant de ce fait les terres en place**. »*

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer prévoit l'ensemble des dispositions nécessaires à l'aménagement sans impacter l'aval des exutoires, en termes de débit. En effet, les eaux pluviales de la plateforme tramway et les abords immédiats **seront gérées par infiltration et régulation à la parcelle pour une pluie cinquantennale**. Une infiltration est également envisagée pour les eaux de ruissellement sur la piste cyclable pour des pluies faibles courantes (< 6mm). Les ruissellements des autres surfaces (voiries, parkings, trottoirs) continueront à être évacués vers le réseau pluvial de la ville.

Par ailleurs, la création d'emprises enherbées supplémentaires par rapport à la situation actuelle, le long des voiries, servira à recueillir les ruissellements latéraux directs et permettra l'infiltration des eaux. Ainsi les surfaces génératrices de ruissellement qui actuellement rejoignent directement le réseau pluvial de la collectivité sans tamponnement seront diminuées.

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation d'impact envisagées pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer font que ce dernier ne portera pas

atteinte aux milieux aquatiques et aux usages de l'eau. Il est donc compatible avec le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027.

2.5. Le schema d'amenagement et de gestion des eaux (SAGE) Orne aval et Seulles

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est un outil de planification visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Déclinaison du SDAGE à une échelle plus locale, il vise à concilier la satisfaction et le développement des différents usages (eau potable, industrie, agriculture, ...) et la protection des milieux aquatiques, en tenant compte des spécificités d'un territoire. Délimité selon des critères naturels, il concerne un bassin versant hydrographique ou une nappe. Il repose sur une démarche volontaire de concertation avec les acteurs locaux.

Le territoire de la Communauté urbaine Caen la mer est concerné par le SAGE Orne aval et Seulles, approuvé le 18 janvier 2013. D'une superficie de 1 240 km², ce SAGE s'étend sur 238 communes du département du Calvados pour 345 000 habitants et comprend :

- L'aval du bassin versant de l'Orne, représentant 56% du territoire de SAGE ;
- Le bassin versant de la Seulles, représentant 35% du territoire de SAGE ;
- Les bassins versants des petits fleuves côtiers représentant 9% du territoire de SAGE.

Le territoire héberge un linéaire de 820 km de cours d'eau et ruisseaux et s'étend sur 40 km de façade littorale.

Le règlement du SAGE Orne aval et Seulles établit 5 règles :

- Règle 1 : Nouveaux rejets d'eau pluviale ;
- Règle 2 : Maîtrise du phosphore dans les rejets d'effluents domestiques (station d'épuration supérieure à 200 équivalents-habitants) dans les milieux sensibles ;
- Règle 3 : Maîtrise du phosphore pour les rejets d'effluents industriels dans les milieux sensibles ;
- Règle 4 : Transparence aux crues morphogènes ;
- Règle 5 : Plans d'eau.

Ces règles font échos aux objectifs généraux du SAGE :

- Objectif A : Préserver et mieux gérer la qualité des ressources en eau ;
- Objectif B : Assurer un équilibre quantitatif entre les prélèvements et la disponibilité de la ressource en eau ;
- Objectif C : Agir sur la morphologie des cours d'eau et la gestion des milieux aquatiques et humides pour améliorer leur état biologique ;
- Objectif D : Renforcer la prise en compte de la biodiversité côtière, estuarienne et marine ;
- Objectif E : Limiter et prévenir le risque d'inondations.

Les objectifs généraux du SAGE sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Objectifs généraux	Objectifs	Prise en compte dans le cadre du projet
Préserver et mieux gérer la qualité des ressources en eau	Sécuriser la qualité de l'eau à long terme	Projet non concerné par cette disposition
	Maîtriser les impacts négatifs du ruissellement	Le traitement des eaux de ruissellement du projet aura une incidence positive sur la qualité des eaux souterraines, qui seront ainsi moins exposées à la pollution.
	Adapter la qualité des rejets ponctuels à la sensibilité des milieux aquatiques	Projet non concerné par cette disposition
	Maîtriser les rejets d'origine agricole	Projet non concerné par cette disposition
	Réduire les pollutions en substances dangereuses non agricoles à la source	Projet non concerné par cette disposition
	Maîtriser les risques de contamination liés aux activités portuaires	Projet non concerné par cette disposition
Assurer un équilibre quantitatif entre les prélèvements et la disponibilité de la ressource en eau	Mettre en œuvre une gestion collective des prélèvements sur la Masse d'eau du Bajo-Bathonien	Projet non concerné par ces dispositions
	Sécuriser quantitativement l'alimentation en eau potable	Le captage d'alimentation en eau potable « Prairie 1 » est identifié à proximité immédiate du projet (boulevard Yves Guillou, Prairie). Toutefois, le réseau de collecte étanche permettra de se prémunir de toute pollution des eaux souterraines. Des mesures de prévention de pollution des eaux souterraines sont également mises en place.
	Assurer la cohérence entre politiques de développement et ressource disponible	Projet non concerné par ces dispositions
	Développer les économies d'eau	Le projet prévoit la végétalisation d'un linéaire important de la plateforme du

Objectifs généraux	Objectifs	Prise en compte dans le cadre du projet
		tramway (environ 80%). Les mélanges herbacés qui seront semés ne nécessiteront pas d'arrosage.
Agir sur la morphologie des cours d'eau et la gestion des milieux aquatiques et humides pour améliorer leur état biologique	Lutter contre les nouvelles dégradations et restaurer de l'équilibre hydro morphologique des cours d'eau	Projet non concerné par ces dispositions
	Adapter la gestion des berges et de leur végétation	Projet non concerné par ces dispositions
	Réduire les impacts des ouvrages hydrauliques	Projet non concerné par ces dispositions
	Améliorer la gestion des étiages sur l'Orne	Projet non concerné par ces dispositions
	Lutter contre la dégradation et mieux gérer les zones humides de fonds de vallées	Projet non concerné par ces dispositions
	Réduire les impacts des plans d'eau perturbants	Projet non concerné par ces dispositions
	Adapter les pratiques de gestion piscicole et de pêche en rivière et plan d'eau	Projet non concerné par ces dispositions

Thème	Objectifs	Prise en compte dans le cadre du projet
Renforcer la prise en compte de la biodiversité côtière, estuarienne et marine	Protéger la biodiversité dans les projets d'aménagement	Le projet intègre des mesures d'évitement, de réduction et de compensation dans le cadre de la préservation de la biodiversité.
	Adapter les modalités de gestion hydraulique des milieux humides	Projet non concerné par ces dispositions
	Renforcer la cohérence terre-mer dans les décisions d'aménagement, la gestion des usages et des milieux	Projet non concerné par ces dispositions
Limiter et prévenir le risque d'inondations	Gérer les inondations à l'échelle du bassin	Le projet prend en compte le risque inondation. Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, ainsi qu'une mesure de compensation qui consiste en le décaissement d'une zone située dans le lit majeur de l'Orne à proximité du projet (amont hydraulique).
	Améliorer la connaissance et la conscience des risques inondations et les dispositifs d'alerte	Projet non concerné par ces dispositions
	Maîtriser l'urbanisation en zone inondable	Le projet prend en compte le risque inondation. Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, ainsi qu'une mesure de compensation qui consiste en le décaissement d'une zone située dans le lit majeur de l'Orne à proximité du projet (amont hydraulique).
	Limiter l'imperméabilisation des sols	Le projet s'inscrit en contexte urbain, en grande partie sur des voiries déjà existantes et donc entièrement revêtues. Les aménagements projetés permettent d'envisager une désimperméailisation des sols qui est de l'ordre de 4,5 ha.
	Préservation des zones d'expansion des crues	Le projet prend en compte le risque inondation. Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, ainsi qu'une mesure de compensation qui consiste en le décaissement d'une zone située dans le lit majeur de l'Orne à proximité du projet (amont hydraulique).
	Concilier la protection des biens et des personnes par des ouvrages de protection locale avec les enjeux écologiques	Projet non concerné par cette disposition

Compatibilité du projet avec le SAGE Orne aval et Seulles

Compte-tenu de la nature du projet, des dispositifs adoptés et des mesures liées à la préservation des eaux superficielles et souterraines, le projet est donc compatible avec les orientations du SAGE Orne aval et Seulles.

2.6. LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION DANS LE DOMAINE DE L'AIR ET DE LA SANTE

2.6.1. Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE)

Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) de Basse-Normandie a été approuvé par le préfet de région le 30/12/2013. Ce document stratégique est élaboré conjointement par l'État et la Région et fixe à l'échelle régionale et aux horizons de 2050 une amélioration de 20% de l'efficacité énergétique, une réduction de 25% des émissions de gaz à effet de serre et une participation des énergies renouvelables à hauteur de 31% des consommations régionales.

Les orientations du SRCAE qui peuvent s'appliquer au projet sont notamment les orientations liées aux transports en commun (renforcer l'offre de transport en commun en améliorant l'offre par la fiabilité, le cadencement et la fréquence).

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer vise justement à développer le réseau de transports en commun de l'agglomération caennaise et d'augmenter le cadencement et la fréquence des circulations.

Le projet est compatible avec les orientations du SRCAE de Basse-Normandie.

2.6.2. Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) Caen Normandie Métropole

Par délibération du 16 juin 2023, le Comité syndical a approuvé l'élaboration du PCAET Caen Normandie Métropole.

Le PCAET porte un projet de développement durable qui vise notamment à réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) au niveau local, pour atteindre les objectifs que la France s'est fixée au niveau national, à savoir réduire ses émissions de GES de 40% d'ici 2030 (par rapport à 1990) et atteindre la neutralité carbone en 2050.

Le projet d'extension du tramway de Caen s'inscrit dans le cadre d'un objectif général de limitation des émissions de gaz à effet de serre, en contribuant aux actions suivantes :

- « Favoriser la multimodalité par l'intermodalité » ;
- « Renforcer l'offre de transports collectifs structurants sur le territoire ».

Le report du trafic automobile vers le tramway (nouvelles voies de tramway et parkings-relais) et la diminution des kilomètres parcourus par les bus urbains confèrent une plus-value environnementale au projet, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre en phase d'exploitation du futur réseau de tramway.

Les émissions de gaz à effet de serre seront également diminuées en raison de l'utilisation plus importante de modes de déplacements doux de type cyclables et piétonniers.

Le projet ayant vocation à favoriser le report modal vers le tramway et à renforcer l'offre de transports collectifs structurants à Caen la mer, il respecte les orientations du PCAET.

PARTIE 10. SPECIFICITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

1. CONSEQUENCES PREVISIBLES DU PROJET D'EXTENSION DU TRAMWAY DE CAEN LA MER SUR LE DEVELOPPEMENT DE L'URBANISATION

1.1. TYPOLOGIE DES ESPACES TRAVERSES

Les secteurs dans lesquels s'insère le projet représentent en enjeu de développement urbain fort du territoire de la Communauté urbaine au regard tant de la réalisation d'équipements à rayonnement métropolitain et d'aménagements majeurs, comme le Palais des sports inauguré en août 2023, le nouveau quartier de la Presqu'île, dont l'aménagement est partiellement réalisé, ou encore le développement à venir de la ZAC Beaulieu, et qui renforcent la compétitivité économique, l'attractivité et le rayonnement de Caen la mer.

Le corridor Est-Ouest est apparu comme la priorité d'action avec la volonté d'améliorer et de renforcer l'offre de transport en proposant un tramway depuis l'Ouest pour desservir les quartiers d'habitat denses et de développement Saint-Contest / Chemin Vert d'une part, et Beaulieu d'autre part, pour rejoindre le centre-ville de Caen, puis se prolonger à l'Est jusqu'à l'écoquartier en développement de la Presqu'île.

Composée de deux branches, l'extension Ouest des lignes de tramway répond à de nombreux enjeux et apparait prioritaire à plusieurs égards. Ce projet regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs. L'exploitation est envisagée via une fourche qui desservirait le secteur Beaulieu et le secteur de Saint-Contest, situé au-delà du périphérique après le quartier du Chemin Vert. Cette branche participe au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.

En effet, le quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert est très peuplé et où la demande d'accessibilité y est importante. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer permettrait le désenclavement et l'émergence de nouveaux commerces dans le quartier du Chemin Vert, en parallèle d'urbanisation prévisible du secteur qui devrait augmenter après la mise en place du projet. Actuellement, des projets sont à venir avec la requalification du site Jacquard (rue Molière) ou la construction d'un ensemble immobilier (rue de Berry).

De plus, plus au Nord encore, la commune de Saint-Contest sera également reliée à la ville de Caen. Cette liaison favorisera la desserte du Parc d'activités Athéna où de nombreuses entreprises sont installées en 2024, tout en désengorgeant la zone de l'usage de la voiture.

À l'Ouest, le quartier de Beaulieu se retrouvera aussi desservi par le tramway. Secteur calme, le quartier compte plusieurs écoles et de nombreux commerces déjà installés de part et d'autre du boulevard Pompidou, sans compter la présence du stade d'Ornano, équipement sportif majeur de l'agglomération caennaise.

1.2. EFFETS DU PROJET

L'aménagement de l'extension de tramway vers l'Ouest et le Nord de l'agglomération à Caen et ses projets connexes facilitera de manière significative l'accessibilité aux quartiers traversés (Centre-Ville, Haie Vigné, Lorge, Chemin Vert, Beaulieu, etc.), accompagnera les projets urbains dans ces quartiers, et proposera une offre de transports robuste pour accéder au centre-ville de Caen depuis le Nord et l'Ouest de l'agglomération, ainsi qu'aux équipements publics majeurs que sont l'Hôtel de Ville, le stade d'Ornano, le Zénith, le Parc des Expositions, le Palais des Sports ou encore le lycée Malherbe.

La desserte en transport en commun et l'amélioration de l'accessibilité par un réseau structurant de transport en commun seront des facteurs favorables à l'urbanisation et au développement urbain. Le projet s'inscrit ainsi en cohérence avec les documents de planification (PLU communaux, SCoT Caen Normandie Métropole, etc.).

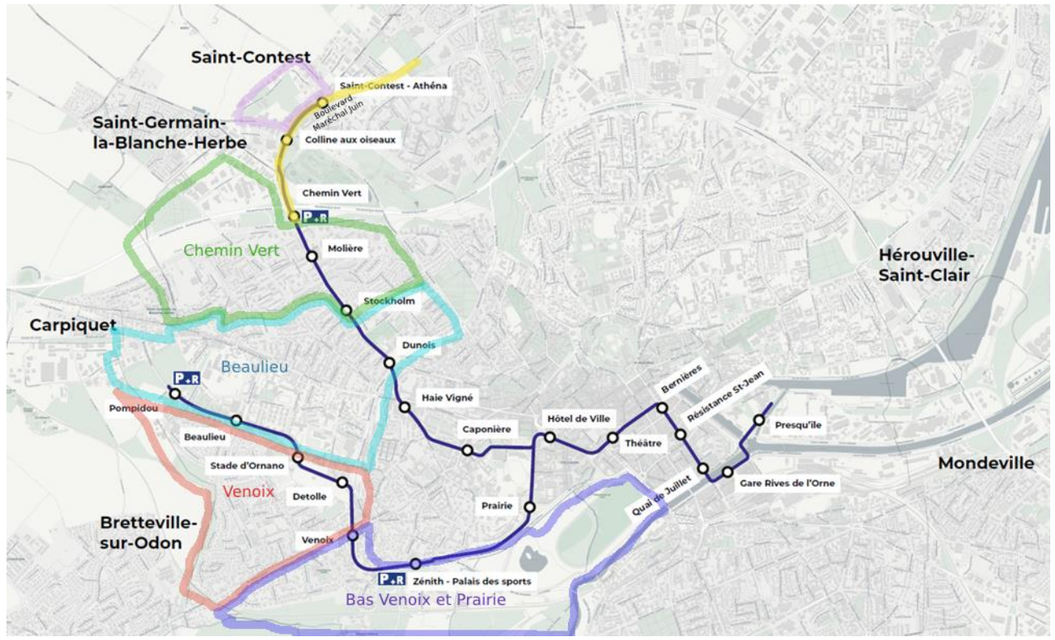
En réponse à l'avis de la MRAe n° MRAe-2024-5443 en date du 30 août 2024, des compléments sont apportés ci-dessous :

Ainsi, au niveau du secteur de Beaulieu (branche Sud de l'extension), le projet de tramway va permettre une certaine accélération de l'urbanisation, en créant une attractivité nouvelle dans ce secteur du fait de l'amélioration de la mobilité des populations.

Au niveau du quartier du Chemin Vert, l'extension des lignes de tramway est également une opportunité pour rendre le quartier plus attractif en lien avec le projet Jacquard qui constitue une opération de réaménagement urbain visant à revitaliser le quartier. Plusieurs volets sont en effet prévus dans ce projet urbain, tels que la rénovation des logements, l'amélioration des infrastructures, ainsi que l'augmentation des espaces verts et des équipements publics. La meilleure accessibilité du quartier du fait de la future desserte par le tramway permettra une attractivité plus forte pour l'implantation de nouvelles activités.

Au niveau du boulevard Maréchal Juin, l'arrivée du tramway pourra ouvrir la voie à une mutation et une densification de la zone d'activités tertiaire située au Sud du boulevard, qui est actuellement composée majoritairement de bâtiments de faible hauteur avec une faible densité de bâti.

Par ailleurs, l'arrivée du tramway permettra d'accompagner et de confirmer la dynamique de développement initiée sur la commune de Saint-Contest, entre la route de Rosel et la RD22.



Localisation des quartiers ouest de Caen (source : Trameo)

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer aura par conséquent un impact positif sur la dynamique démographique à l'échelle du territoire : attractivité des quartiers desservis par le tramway, croissance démographique par l'arrivée de nouveaux ménages induite par l'amélioration des conditions de déplacements, meilleure desserte depuis le Nord et l'Ouest de l'agglomération caennaise aux équipements structurants, etc.

Enfin, le projet d'extension du tramway de Caen la mer limitera l'étalement urbain en améliorant l'attractivité de quartiers en milieu urbain en permettant la transformation des espaces aujourd'hui dédiés majoritairement à l'automobile au profit des mobilités douces.

Plus généralement, le tracé des extensions confortera ou accélèrera le développement de l'urbanisation sur diverses parcelles actuellement disponibles pour accueillir des projets de construction, tant de logements, d'activités que d'équipements d'intérêt communautaire comme à l'angle du boulevard Dunois et de la rue du Chemin Vert, ainsi qu'à l'angle de la rue du Beausite et du boulevard Guillou. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer agira par ailleurs comme catalyseur de la reconversion de sites existants, tels que le centre des congrès, situé avenue Albert Sorel, ou encore l'ancienne bibliothèque municipale de Caen au niveau de la place Guillouard.

Cette croissance d'urbanisation est maîtrisée et répond aux objectifs fixés en matière de planification urbaine au sein de la ville de Caen et de l'agglomération de Caen la mer. Elle concerne des secteurs déjà urbanisés ou artificialisés. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer n'a pas vocation à étendre des zones artificialisées qui ne le seraient pas jusqu'à présent.

2. ANALYSE DES ENJEUX ECOLOGIQUES ET DES RISQUES POTENTIELS LIES AUX AMENAGEMENTS FONCIERS, AGRICOLES ET FORESTIERS PORTANT NOTAMMENT SUR LA CONSOMMATION DES ESPACES AGRICOLES, NATURELS OU FORESTIERS INDUITS PAR LE PROJET

Le projet, en zone urbaine, n'est pas concerné par des aménagements fonciers agricoles et forestiers.

3. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS ET AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

3.1. COUTS DU PROJET

3.1.1. Coûts d'investissement

Le budget de l'opération tramway est précisé en valeur Janvier 2021HT ci-après :

- Budget opération global : **288,5 M€**
- Budget directement affecté à la ligne de tramway Est-Ouest : 229,3 M€.

  - Ce budget comprend la déduction des budgets des travaux mandatés par des MOA tiers :

- Dévoiement des réseaux d'eau potable, à charge du syndicat Eaux du Bassin Caennais : 8,5M€
- Dévoiement du réseau optique de Caen (ROC), à charge ville : 1M€
- Dévoiement des fourreaux télécom propriété ville : 0,3 M€
- Ville de Caen : embellissement (mise en place de revêtements plus qualitatifs que la simple reconduction de l'existant : Bernières, Leclerc, Gambetta, place EPSM, Molière) : 6M€

  - Ce budget comprend la déduction des budgets portées par des opérations d'infrastructures et de parc de matériel roulant non affectés directement à l'axe :

- Dévoiement des réseaux d'eau potable, part de la contribution de Caen la Mer prévue avant le projet Tramway2028 : 4M€
- Eaux Usées : 10 M€
- Eaux Pluviales : 4 M€
- Hérouville-St-Clair : 0,9 M€
- Triangle Bernières : 1,25 M€
- Effacement de la LAC sur le secteur Château 0,35 M€
- Parc de matériel roulant affecté aux autres lignes de tramway : 16 M€

3.1.2. Plan de financement prévisionnel

Le plan de financement de l'investissement se répartit selon les principes suivants :

Libellé	Valeur
Fonds propres	70 M€
Subventions Appel à Projets	40 M€

3.1.3. Amortissement des composantes du projet

On tient compte de la valeur résiduelle des investissements sur la base d'un amortissement du matériel roulant et des systèmes sur 30 ans et des infrastructures sur 50 ans.

À partir de la mise en service et à chaque fin de cycle, un réinvestissement supposé égal au montant d'investissement initial est provisionné.

L'investissement est considéré comme récupérable pour une partie des infrastructures après l'échéance du calcul, certaines composantes du projet n'étant pas encore en fin de vie. La valeur résiduelle est calculée à partir de la durée de vie des équipements, elle est déduite de l'investissement à 2140 afin de prendre en compte le fait qu'une part de leur valeur perdurera après les années du bilan.

Le programme de renouvellement des infrastructures et des équipements du tramway s'établit sur les bases d'un amortissement indiqué par l'instruction :

- Génie civil et ouvrages d'art : 50 ans ;
- Matériel roulant Tramway : rénovation à mi-vie (30 ans) qui coûte 50% du prix initial ;
- Voie ferrée : 20ans ;
- Voiries : 50 ans.

3.1.4. Coûts d'exploitation

Les évolutions de charges d'exploitation et de maintenance ont été évaluées à partir des coûts kilométriques moyens actuels du bus et du tramway, puis appliqués aux estimations des nouvelles quantités de kilomètres consécutifs à la mise en service de ces infrastructures de tramway.

Avec la mise en service du projet, la production kilométrique de tramway augmente fortement, en raison de la mise en service. Le projet a donc un effet positif sur le niveau offert d'offre.

Les coûts annuels sont évalués sur la base des coûts unitaires d'exploitation par km ci-après.

	Coûts d'exploitation (€/veh.km)
Tramway	8,00
Bus	6,00

3.2. GAINS LIES AU PROJET

3.2.1. Gains de temps des usagers de transports en commun

Un des objectifs du projet est de permettre aux usagers du réseau de transport public de gagner du temps.

Les usagers des transports collectifs, avec la mise en service du projet, obtiendront :

- Des gains de temps sur leurs déplacements, une connexion plus efficace avec l'ensemble des systèmes de transports collectifs, urbains, régionaux et ferroviaires ;
- Une garantie de meilleure régularité et fiabilité (pas d'embouteillage, réduction des temps d'attente à l'arrêt) que dans le cas d'une utilisation d'un mode routier, collectif ou individue ;
- Une vitesse et un confort accrus, une amplitude de fonctionnement des transports encore améliorés pour les usagers de l'extension ;
- Les types d'usagers qui bénéficieront d'un avantage à la mise en service de l'extension sont :
  - Les « anciens usagers » des transports collectifs (usagers déjà présents sur le système de transports collectif en situation de référence) par réduction de leur temps de parcours moyen ;
  - Les « nouveaux usagers » des transports collectifs, usagers issus du report de la voiture sur le système de transport en commun et induits par l'offre nouvelle et l'attractivité accrue.

Les gains de temps liés à l'option de projet par rapport à l'option de référence sont présentés ci-dessous.

À l'horizon 2029, les gains sont les suivants :

- Gain de temps annuel pour les anciens usagers des transports collectifs : 163 520 heures. Cette donnée est issue du modèle de trafic qui fait la somme du temps passé sur le réseau par l'ensemble des usagers en situation de référence et en situation de projet ;
- Gain de temps annuel pour les nouveaux usagers 319 250 heures. Classiquement, cette donnée est obtenue en appliquant à ces usagers la moitié du gain de temps unitaire des anciens usagers ;
- Gain de temps global annuel : 482 770 heures (somme des deux gains précédents).

Ces gains en termes temps sont monétarisés pour chaque année du bilan socioéconomique.

La valeur du temps est déterminée par application de l'instruction cadre. La valeur préconisée pour les déplacements en milieu urbain, hors Ile de France, est fonction du motif de déplacement :

Motif du déplacement	Valeur du temps (2015€)	
	France entière	Île-de-France
Professionnel	18,6	23,7
Domicile - Travail/Etudes/Garderie	10,6	13,4
Autres (achat, soin, visites, loisir, tourisme, etc..)	7,2	9,3
Sans détail du motif	8,4	11,4

La proportion de déplacements par motif est issue de l'Enquête Mobilité Certifiée Cerema EMC² de 2022 dans le territoire de la Communauté urbaine de Caen la mer.

Motif du déplacement	EMC²
Professionnel	5 %
Domicile Travail - Etudes - Garderie	22 %
Autres	73 %
Total	100 %
Valeur du temps (2015€)	8,518 €/h

Ainsi, la valeur du temps est estimée à 8,518 €2015 / heure.

3.2.2. Amélioration de la sécurité

Dans une agglomération, l'importance des circulations de toutes natures provoque de nombreux accidents matériels et corporels tant entre les différents véhicules se partageant la voirie qu'avec les piétons amenés à traverser les chaussées. Les transports publics, et plus encore les systèmes en site propre provoquent beaucoup moins d'accidents que les transports individuels par personne transportée. De plus, la qualité générale des matériels et leur entretien régulier excluent les défaillances techniques et confortent le caractère sûr des déplacements en transport collectif.

L'insertion du tramway en site propre et les aménagements annexes du projet (pistes cyclables, cheminements piétons, aménagements paysagers et réorganisation des carrefours) contribuent à améliorer la sécurité sur l'ensemble du tracé des usagers par séparation des différents flux.

Ces gains en termes de sécurité routière sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique et sont calculés en fonction du taux d'accidents observés au cours des cinq années précédant l'étude, exceptées les années 2020 et 2021 en raison des perturbations concernant les déplacements qu'à engendré la crise sanitaire.

La variation du nombre d'accidents est prise en compte dans le calcul de la rentabilité socio-économique ; la méthode appliquée consiste en l'évaluation des accidents évités du fait des reports modaux attendus et de ceux qui pourraient survenir consécutivement à la mise en service du tramway, puis de leur valorisation économique pour la collectivité.

Les hypothèses de valorisation de l'insécurité pour le mode routier sont calculées à partir des valeurs tutélaires de la vie humaine et des blessés légers ou graves de l'instruction cadre et du taux d'accidents défini à partir des données 2004 de la sécurité routière.

	Valeur en €2015
Tué (VVS : valeur de la vie statistique)	3 200 000
Blessé hospitalisé (12,5% de la VVS)	400 000
Blessé léger (0,5% de la VVS)	16 000

Valeur de la vie humaine selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

Dans les agglomérations du Calvados Hors Autoroutes, le nombre d'accidents de la circulation routière a évolué comme suit :

Année	Accidents	Tués	Blessés graves	Blessés légers
2016	254	10	102	184
2017	229	9	109	168
2018	219	11	95	165
2019	322	12	102	291
2020	234	5	84	202
2021	311	6	83	284
2022	251	11	99	192
Moyenne des cinq dernière années	**267**	**9**	**93**	**227**
Moyenne exceptées les valeurs particulièrement hautes (2019 et 2021)	**237**	**9**	**98**	**182**
Moyenne exceptées les valeurs de la crise sanitaire (2020 et 2021)	**255**	**10**	**101**	**200**

Source : https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/node/219

Il faut noter que les valeurs montrées pour les années 2020 et 2021 sont affectées par la réduction de la mobilité, conséquence de la crise sanitaire covid 2019 et donc ne sont pas inclues dans le calcul de réduction de l'accidentalité routière liée au projet.

Tués par millions de veh.km	Blessés graves par million de veh.km	Blessés légers par million de veh.km
0,0070	0,067	0,131

3.2.3. Réduction des pollutions atmosphériques

L'émission des polluants par la circulation automobile est fonction des caractéristiques techniques des véhicules, de la composition des carburants et de la présence d'additifs, ainsi que de la façon dont le flot de véhicules s'écoule.

La pollution de l'air par la circulation se manifeste par deux effets :

- une pollution sensible visuelle et olfactive, qui est directement perçue par les sens des individus et qui constitue une gêne : fumées bleues ou noires, odeurs, poussières parfois irritantes, salissures ;
- Une pollution gazeuse que l'on pourrait qualifier de toxique dans la mesure où les constituants émis ont des effets nocifs connus lorsqu'ils sont inhalés à très forte dose. Ce n'est pas nécessairement le cas en espace extérieur, où les polluants sont dilués à des teneurs très faibles. On peut cependant s'inquiéter des effets à long terme très difficiles à mettre en évidence. On citera notamment certaines particules fines émises par les moteurs diesel et à essence non catalysés, qui sont l'un des principaux facteurs de risque de santé lié à la pollution en milieu urbain (cancers du poumon, pathologies pulmonaires, risques cardio-vasculaires…).

Les principaux polluants sont le monoxyde d'azote, les oxydes d'azote (responsables de troubles respiratoires), les poussières (irritation de l'appareil respiratoire, risques présentés par la présence de métaux lourds), les hydrocarbures (cancérigènes). De plus, la pollution de l'air, notamment la pollution acide, est la cause de dégradations importantes du patrimoine architectural.

Le projet contribuera à la diminution des concentrations moyennes annuelles et des concentrations horaires maximales de polluants gazeux. Ces effets positifs sur la pollution atmosphérique résultent de la réduction des émissions de polluants automobiles liés au report d'automobilistes vers les modes actifs et les transports en commun pour tout ou partie de leur parcours.

Ces gains en termes de pollution sont monétarisés pour chaque année du bilan socioéconomique.

La valeur accordée à la diminution de la pollution est évaluée par l'instruction cadre. Les valeurs retenues sont celles d'un milieu urbain très dense (> 4 500 habitants/km²).

Externalité		Valeur 2015
Valeur de la pollution (€/100 veh.km)	VP	11,6 €2015/100 veh.km
	Bus	83,7 €2015/100 veh.km

Valeurs de pollution selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

Les valeurs évoluent dans le temps comme le PIB et sont impactées par l'évolution des motorisations du parc de véhicule (scénarios AMS ou AME).

3.2.4. Diminution des gaz à effet de serre

Les émissions de gaz générées par les déplacements en véhicules particuliers contribuent à l'effet de serre. De ce fait, le report de trafic confère une plus-value environnementale au projet.

Ces gains en termes de gaz à effet de serre (GES) sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

Les hypothèses retenues concernant les parcs VP et bus sont issues des données de la fiche « Cadrage du scénario de référence », mise à jour 2019 :

- Composition du parc automobile en 2015 : 25 % de véhicules équipés de moteur essence, 75 % équipés de moteur diesel (source : Instruction cadre, fiche-outil « Cadrage du scénario de référence ») ;
- Consommation moyenne en 2015 VP de 7,4 L/100 km (essence) et 6,2 L/100 km (diesel) ;
- Consommation moyenne en 2015 bus : 33,9 L/100 km.

Le tableau ci-après présente les valeurs préconisées pour l'effet de serre :

Externalités	Valeur 2015
Valeur effet de serre VP €/100Vkm	1,0 €$_{2015}$ pour 100 veh.km
Valeur effet de serre Bus €/100Vkm	3,1 €$_{2015}$ pour 100 veh.km

Valeurs des émissions atmosphériques des procédés amont selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

L'instruction cadre préconise également de prendre en compte les effets amont-aval (coût de la production et de la distribution d'énergie) en ajoutant 0,90€2010 par 100 veh.km pour les VP et 2,83€2010 par 100 veh.km pour les bus.

Au-delà de 2015, la valeur de l'effet de serre tient compte des facteurs d'émission du parc VP et PL. La trajectoire des facteurs d'émission est indiquée ci-dessous :

Facteur d'Émission en GES	2015		2030		2050		2070	
	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME
Moyenne VP (g/km)	157,2	157,2	94,0	120,9	0	87,2	0	0
Moyenne PL (g/km)	844	844	653	782	0	672	0	0

Facteur d'émission des carburants selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

Suite aux conclusions de la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet, le coût de la tonne de CO_2 (ou CO_2-équivalent) est de 53 €2015 en 2018. Elle évolue ensuite selon un rythme linéaire entre 2018 et 2030, ainsi qu'entre 2030 et 2040. Au-delà de 2040, le coût du carbone augmente au rythme de 4,5 % par an pour atteindre 763 €2015 en 2050 et 1 184 €2015 en 2060. Cette valeur reste constante à 1 184 €2015 au-delà de 2060.

	2018	2030	2040	2050	2060	2070
Valeur tutélaire d'une tonne de CO_2 (en euros 2015)	53 €	246 €	491 €	763 €	1 184 €	1 184 €

Valeur tutélaire d'une tonne de CO_2 selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

3.2.5. Réduction des nuisances sonores

Le développement de nouvelles lignes de transport améliorera, à court comme à long terme, l'environnement sonore global dans la mesure où il participe à la réduction du trafic automobile. La valeur préconisée pour le bruit est issue du guide accompagnant l'instruction cadre. Les valeurs retenues pour les voitures et les bus sont celles correspondant aux coûts marginaux d'un trafic dense en zone urbaine très dense. La valeur pour le tramway n'étant pas précisée dans l'instruction cadre, elle a été déterminée proportionnellement (§5.a du tome 2 du rapport Quinet) aux valeurs de bruit à 10 m : 60 dB pour une voiture, 75 dB pour un tramway et 92 dB pour un bus. Les économies liées aux nuisances sonores sont monétarisées à :

Externalités		Valeur 2015
Valeur du bruit (€/Veh.km)	VP	0,00233 €2015 / veh.km
	Bus	0,02816 €2015 / veh.km
	Tramway	0,01444 €2015 / veh.km

Bruit selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

La valeur de la réduction des nuisances évolue annuellement à hauteur du PIB par tête en euros constants.

3.2.6. Économies d'usage de la voiture

L'évaluation des économies pour la non-utilisation de la voiture est basée sur le coût kilométrique moyen d'utilisation d'une voiture en euros. Elle permet de prendre en compte les économies que les nouveaux usagers des TC vont réaliser en ne prenant plus leur voiture.

Dépenses énergétiques	2015		2030		2050		2070	
	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME
VP essence (€/100km)	10,1	10,1	12,5	13,0	6,7	12,8	4,0	7,9
VP diesel (€/100km)	7,1	7,1	11,5	10,6	6,7	10,4	4,1	7,1
VP électricité (€/100km)	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	2,9	2,8
Parc moyen VP (€/100km)	7,9	7,9	10,3	10,4	3,3	8,7	2,9	3,1
Parc moyen PL (€/100km)	30,8	30,8	36,9	42,7	32,4	40,5	29,8	31,5

Dépenses énergétiques selon l'instruction, fiche-outil « II - Scénario de référence V 03 05 2019 »

	Prix moyens €/veh.km		TCAM 2015-2050	
	PL	VL	PL	VL
Entretien courant, pneumatiques, lubrifiants	0,099	0,109	+0%	+1%
Dépréciation du véhicule	-	0,013	+0%	+1%

Coûts d'entretien et de dépréciation des véhicules selon l'instruction, fiche-outil « II - Scénario de référence V 03 05 2019 »

Pour 2015, l'économie est ainsi de 0,188 €/veh.km.

3.2.7. Effets sur la santé

D'une part, le projet d'extension du tramway entrainera des reports de trafic et ainsi une réduction des nuisances liées au trafic routier, néfastes pour la santé. D'autre part, grâce à l'ensemble des dispositions prises concernant les aménagements annexes à la ligne de tramway, il incitera à la pratique des modes actifs, que ce soient les cycles ou la marche à pied, modes ayant un impact bénéfique sur la santé des usagers.

Cet effet contribuera également à l'amélioration du cadre de vie des secteurs traversés.

3.2.8. Amélioration de la cohésion sociale et de l'équité

Le projet en améliorant les conditions de déplacement et de desserte et en contribuant à une requalification urbaine du secteur est susceptible de favoriser la mixité sociale en attirant de nouveaux habitants et de nouvelles entreprises.

Le projet s'accompagne également de la réalisation d'espaces publics, lieux de rencontres et d'échanges, qui contribuent à apaiser le cadre de vie des riverains à ouvrir un espace public de meilleure qualité tout en veillant à conserver les fonctionnalités actuelles et qui sont essentielles pour la vie du quartier.

L'ensemble de ces aménagements contribue à favoriser la cohésion sociale et l'équité et permet de développer du lien entre les différents quartiers.

3.2.9. Amélioration de l'accessibilité PMR

Les aménagements apportés à l'espace public dans le cadre du présent projet en faveur des déplacements modes doux bénéficieront également aux personnes à mobilité réduite, comme les personnes âgées, les personnes présentant un handicap ou encore les personnes transportant des bagages ou des poussettes.

Le projet intègre l'ensemble des contraintes à respecter afin d'assurer l'accessibilité aux quais aux personnes à mobilité réduite dans des conditions optimales de sécurité et de confort. Ainsi, des rampes d'accès à pente douce seront aménagées tout au long de l'itinéraire au niveau des passages pour piétons et aux extrémités des quais de tramway.

On rappellera que le choix du mode de transport par tramway est également favorable vis-à-vis des déplacements des personnes à mobilité réduite. Les caractéristiques des matériels roulants couplées à la géométrie des quais offriront de très bonnes conditions d'accessibilité.

Le projet prévoit l'installation de dalles d'éveil de vigilance aussi appelée « bandes podotactiles », en bordure de trottoirs, afin de signaler les zones de passage pour piétons et les limites de quais aux personnes mal et non voyantes. Toujours en faveur de l'accessibilité des personnes mal voyantes une bande guide sera aménagée à chaque passage piéton en bordures ou au centre de celui-ci.

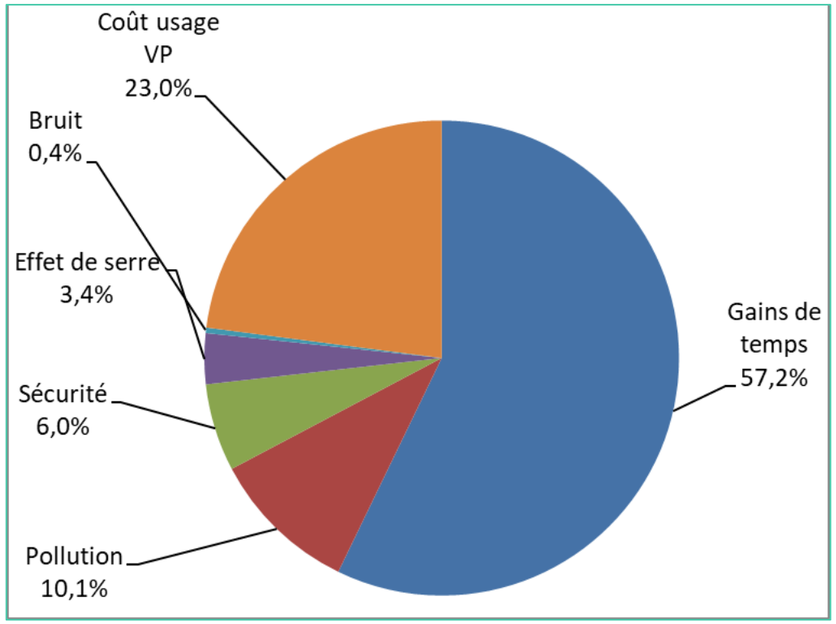
3.3. RECAPITULATIF DES COUTS ET DES GAINS

Le tableau ci-après récapitule pour 2029, la première année de plein effet de la fréquentation – selon le calendrier initial de l'opération - et pour l'ensemble de la durée du bilan, les coûts et les gains liés au projet :

	Année 2029 (M€)	Sur l'ensemble du bilan de 2025 à 2140 (M€)
Coûts		
Coût d'Investissement, y compris valeur résiduelle	- 10,20 M€	- 660 M€
Surcoût d'exploitation	- 2,32 M€	- 260 M€
Gains		
Gains de temps TC	3,59 M€	1 388 M€
Gains sur la pollution	1,90 M€	160 M€
Gains sur la sécurité	0,56 M€	124 M€
Réduction de l'effet de serre	0,42 M€	62 M€
Réduction des nuisances sonores	0,03 M€	8 M€
Économie usage de la voiture	2,92 M€	405 M€
Gains totaux (non actualisés)	- 3,10 M€	1 228 M€

Toutes ces valeurs sont ensuite actualisées à l'année 2020, conformément au Guide 2023 France Stratégie.

Le graphique ci-dessous représente la part de chaque avantage sur le bilan total, en valeur actualisée. Les gains de temps représentent près de 58% des avantages monétarisés sur l'ensemble du bilan.



Répartition des gains (source : Egis)

3.4. SYNTHESE DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

Les gains monétarisés sont estimés pour l'ensemble des acteurs :

- La puissance publique (Caen la mer) ;
- Les usagers (des véhicules particuliers et des transports en commun) ;
- L'exploitant du réseau ;
- Les tiers (riverains).

Ces gains représentent la part la plus importante du retour sur investissement d'un projet de transport en commun. Il met en évidence tous les effets directs et indirects par la réduction des nuisances liées à la circulation automobile, l'augmentation des rendements énergétiques et l'amélioration de la qualité de vie.

La quantification de ces gains par acteurs est représentée dans le tableau suivant.

Surplus des usagers		Billet	191 600 K€
	Gains	Report VP	404 800 K€
		Gains de Temps	1 394 400 K€
		Gains Décongestion	0 K€
		Moindre Usure Voirie	0 K€
		Total Recettes	1 799 200 K€
		TVA	17 400 K€
		Variation de surplus	1 607 500 K€
Surplus des riverains		Coûts (aucun)	0 K€
	Gains	Pollution atmosphérique	159 800 K€
		Nuisances sonores	8 000 K€
		Total Recettes	167 800 K€
		Variation des taxes	0 K€
		Variation de surplus	167 800 K€
Surplus de la puissance publique		Investissement fonds publics	-659 700 K€
	Gains	Sécurité	124 300 K€
		Effet de serre	62 400 K€
		Total Recettes	186 700 K€
		Taxe TVA billets	17 400 K€
		Variation de surplus	-455 600 K€
Surplus des opérateurs de transport & gestionnaires d'infrastructures		Investissements privés et surcoût exploitation	-259 700 K€
		Recettes billets	174 200 K€
		Taxes	
		Variation de surplus	-85 500 K€
Gains totaux			**1 234 200 K€**
Taux d'actualisation			**3,4%**
BNA / an			**-13 800 K€**

Les usagers regroupent pour tous les modes impactés par les options de projet et de référence évaluées les anciens usagers, les usagers reportés des autres modes, les usagers induits. La variation de surplus des riverains (habitants des aires d'étude du projet) regroupe la variation des externalités environnementales de pollution atmosphérique locale et des nuisances sonores.

La variation de surplus pour la puissance publique regroupe la variation des coûts d'investissements et d'exploitation pris en charge par la puissance publique, la variation des effets monétarisables en termes de sécurité et d'émissions de gaz à effets de serre, la variation des taxes correspondant aux diminutions et augmentations des taxes payées par les autres acteurs.

La variation des surplus pour l'exploitant tient compte des surcoûts d'exploitation annuels sur l'ensemble du bilan, liés à l'exploitation du tramway, et des recettes annuelles liées au ticket de transport.

4. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES LIEES A LA REALISATION DU PROJET

Le bilan énergétique de l'opération est basé sur les trois données suivantes :

- Les économies de carburants liées au report modal de la VP vers les TC :

En année de pleine charge du TCSP, 15 millions de kilomètres VP (en 2029) sont reportés vers les transports en commun, soit un total de 0,531 millions de litres de carburants et 0,398 millions de kWh d'électricité économisés par an (à l'horizon 2029).

- La consommation électrique liée à la restructuration bus :

556 000 kilomètres bus sont économisés par an à partir de 2029.

- Avec une consommation unitaire d'un autobus articulé au GNV de 23 kg aux 100 kilomètres, cela représente l'équivalent de 126 104 kg de gaz naturel économisés par an en 2029 ;
- Avec une consommation unitaire d'un autobus articulé au GNV de 170 kWh aux 100 kilomètres, cela représente l'équivalent de 944 049 kWh d'électricité par an en 2029.

- La consommation électrique liée à la mise en service du projet (tramway et équipements) :

En effet, la mise en service du projet implique une production kilométrique annuelle de 737 000 kilomètres en 2029. En prenant une consommation moyenne de 6,03 kWh/km, la consommation électrique annuelle est estimée 4,44 millions de kWh en 2029, à cela s'ajoute 510 000 kWh/an liés au fonctionnement des équipements des 17 nouvelles stations tramway en 2029.

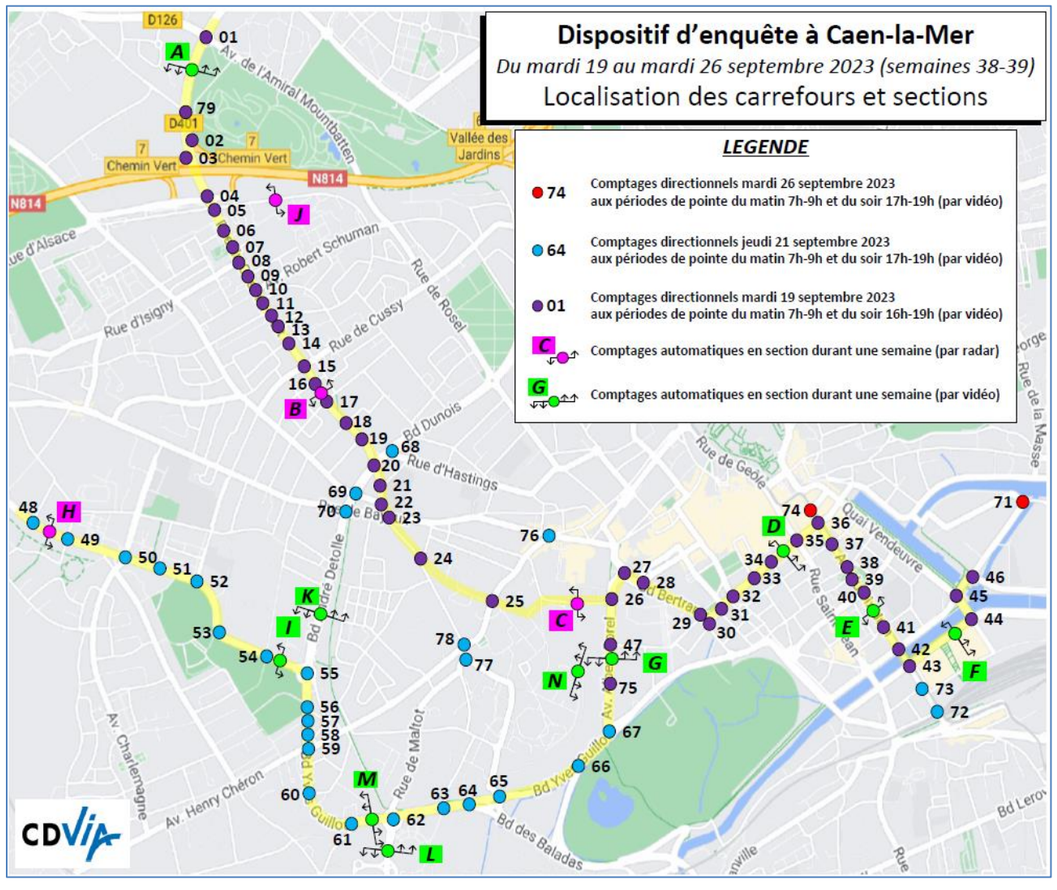
Le total de consommation annuelle est ainsi estimé à environ 4,95 M kWh.

5. DESCRIPTION DES HYPOTHESES DE TRAFIC, DES CONDITIONS DE CIRCULATION ET DES METHODES DE CALCUL UTILISEES POUR LES EVALUER ET EN ETUDIER LES CONSEQUENCES

5.1. HYPOTHESES DE TRAFIC

5.1.1. Comptages routiers

Une campagne de comptages routier a été menée sur l'ensemble des carrefours impactés (comptages directionnels aux heures de pointe matin et soir) par le tracé du projet de tramway en septembre 2023, par la société CDVIA pour le compte de Caen la mer.



Localisation des postes de comptages routiers (source : CDVIA)

Ces éléments ont été complétés par les données de trafic des concessionnaires (Direction Interdépartementale des Routes et Département du Calvados) sur leurs réseaux respectifs.

5.1.2. Modélisation de trafic

5.1.2.1. Développement d'un modèle de trafic

Afin de décrire l'évolution des trafics et d'alimenter les études de dimensionnement des carrefours, les études air et santé et acoustique, un modèle de trafic routier a été développé sur le périmètre de Caen la mer.

5.1.2.2. Calage du modèle

Le modèle de trafic a été calé sur les heures de pointe matin et soir, en se basant sur :

- L'enquête EMC de Caen la mer réalisée en 2022 ;
- Les comptages des carrefours réalisés en 2023 ;
- Les données de trafic existantes sur d'autres axes du réseau routier de Caen la mer ;
- Les données de trafic de la Direction Interdépartementale des Routes et Département du Calvados.

5.1.3. Horizons prospectifs

5.1.3.1. Horizon de mise en service

Les projections de trafic ont été réalisés en 2028, horizon de mise en service du tramway, sur la base :

- Des évolutions connues des populations et emplois ;
- Des évolutions actées du réseau routier.
- Des évolutions des pratiques de mobilité :
  - Sans projet de tramway (situation de référence),
  - Avec projet de tramway (situation de projet).

5.1.3.2. Horizon de mise en service + 20 ans

Les données socio-économiques ont été projetées ensuite à l'horizon 2048, selon les données connues à l'horizon 2040 et en appliquant, entre 2040 et 2048, l'évolution tendancielle connue entre 2028 et 2048.

5.1.3.3. Les aménagements pris en compte

Le modèle à l'horizon 2028 prend en compte les projets d'infrastructures prévus dans le secteur, à savoir :

- Le boulevard urbain des Pépinières, d'une longueur d'1,6 km, il reliera le rond-point des Pépinières au boulevard Pompidou (1x1 voie – 1 500 véh/km en capacité – 70 km/h) ;
- La fermeture de la circulation de la rue Neuve Saint-Jean ;
- L'aménagement d'une piste cyclable sur l'axe rue Saint-Michel – rue de Vaucelles – rue d'Auge où s'installe une nouvelle voie bus (diminution de la capacité de 3 000 à 1 500 véh/km).

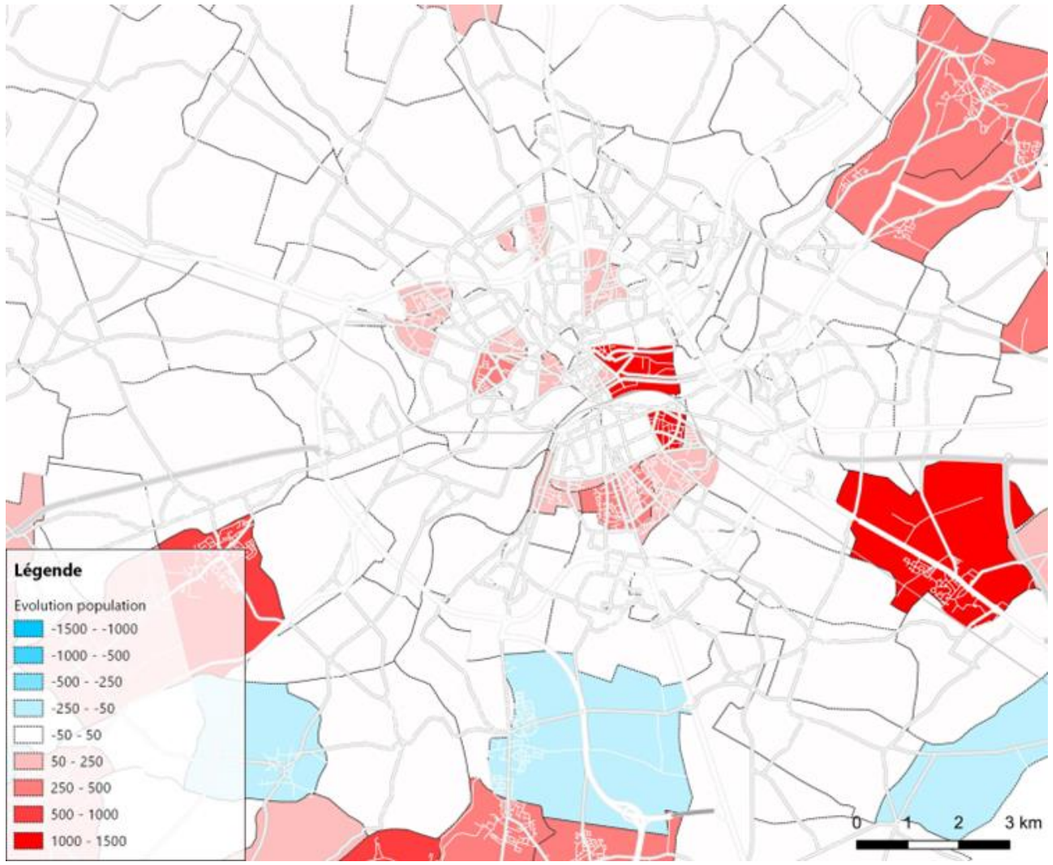
L'option projet intègre l'ensemble des aménagements inclus dans l'option de référence, ainsi que le projet d'extension de tramway.

5.1.3.4. Hypothèses des horizons futurs (2029 et 2040)

En prenant en compte les données du PADD du PLUi-HM. Il est attendu à 2040 :

- 289 318 habitants (car le Taux de Croissance Annuel Moyen à considérer est +0,34%/an) ;
- 182 421 emplois (car le nombre d'emplois supplémentaires à considérer est +900 emplois/an) ;
- 64 084 scolaires au collège, lycée et établissement d'enseignement supérieur (en prenant l'hypothèse d'un accroissement de +0,13%/an à la suite de l'analyse des données de l'INSEE des élèves du second degré et des étudiants de l'enseignement supérieur de 1980 à 2022).

Périmètre	Nombre d'habitants en 2020	Nombre d'habitants en 2029	Nombre d'habitants en 2040
Ville de Caen	107 253	111 532	120 378
Communauté urbaine de Caen la Mer	**272 256**	**277 275**	**289 319**



Évolution de la population entre 2020 et 2029

Périmètre	Nombre d'emplois en 2020	Nombre d'emplois en 2029	Nombre d'emplois en 2040
Ville de Caen	83 358	87 945	92 992
Communauté urbaine de Caen la Mer	**163 521**	**172 521**	**182 421**



Évolution des emplois entre 2020 et 2029

5.2. ÉVALUATION DES CONDITIONS DE CIRCULATION

5.2.1. Conditions de circulation actuelles

Les conditions de circulation actuelles ont été analysée en fonction :

- Des observations des congestions récurrentes du réseau actuel ;
- Des modélisations du trafic issues du calage du modèle de trafic ;
- Des analyses de capacité des carrefours conduites sur la base des trafics relevés.

5.2.2. Conditions de circulation futures

Les évolutions des conditions de circulation ont été évaluées selon les modélisations des trafics à l'horizon de mise en service en situation de projet et des analyses de capacité des carrefours.

PARTIE 11. PRESENTATION DES METHODES UTILISEES

1. METHODES GENERALES

Diverses méthodes ont été utilisées pour établir :

- L'état initial du site et les contraintes environnementales qui découlent du projet ;
- Les effets que ce projet engendre sur l'environnement ;
- Les mesures préconisées pour supprimer, réduire ou compenser ces effets.

L'analyse de l'état actuel de l'environnement repose sur :

- Des observations directes du site, pour tout ce qui concerne son occupation et ses usages ;
- Des recherches bibliographiques, pour les aspects généraux (climat, hydrogéologie, géologie, etc.) en vérifiant le caractère récent des travaux utilisés ;
- Des exploitations statistiques et des comptages, pour tout ce qui concerne la démographie, l'emploi, les déplacements et le stationnement, le patrimoine physique de l'agglomération.

1.1. COLLECTE DE DONNEES

1.1.1. Consultation des services publics et privés :

La grande majorité des données documentaires, permettant d'établir l'état des lieux dans un champ géographique relativement large. Les principaux services contactés sont les suivants :

- Cart'Eaux, développé par les Agences Régionales de Santé (ARS) ;
- Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution atmosphérique en Normandie (ATMO Normandie) ;
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ;
- Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) Caen Normandie ;
- Communauté urbaine Caen la mer ;
- Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) du Calvados ;
- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie ;
- Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) Normandie ;
- Météo France ;
- Préfecture du Calvados ;
- Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine (UDAP) du Calvados ;
- Villes de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne ;
- Agence d'Urbanisme de Caen Normandie Métropole (AUCAME).

1.1.2. Recherche bibliographique :

Ci-dessous sont listées les documents ayant servi de base à la rédaction du présent dossier.

- Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne ;
- Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Pôle métropolitain Caen Normandie Métropole ;
- Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Normandie ;
- Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie ;
- Plans de Prévention Multi-Risques (PPMR) de la Basse Vallée de l'Orne ;
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers 2022-2027 ;
- Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Orne aval et Seulles ;
- Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) Caen Normandie Métropole.

1.1.3. Reconnaissances de terrain

Des reconnaissances de terrain ont été réalisées en 2023 et 2024 afin de compléter les données documentaires recueillies en bureau. Chaque visite a fait l'objet d'un reportage photographique.

1.2. REALISATION D'ETUDES SPECIFIQUES

En plus des reconnaissances de terrain générales, des inventaires et des analyses spécialisées, impliquant aussi des investigations de terrain, ont eu lieu :

- Volet milieu naturel de l'étude d'impact en 2023/2024 ;
- Une étude air et santé menée par EGIS, avec la pose de capteurs sur site en 2023/2024 ;
- Une étude de trafic menée par EGIS ;

- Une étude acoustique et vibratoire réalisée par CSTB et ORFEA, avec la pose d'enregistreurs en 2023.

2. ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT

2.1. LA POPULATION ET LA SANTE HUMAINE

2.1.1. Contexte socio-économique

Les données de l'environnement socio-économique s'appuient sur les données INSEE et sur l'évaluation socio-économique du projet.

2.1.2. Ambiance acoustique et vibratoire

La méthodologie de l'étude acoustique et vibratoire est présentée au chapitre 4.1 de la présente Partie 11.

2.1.3. Qualité de l'air

La méthodologie de l'étude air et santé est présentée au chapitre PARTIE 1.1.1 de la présente Partie 11.

2.1.4. Pollution des eaux et des sols

Les risques de pollution de sols ont été estimés sur la base de l'inventaire des sites pollués des bases de données CASIAS : Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services.

2.1.5. Risques naturels et technologiques

L'identification des risques naturels et technologiques s'appuie sur la consultation de base de données (Géorisques, BRGM), l'analyse des documents réglementaires, et la consultation de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Grand Est.

2.2. LA BIODIVERSITE

La méthodologie de l'étude faune-flore est présentée au chapitre 4.3 de la présente Partie 11.

2.3. LES TERRES, LE SOL, L'EAU, L'AIR ET LE CLIMAT

2.3.1. Climatologie

L'analyse climatique a été réalisée à partir des données de Météo France et InfoClimat.

2.3.2. Topographie

Les données proviennent des cartes IGN au 1/25 000eme et du site de données topographiques http://frfr.topographic-map.com/.

2.3.3. Géologie

Le contexte géologique a été analysé à partir de la carte géologique du BRGM au 1/50 000ème n° 119 – BAYEUX-COURSEULLES SUR MER et des éléments présentés aux PLU des communes concernées par le projet (rapport de présentation).

2.3.4. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines ont été décrites par rapport aux fiches de caractérisation des masses d'eau souterraines. Les données quantitatives proviennent du BRGM (remontée de nappe, piézométrie).

2.3.5. Les eaux superficielles

La description du contexte hydrologique et hydraulique se base sur les données du portail gesteau.eaufrance.fr, du site de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et du SDAGE de la Seine et des cours d'eau côtiers normands.

2.4. LES BIENS MATERIELS

2.4.1. Environnement urbain et occupation des sols

Les éléments relatifs à l'environnement urbain et à l'occupation des sols sont issus du diagnostic urbain réalisé par le groupement de Maîtrise d'œuvre lors des études préliminaires et des études d'avant-projet.

2.4.2. Principaux réseaux

Les éléments relatifs aux réseaux de transports et de distribution d'énergie, d'eau potable et d'assainissement s'appuient sur la collecte de données réalisées par le groupement de maîtrise d'œuvre auprès des concessionnaires et de Caen la mer.

2.4.3. Paysage et patrimoine

Les éléments relatifs au paysage sont issus des données disponibles auprès de l'Atlas des formes urbaines de la Communauté urbaine Caen la mer réalisée par l'AUCAME (Agence d'Urbanisme de Caen Normandie Métropole) en avril 2022.

Les éléments relatifs au patrimoine culturel et historique ont été collectés auprès de divers organismes et administrations concernés : l'Atlas des patrimoines, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie, la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) Normandie –Service Régional de l'Archéologie et Service de l'Architecture et du Patrimoine.

2.4.4. Urbanisme et planification urbaine

Les documents d'urbanisme communaux ont été consultés : PLU de Caen, PLU de Saint-Contest, PLU d'Hérouville Saint-Clair et PLU de Fleury-sur-Orne.

Les documents de planification ont également été analysés : SCoT du Pôle métropolitain Caen Normandie Métropole, SRADDET Normandie.

3. ÉVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE ET DEFINITION DES MESURES D'INSERTION

Sur la base des données d'état initial, l'analyse des caractéristiques techniques du projet a permis une détermination précise des impacts du projet pour chacun des thèmes considérés.

Les impacts du projet ont été estimés en phase fonctionnelle, mais également pendant la phase de travaux, par rapport à ces principaux thèmes :

- L'environnement physique et naturel,
- L'environnement sonore, les nuisances atmosphériques et l'impact sur l'eau,
- La structuration et les mutations urbaines (effets économiques et sociaux, etc.).

Les méthodes d'évaluation ont fait appel à la transposition par analogie et à l'expérience des auteurs et se sont basées sur des études spécifiques (étude acoustique et étude air notamment). Cette évaluation est quantitative chaque fois que possible, compte-tenu de l'état des connaissances.

Sur la base de l'identification des impacts négatifs du projet, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces impacts ont été préconisées. Ces mesures d'insertion sont définies en référence à des textes réglementaires ou selon des dispositions habituellement connues et appliquées.

Les méthodes de définition des mesures visent en un premier lieu à inscrire l'opération en conformité avec les textes réglementaires en vigueur, puis dans un second temps à optimiser l'insertion de l'opération dans le respect des spécificités de l'aire d'étude tant sur le plan physique, naturel qu'humain.

À l'issue de cette démarche initiale, le choix et la définition des aménagements projetés s'inspirent de l'expérience acquise par chacun des participants à l'étude en matière de projets d'aménagement.

4. ETUDES SPECIFIQUES

4.1. ÉTUDE AIR ET SANTE

Une étude Air et Santé dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par EGIS en 2023-2024.

4.1.1. Rappel réglementaire

En matière de pollution atmosphérique, la réglementation française est transcrite au travers de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi LAURE) du 30 décembre 1996, codifiée aux articles L.220-1 et L.220-2 du Code de l'environnement, qui définit « le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ».

La méthodologie des études air et santé des études d'impact s'inscrit dans le référentiel réglementaire et s'appuie sur les documents suivants :

- Le Code de l'environnement, avec en particulier :
  - L'article L.122-1 (partie législative) imposant que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact ;
  - L'article R.122-5 (partie réglementaire) décrivant le contenu attendu d'une étude d'impact et prévoyant qu'une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement soit réalisée, en particulier sur l'air et la santé. Ainsi, conformément à cet article, le volet « air et santé » des études environnement doit fournir dans le cadre des études préalables les éléments techniques nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact présentée à l'enquête publique ;
- La circulaire Direction Générale de la Santé (DGS) n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- La directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et à un air pur pour l'Europe et qui fusionne les Directives 1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE ;
- La résolution législative du Parlement européen du 24 avril 2024 sur la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (texte non encore voté) ;
- L'avis de l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012 ;
- Le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – InVS - février 2000 ;
- Le guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) – 2021 ;
- Le guide de recommandations sur l'échantillonnage spatial intitulé « Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs des campagnes », Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) – 2007 ;
- La note de la DGS n°2014-307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- La note technique relative à l'évaluation des projets de transport, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) – 27 juin 2014 ;
- L'étude d'impact - Projets d'infrastructures linéaires de transport – Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – décembre 2020 ;
- L'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – DGITM – 8 novembre 2018 ;
- La note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019.

4.1.2. Cadre réglementaire de l'étude

L'étude air et santé est réalisée en lien avec la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, bien que le présent projet (réalisation d'une ligne de tramway) **ne soit pas directement concerné par sa stricte application au regard du périmètre pour lequel cette note a été établie (à savoir des projets routiers neufs et des projets d'aménagement d'infrastructures routières existantes)**.

4.1.2.1. Niveau de l'étude

La note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA fixent le cadre et le contenu des études air et santé en fonction des enjeux du projet, selon quatre niveaux d'études (I à IV). L'étude de niveau I a le contenu le plus détaillé. Ces niveaux sont définis en fonction des trafics attendus à terme sur l'infrastructure et de la densité de population à proximité de celle-ci (voir tableau ci-après).

Trafic à l'horizon d'étude / Densité dans la bande d'étude	>50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de la longueur du projet

Au vu des densités de population des zones traversées par le projet et de la nature du projet (tramway) qui engendre globalement une réduction des trafics par rapport à une situation sans projet, la note méthodologique suscitée préconise la réalisation d'une étude **air et santé de niveau II**.

Par ailleurs, en raison de la nature du projet (extension d'une ligne de tramway qui a vocation à développer le report modal des véhicules légers vers les transports en commun et ainsi améliorer la qualité de l'air dans la zone d'étude), le niveau d'étude ne sera pas réhaussé pour les établissements au droit du projet.

4.1.2.2. Contenu de l'étude

Conformément à la **note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique** relatifs aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières du CEREMA, l'étude air et santé de niveau II comprend :

- La **caractérisation de l'État initial** de la zone d'étude, avec notamment des mesures in situ de la qualité de l'air ;
- **L'évaluation de l'impact du projet** sur la qualité de l'air avec :
  - Une estimation des émissions polluantes induites par le trafic routier (conformément à la méthodologie COPERT) ;
  - Une estimation des teneurs en dioxyde d'azote dans la bande d'étude (modélisation gaussienne de la dispersion atmosphérique des émissions des polluants avec le modèle ADMS Road) ;
- **L'évaluation de l'exposition des populations** résidant dans la bande d'étude à l'aide de l'Indice Pollution Population (IPP).

4.1.2.3. Horizons d'étude

D'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, l'étude air et santé est menée pour cinq scénarios situés à trois horizons d'étude différents. Ces scénarios sont usuellement :

- Un État initial ;
- Un état sans projet à la date de mise en service du projet, le Fil de l'eau ;
- Un état avec projet à la date de mise en service du projet, l'État projeté ;
- Un état sans projet à la date de mise en service du projet + 20 ans, le Fil de l'eau + 20 ans ;
- Un état avec projet à la date de mise en service du projet + 20 ans, l'État projeté + 20 ans.

Concernant spécifiquement le projet d'extension du tramway de Caen la mer, le phasage de l'opération implique les scénarios suivants (selon calendrier initial de l'opération) :

- L'État initial 2023 ;
- Le Fil de l'eau 2028 ;
- L'État projeté 2028 ;
- Le Fil de l'eau 2048 ;
- L'État projeté 2048.

L'état au fil de l'eau correspond à un horizon lointain dans l'hypothèse où le projet envisagé ne serait pas réalisé et considérant les autres évolutions prévisibles des infrastructures. L'état projeté correspond au même horizon lointain avec la réalisation du projet.

La comparaison des résultats obtenus pour ces scénarios permet d'apprécier l'impact du projet sur la qualité de l'air et sur la santé à échéance de sa mise en service et son exploitation.

4.1.2.4. Zone et bande d'étude

Conformément à la note technique et au guide méthodologique précités, la zone d'étude et le réseau routier étudié sont déterminés par le projet et par le réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une variation (augmentation ou diminution) de trafic, supérieure à 10% pour les tronçons dont le trafic est supérieur à 5 000 véh/jour à l'horizon de mise en service. Pour les tronçons dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour, la variation retenue est de 500 véhicules minimum (en valeur absolue). En milieu urbain, la règle des plus ou moins10 % peut être appliquée sur l'heure de pointe la plus chargée (HPM ou HPS).

Le réseau routier retenu contient également les projets d'infrastructure routière existants ou approuvés, présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont pas impactants pour le projet ou, impactés par celui-ci.

La bande d'étude est définie autour de chaque voie du réseau routier retenu. La largeur de la bande d'étude est réglementairement comprise entre 100 et 300 m de part et d'autre des axes routiers (bande d'étude de 200 à 600 m de large) pour les polluants gazeux comme il est précisé dans le tableau ci-dessous, et de 200 m de part et d'autre des axes routiers pour les polluants particulaires. L'étude peut ainsi être réalisée suivant deux largeurs de bande distinctes.

En revanche, les analyses des différents scénarios sont toujours conduites avec les deux mêmes bandes d'étude, celle pour les polluants gazeux et celle pour les polluants particulaires.

TMJA à l'horizon d'étude	Largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe
> 50 000 véh	300 m
de 25 000 à 50 000 véh	200 m
de 10 000 à 25 000 véh	150 m
≤ 10 000 véh	100 m

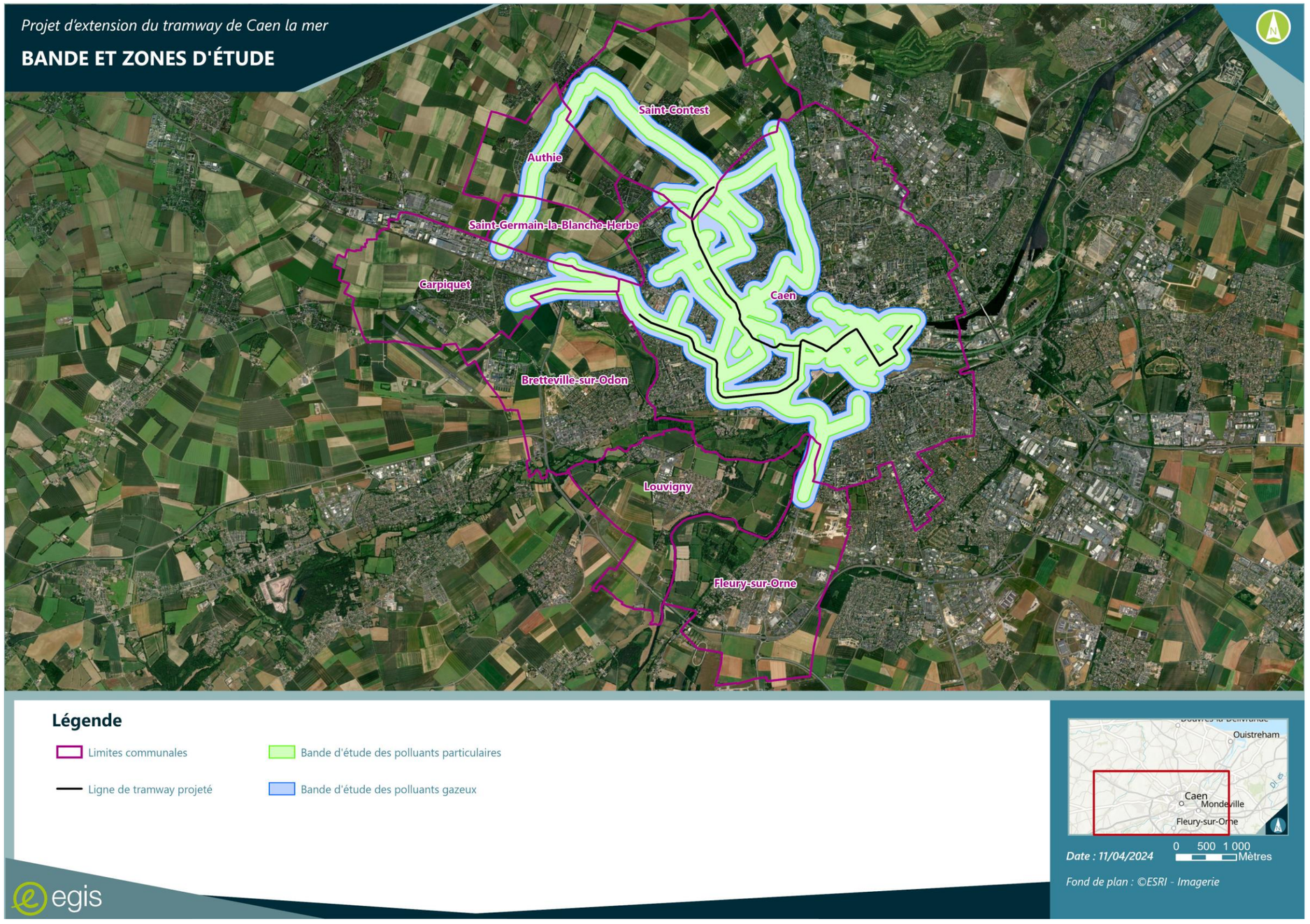
Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

Critères de détermination de la largeur de la bande d'étude

Au regard des données de trafic, la bande d'étude des polluants gazeux possède une largeur de 400 m et est centrée sur l'axe de projet (200 m de part et d'autre de l'axe).

La bande d'étude des polluants particulaires possède une largeur de 200 m et est centrée sur l'axe de projet (100 m de part et d'autre de l'axe).

La zone d'étude (ensemble des communes interceptées par les bandes d'étude) et les deux bandes d'étude sont représentés sur la figure ci-après.



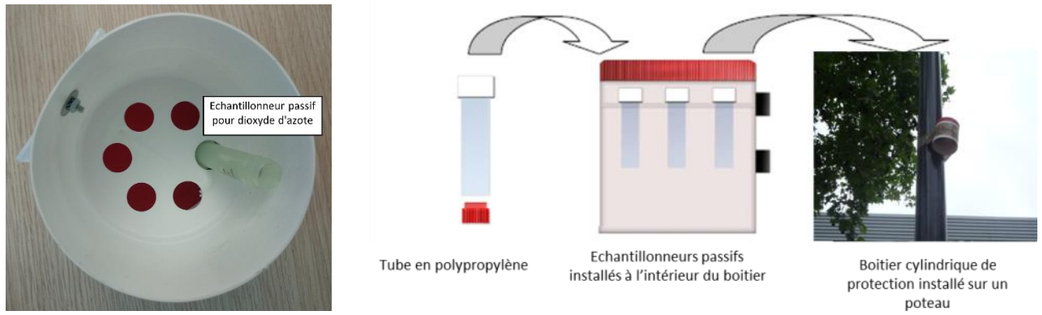
Zone et bandes d'étude de l'étude Air et santé de niveau II (Source : EGIS)

4.1.3. Méthodologie des mesures in-situ de la qualité de l'air

4.1.3.1. Moyens de mesures

Les mesures ont été réalisées par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote. Ces moyens de mesure, peu encombrants et relativement simples à mettre en place, permettent d'instrumenter simultanément un nombre important de sites.

Le principe de l'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre, sur une période donnée, à environ 2-3 mètres de hauteur, des cartouches absorbantes (triéthanolamine pour le dioxyde d'azote) qui, par simple diffusion du polluant dans l'atmosphère, vont piéger celui-ci. La quantité de polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.



Disposition des capteurs de dioxyde d'azote dans le boîtier Source : Egis

Sur chaque site de mesure, les échantillonneurs passifs ont ainsi été exposés au minimum 14 jours, puis rebouchés hermétiquement et analysés en laboratoire (colorimétrie pour le dioxyde d'azote).

Les analyses du dioxyde d'azote ont été réalisées suivant :

- La norme EN 13528 (Qualité de l'air - Échantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs) ;
- La norme EN-14662-5 : 2005 (Qualité de l'air ambiant. Méthode pour le mesurage des concentrations en benzène. Échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption au solvant et d'une chromatographie en phase gazeuse) ;
- La méthode Saltzmann (colorimétrie après réaction avec l'acide sulfanilique et le dichlorate de N-(naphtyl-1) éthylenediamine)[15].

À la suite des 14 premiers jours de prélèvement, les échantillonneurs ont été remplacés par une nouvelle série de capteurs pour, de nouveau, 2 semaines de prélèvement.

La campagne de mesure a ainsi été réalisée du 8 janvier au 5 février 2024.

À l'issue des analyses, une teneur moyenne en polluants pour chaque site de mesure a été établie pour la période d'exposition. Durant la période d'instrumentation, les capteurs ont été placés dans des boitiers afin de les préserver des intempéries. Tous les capteurs ont été installés sur le site le premier jour et retirés le dernier jour afin d'harmoniser les temps d'exposition pour l'ensemble des capteurs.

Les échantillonneurs passifs ont été fournis et analysés par la société PASSAM AG, laboratoire de mesure accrédité EN 45000.

Suivant le laboratoire PASSAM AG qui réalise l'analyse des capteurs passifs à l'issue des campagnes de mesures *in situ*, l'incertitude des mesures par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote est d'environ 23,4 % pour un niveau de concentration dans l'air de 20 – 40 µg/m³.

La limite de quantification pour l'analyse du dioxyde d'azote est < 0,6 µg/m³.

Les mesures par échantillonneur passif ont pour résultats des valeurs moyennes sur la durée d'exposition des capteurs. Ces valeurs permettent ainsi de comparer et de hiérarchiser les sites de mesures instrumentés. Ces résultats peuvent être très différents des concentrations mesurées par analyseurs dynamiques, puisque ces derniers sont soumis aux variations temporelles.

Pour permettre de valider les mesures par échantillonneurs passifs, un capteur passif témoin a été installé au droit de la station ATMO Normandie de Caen Chemin Vert.

4.1.3.2. Conditions météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques observées sur les périodes de mesures permet de mieux apprécier l'influence de celles-ci sur les teneurs mesurées.

La qualité de l'air dépend effectivement à la fois des émissions des différentes sources (industries, transports, tertiaire) et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent…) qui, avec la topographie, influencent le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

Les principes météorologiques reposent principalement sur trois paramètres : le vent, la pluie et la température. Ces trois paramètres ont un effet direct sur la qualité de l'air et la dispersion des polluants.

[15] La méthodologie Passam est reconnue par le Joint Research Centre de la Commission Européenne (JRC) dans le document Review of the Application of Diffusive Samplers for the Measurement of Nitrogen Dioxide in Ambient Air in the European Union de 2009. (http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC51106/reqno_jrc51106_eur_23793.pdf [1].pdf, page 71).

Vent

Le vent intervient autant par sa direction pour orienter les panaches de fumées que par sa vitesse pour déplacer les polluants.

Plus la vitesse du vent est faible et plus les polluants risquent de s'accumuler. Cependant un vent fort et de direction clairement définie peut diriger un panache vers une zone spécifique, et, y concentrer ainsi la pollution. C'est parfois le cas des panaches industriels.

La vitesse du vent augmente généralement avec l'altitude. Ainsi, plus les polluants s'élèvent et plus leur dispersion est facilitée.

Pluie

Les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO2). Les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable, qui favorise une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Les précipitations « lessivent » l'atmosphère. Elles entraînent au sol les polluants les plus lourds.

Températures

La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des composés organiques volatils. Le froid, lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.

La chaleur estivale et l'ensoleillement favorisent les processus photochimiques, comme la formation d'ozone.

Comparaison aux normales

Les normales de vitesses et directions du vent, de températures et de pluviométrie ainsi que les conditions météorologiques (vitesses et directions du vent, températures et pluviométrie) relevées lors de la campagne de mesures sur la station Météo France Caen – Carpiquet (n° 14137001), située sur le site de l'Aéroport de Caen, sont présentées ci-après. Cette station météorologique est située à environ 3,5 km au sud-ouest du projet.

L'analyse des conditions météorologiques normales peut permettre d'anticiper les potentialités de dispersion ou de stagnation des polluants atmosphériques.

Les températures et les précipitations durant la campagne de mesures et les normales climatologiques de la station Météo France Caen – Carpiquet en janvier sont présentées dans le tableau ci-après.

Les températures de la campagne de mesures, légèrement plus froides que les normales, ont pu engendrer une combustion moins bonne des véhicules et de facto des émissions plus importantes. Par ailleurs, les précipitations inférieures aux normales n'ont pas permis le lessivage de l'atmosphère attendu avec les normales. Les conditions météorologiques de températures et de précipitations n'ont donc pas été favorables à la dispersion des polluants atmosphériques.

Paramètres		Campagne de mesure du 08/01 au 05/02/2024	Normales sur 30 ans Mois de janvier
Températures en °C	Minimale	1.7	2.9
	Maximale	8.1	8.3
	Moyenne	4.9	5.6
Précipitations en mm		47.9	63.1

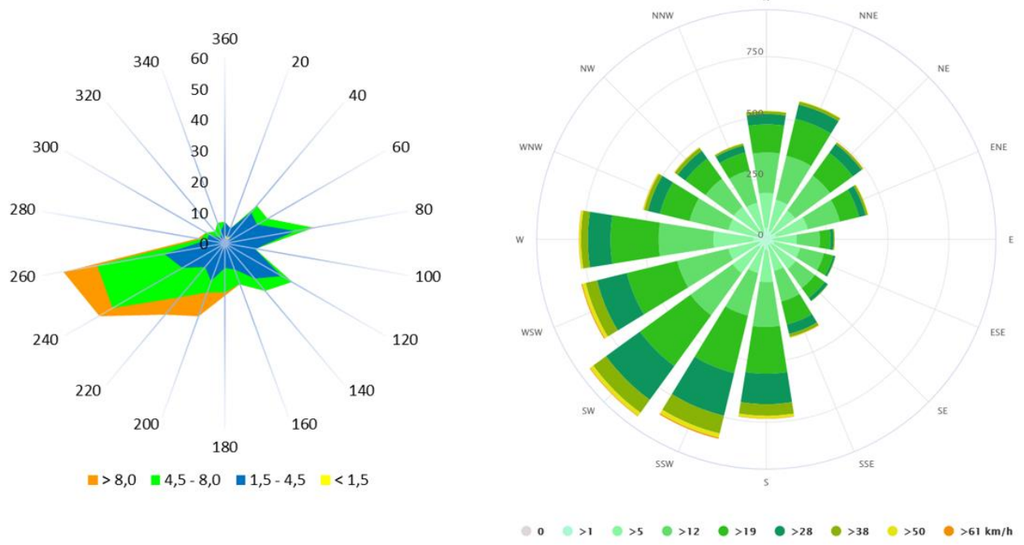
Source : Météo France

Températures et précipitations durant la campagne de mesures

Les vents les plus fréquents et les plus forts, dans le cadre des normales sur 30 ans, sont de secteur Ouest à Sud. Durant la campagne de mesure, les vents les plus forts ont bien été de ce secteur pour environ 53 % des vents.

La vitesse des vents est en majorité faible à modérée (60 % des situations), c'est-à-dire inférieure à 4,5 m/s (16 km/h). Les vents représentent 10 % des situations (hors rafale) et sont tous de secteurs Ouest à Sud.

Dans l'ensemble, les vents ont été plutôt favorables à la dispersion des polluants à partir du 20 janvier et moins favorables en début de campagne de mesures.



Campagne du 8 janvier au 5 février 2024 — Normales sur 30 ans

Roses des vents de la campagne de mesures Egis et des normales sur 30 ans pour la station Météo Caen – Carpiquet Source : Météo France – Météo Blue

4.1.4. Méthodologie pour l'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

4.1.4.1. Réseau routier et trafics

Descriptif des trafics

Le réseau routier retenu pour l'étude comprend, d'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA :

- Les voies empruntées par le futur tramway et sur lesquelles il y aura du trafic routier ;
- l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet :
  - Pour un TMJA > 5 000 véh/j, les tronçons dont le trafic varie au minimum de ±10 % à l'horizon de mise en service ;
  - Pour un TMJA < 5 000 véh/j, les tronçons dont le trafic varie au minimum de ±500 véh/j.
- De l'ensemble des projets d'infrastructure routière existants ou approuvés présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont ni impactants pour le projet, ni impactés par celui-ci.

À l'horizon 2023, l'étude porte sur la situation actuelle nommée **État initial** (EI).

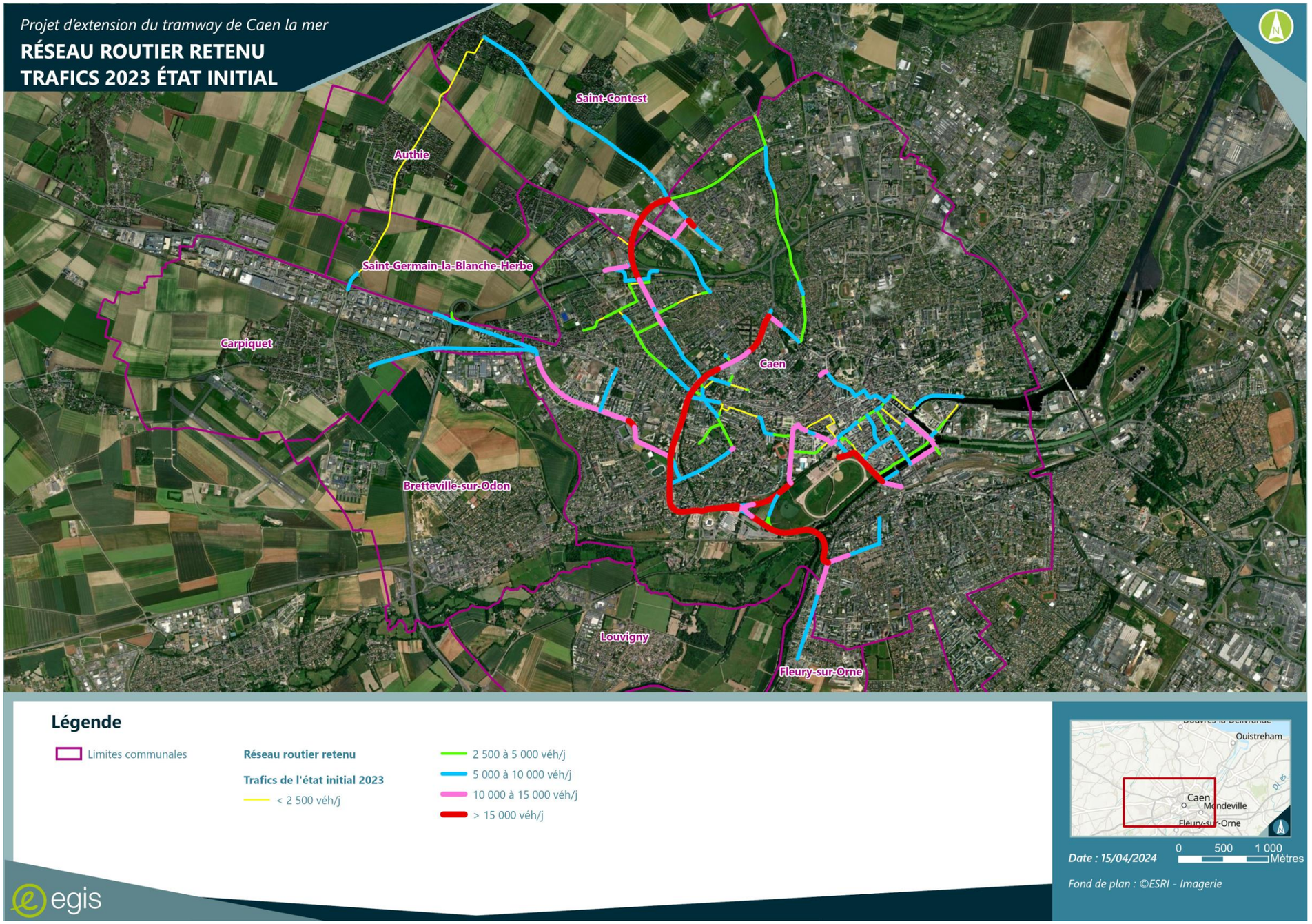
À l'horizon 2028, l'étude porte sur deux situations nommées :

- ***Fil de l'eau pour l'année 2028 (FE2028)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service sans la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer ;
- ***État projeté pour l'année 2028 (EP2028)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

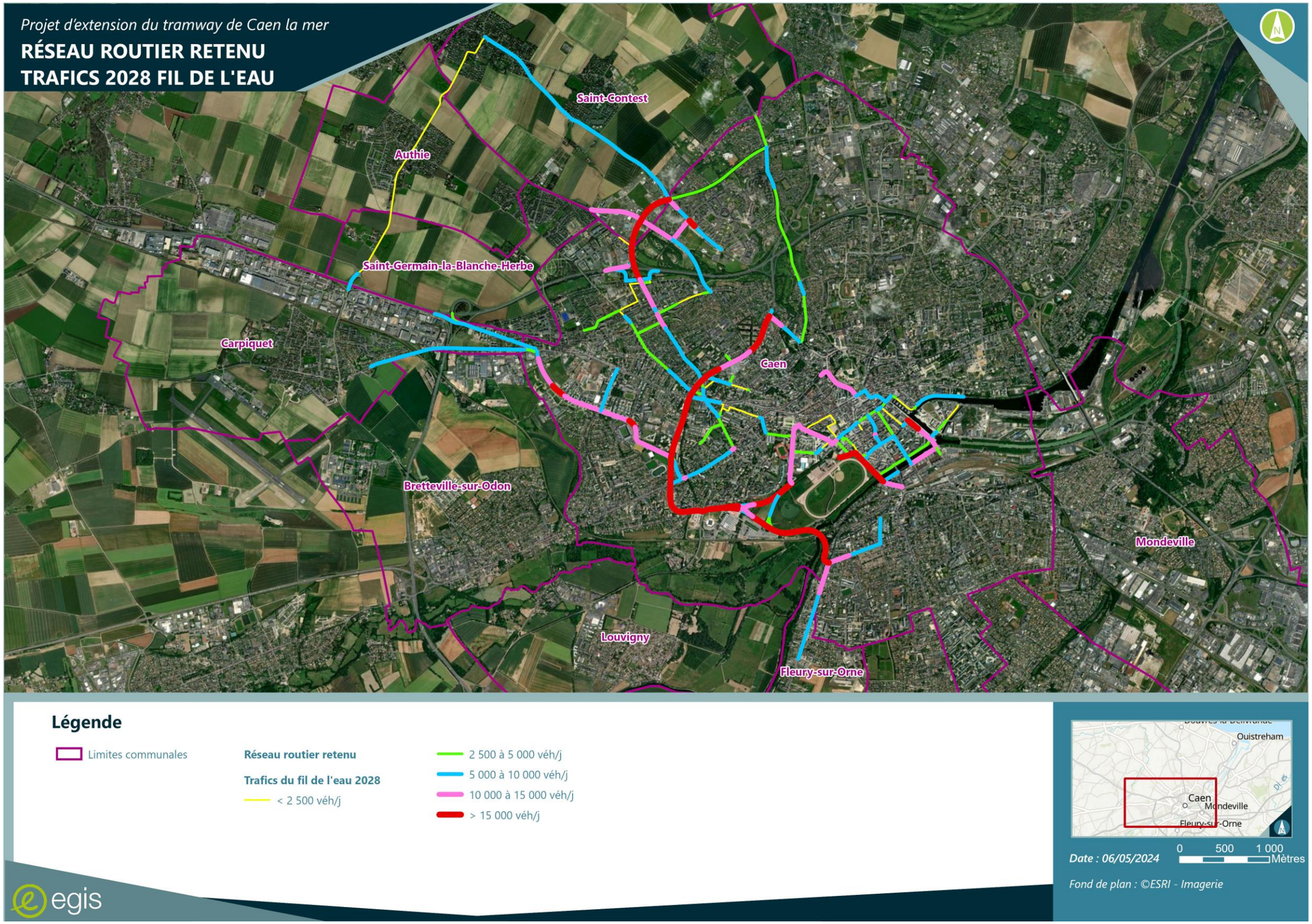
À l'horizon 2048, l'étude porte sur deux situations nommées :

- ***Fil de l'eau pour l'année 2048 (FE2048)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service +20 ans sans la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer ;
- ***État projeté pour l'année 2048 (EP2048)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service +20 ans avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

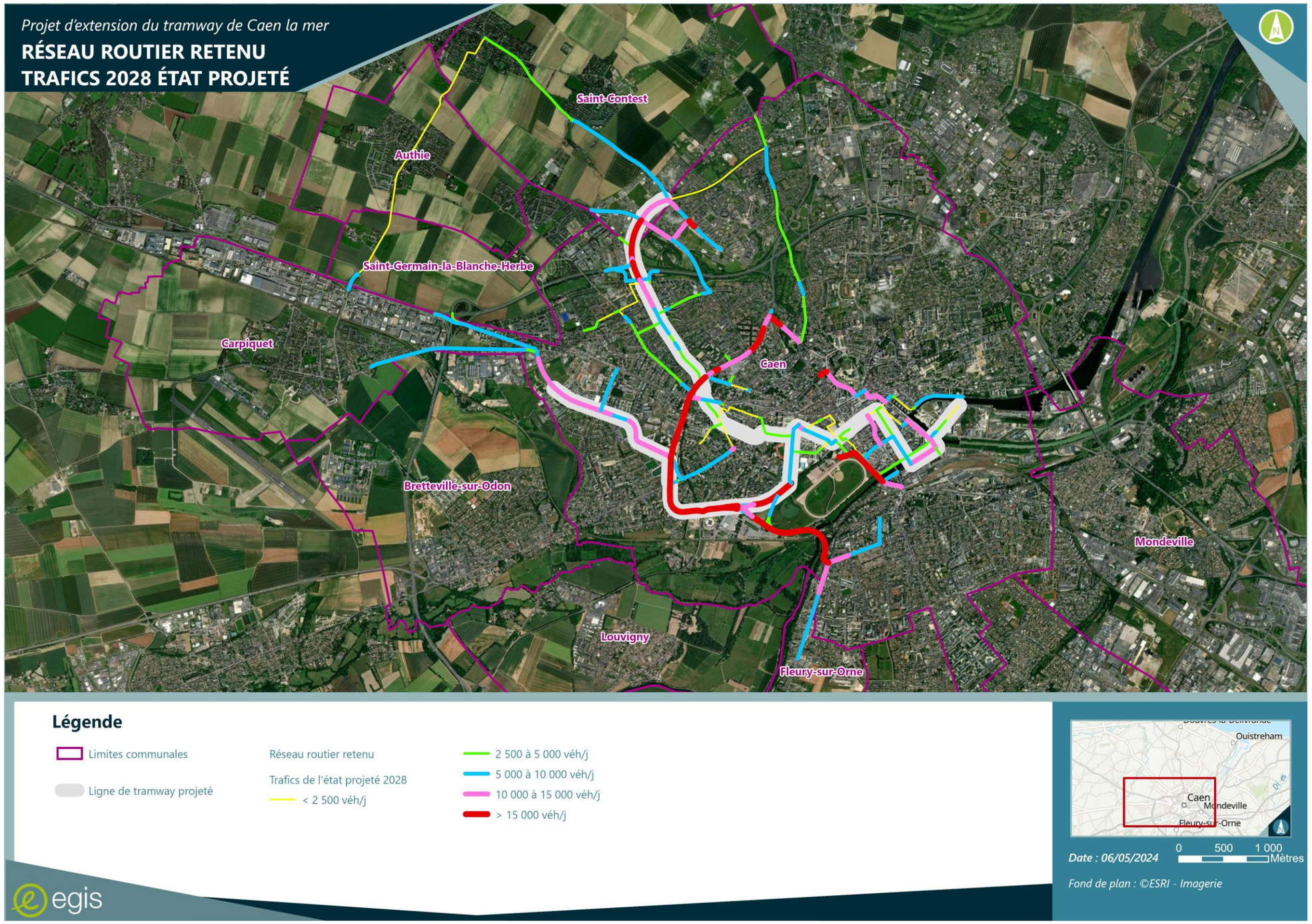
Le réseau routier retenu est présenté sur les figures ci-dessous.



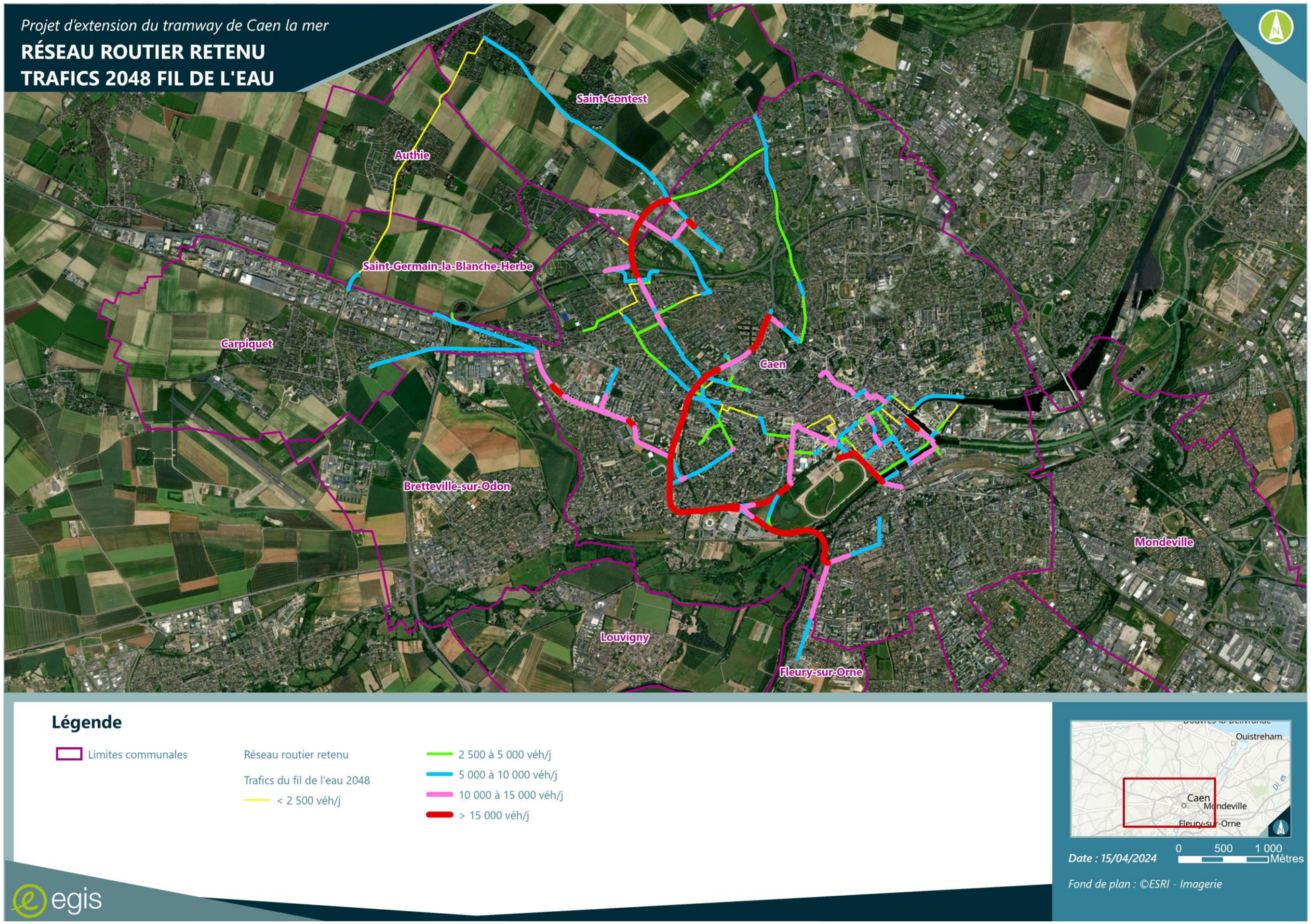
Trafics de l'état initial 2023 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)



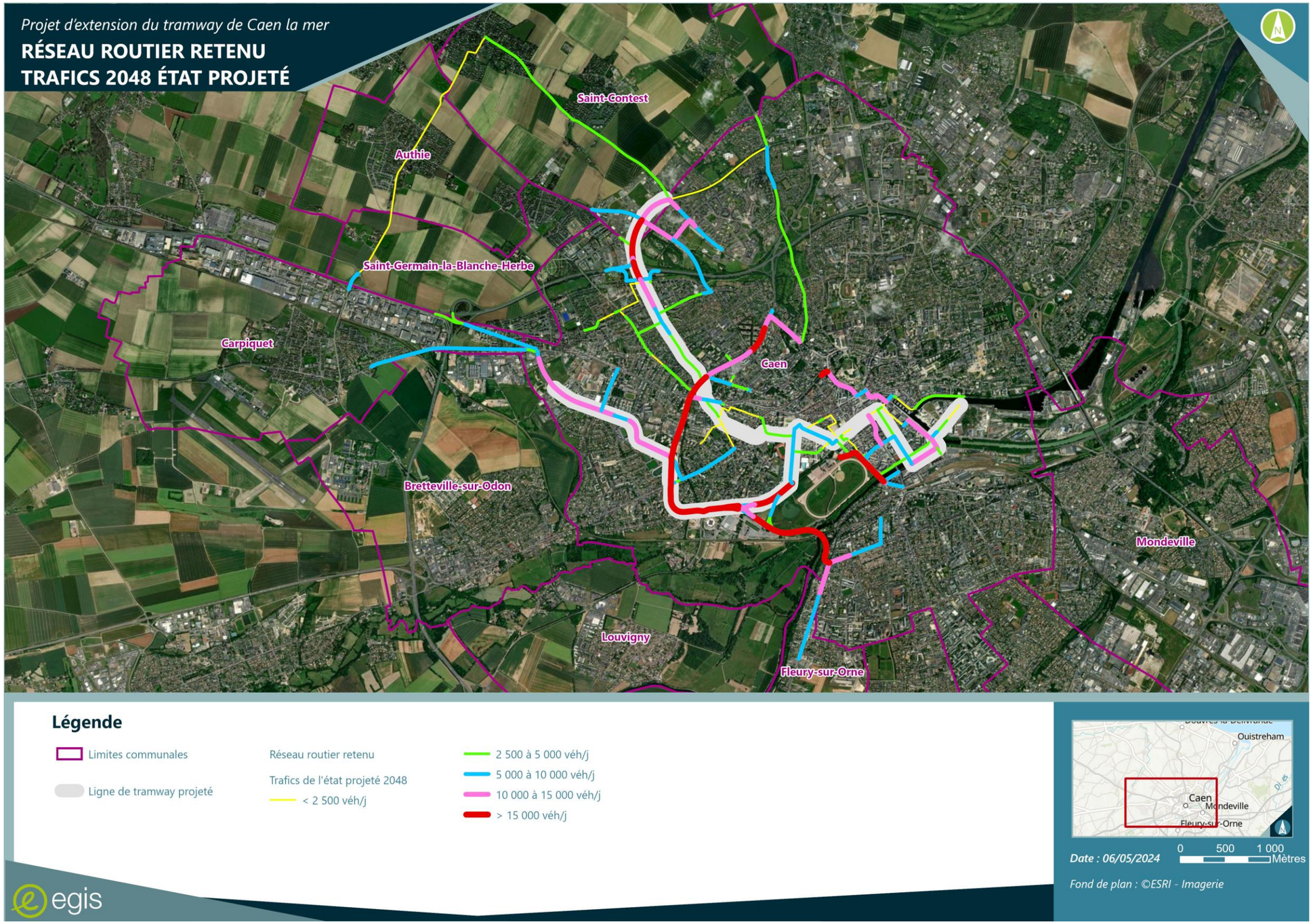
Trafics du fil de l'eau 2028 pour le réseau routier retenu Source : Egis



Trafics de l'état projeté 2028 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)



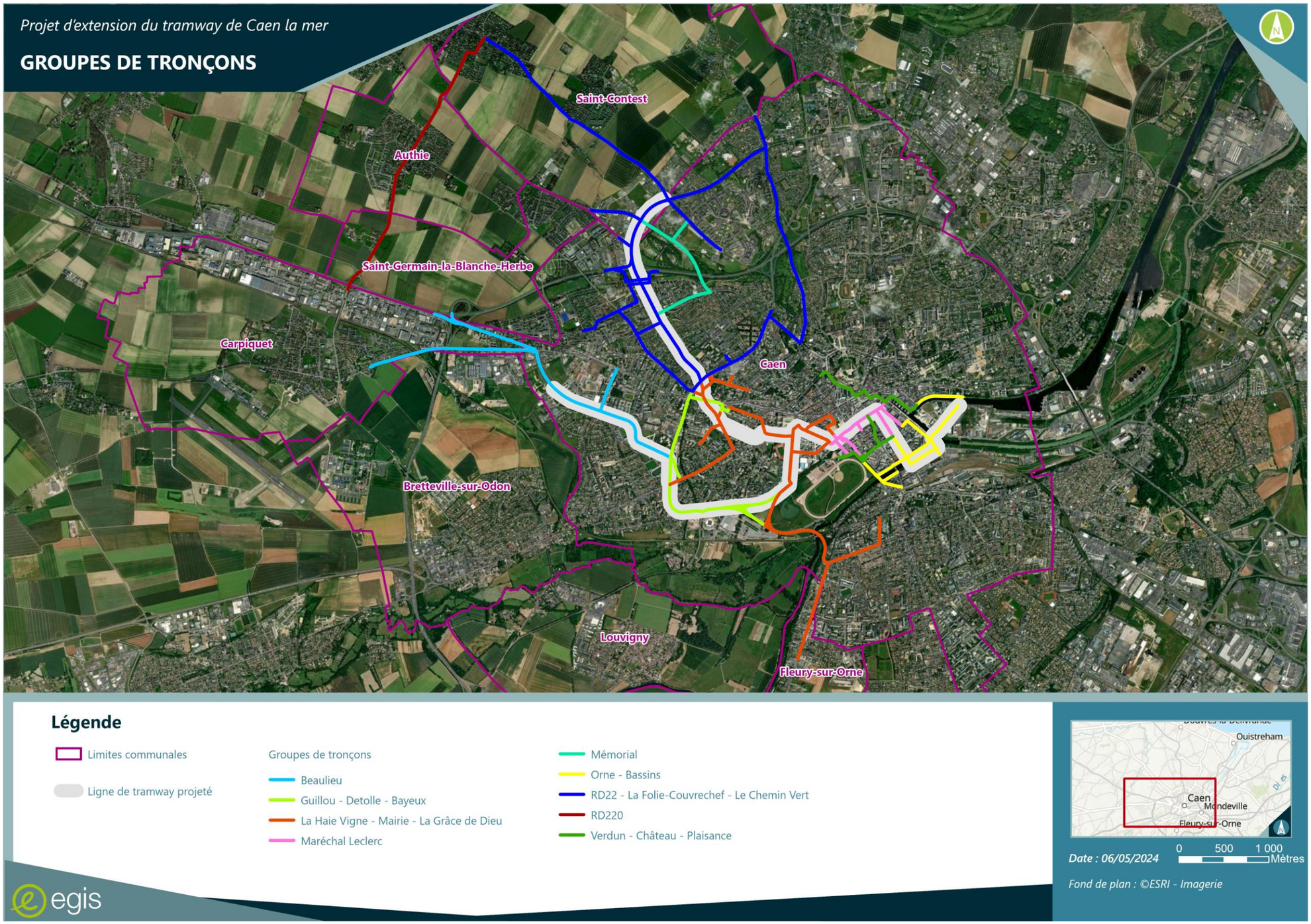
Trafics du fil de l'eau 2048 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)



Trafics de l'état projeté 2048 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)

Pour faciliter la compréhension et l'analyse des résultats, l'ensemble des tronçons a été réparti en 9 groupes présentés sur la figure ci-après :

- Le groupe ***Beaulieu*** compte 22 tronçons et un linéaire total de 5,9 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***Guillou – Detolle – Bayeux*** compte 30 tronçons et un linéaire total de 4,4 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***La Haie Vigne – Mairie – La Grâce de Dieu*** compte 74 tronçons et un linéaire total de 9,9 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 69 tronçons et 9,4 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe ***Mémorial*** compte 9 tronçons et un linéaire total de 2,1 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***Maréchal Leclerc*** compte 29 tronçons et un linéaire total de 2,2 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 25 tronçons et 1,8 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe ***Orne – Bassins*** compte 22 tronçons et un linéaire total de 3,8 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert*** compte 88 tronçons et un linéaire total de 16,2 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 87 tronçons et 16,1 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe ***RD220*** compte 14 tronçons et un linéaire total de 3,3 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***Verdun - Château - Plaisance*** compte 30 tronçons et un linéaire total de 2,6 km pour tous les scénarios.



Groupes de tronçons (Source : Egis)

Kilométrage parcouru

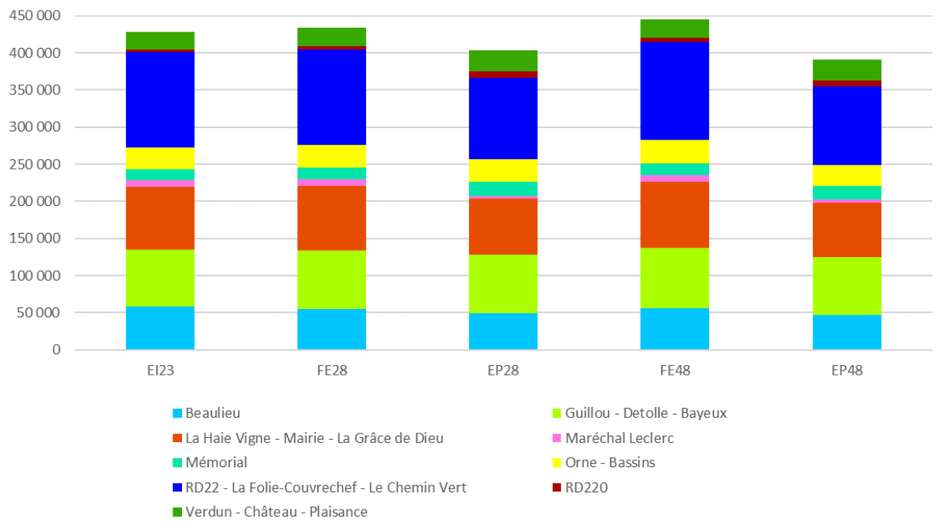
Le kilométrage parcouru[16] pour chacun des scénarios et les évolutions relatives sont présentés dans le tableau ci-dessous. Des évolutions inférieures à plus ou moins 5 % sont considérées comme peu significatives.

Groupes	Kilométrage parcouru					Evolution du kilométrage parcouru			
	EI23	FE28	EP28	FE48	EP48	(FE28-EI23)/EI23	(EP28-FE28)/FE28	(FE48-FE28)/FE28	(EP48-FE48)/FE48
Beaulieu	58 004	54 845	49 284	56 745	47 726	-5%	-10%	3%	-16%
Guillou - Detolle - Bayeux	77 383	79 089	78 873	80 751	76 949	2%	-0.3%	2%	-5%
La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu	84 096	86 793	75 372	89 041	73 911	3%	-13%	3%	-17%
Mémorial	14 899	15 528	18 596	15 573	18 046	4%	20%	0.3%	16%
Maréchal Leclerc	9 005	8 991	4 159	9 193	4 030	-0.2%	-54%	2%	-56%
Orne - Bassins	28 913	30 296	30 249	31 006	28 589	5%	-0.2%	2%	-8%
RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert	128 438	128 829	110 033	132 943	105 607	0.3%	-15%	3%	-21%
RD220	4 243	4 602	8 324	4 754	8 083	8%	81%	3%	70%
Verdun - Château - Plaisance	22 793	24 686	28 608	25 575	28 364	8%	16%	4%	11%
TOTAL	**427 774**	**433 659**	**403 498**	**445 581**	**391 306**	**1%**	**-7%**	**3%**	**-12%**

Source : Egis

Kilométrage parcouru

D'une manière générale, le kilométrage parcouru augmente faiblement entre l'état initial et les scénarios sans projet 2028 et 2048, respectivement +1 % et +3 %, comme le montre la figure ci-dessous. En revanche, le kilométrage parcouru diminue entre les horizons sans projet et les horizons avec projet, davantage pour 2048 (-12 %) que pour 2028 (-7 %).



Évolution du kilométrage parcouru (Source : Egis)

*Comparaison **État initial** 2023 versus **Fil de l'eau** 2028*

Sur la base de ces trafics et sans la réalisation du projet, le kilométrage globalement parcouru entre l'État initial 2023 et le Fil de l'eau 2028 augmenterait de +1 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Diminution faible pour le groupe Beaulieu (-5 %) ;
- Évolution non significative pour les groupes Maréchal Leclerc (-0,2 %) et RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (+0,3 %) ;
- Augmentation faible pour 6 groupes : Guillou - Detolle - Bayeux (+2 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (+3 %), Mémorial (+4 %), Orne – Bassins (+5 %), RD220 (+8 %) et Verdun - Château - Plaisance (+8 %).

*Comparaison **Fil de l'eau** 2028 versus **Fil de l'eau** 2048*

Sur la base de ces trafics et sans la réalisation du projet, le kilométrage globalement parcouru entre le Fil de l'eau 2028 et le Fil de l'eau 2048 augmenterait de +3 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Évolution non significative pour le groupe Mémorial (+0,3 %) ;
- Augmentation faible pour 8 groupes : Guillou - Detolle – Bayeux, Maréchal Leclerc et Orne – Bassins (+2 %), Beaulieu, La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu, RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert et RD220 (+3 %) et Verdun - Château - Plaisance (+4 %).

*Comparaison **Fil de l'eau** 2028 versus **État projeté** 2028*

Sur la base de ces trafics et avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer, le kilométrage parcouru entre le Fil de l'eau 2028 et l'État projeté 2028 diminuerait de -7 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Diminution très forte pour le groupe Maréchal Leclerc (-54 %) ;
- Diminution modérée pour 3 groupes : RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (-15 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (-13 %) et Beaulieu (-10 %) ;
- Évolution non significative pour 2 groupes : Guillou - Detolle – Bayeux (-0,3 %) et Orne – Bassins (-0,2 %) ;
- Augmentation modérée pour 2 groupes : Verdun - Château - Plaisance (+16 %) et Mémorial (+20 %) ;

[16] Le kilométrage parcouru correspond, pour un tronçon donné, au produit du trafic (TMJA) et de la distance parcourue.

- Augmentation très forte pour le groupe RD220 (+81 %).

*Comparaison **Fil de l'eau** 2048 versus **État projeté** 2048*

Sur la base de ces trafics et avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer, le kilométrage parcouru entre le Fil de l'eau 2048 et l'État projeté 2048 diminuerait de -12 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Diminution très forte pour le groupe Maréchal Leclerc (-56 %) ;
- Diminution modérée pour 3 groupes : RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (-21 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (-17 %) et Beaulieu (-16 %) ;
- Diminution faible pour 2 groupes : Orne – Bassins (-8 %) et Guillou - Detolle – Bayeux (-5 %) ;
- Augmentation modérée pour 2 groupes : Verdun - Château - Plaisance (+11 %) et Mémorial (+16 %) ;
- Augmentation très forte pour le groupe RD220 (+70 %).

4.1.4.2. Évaluation des émissions routières

Les émissions routières ont été évaluées selon la méthodologie COPERT (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Transport), dans sa version **COPERT 5**.

Le développement de COPERT est réalisé par EMISIA SA pour l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA) dans le cadre du consortium European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation.

Cette méthodologie comprend une bibliothèque de facteurs d'émissions unitaires qui expriment la quantité de polluants émis par un véhicule donné, sur un parcours donné d'un kilomètre, pour une année donnée. Ces facteurs d'émissions unitaires, exprimés en g/km, sont fonction de la catégorie du véhicule (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, bus, etc.), de son mode de carburation (essence, diesel), de sa cylindrée (ou de son poids total autorisé en charge pour les poids lourds), de sa date de mise en circulation (normes Euro) et de son âge, de sa vitesse et des conditions de circulation. Toutes ces caractéristiques sont déterminées par des parcs roulants. Pour déterminer ces émissions unitaires, des mesures des émissions sont effectuées en laboratoire pour différents cycles représentatifs de conditions réelles de circulation.

Concernant les particules, le calcul des émissions tient compte des émissions à l'échappement, ainsi que de celles provenant de l'abrasion des freins, des pneus, des routes. Actuellement, la méthodologie COPERT 5 n'inclue pas la mise en re suspension des particules (PM10 et PM2,5).

Les parcs retenus sont les parcs roulants de l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) de 2023, de 2028 et de 2048. Ces parcs ont été conçus à partir de travaux de recherche du début des années 2000 et sont régulièrement mis à jour. La dernière mise à jour a été réalisée en 2022 et couvre une période qui s'étend de 1970 à 2050[17].

Les parcs de l'IFSTTAR sont adaptés à la structure de calcul des émissions de l'outil COPERT 5.

L'évaluation des émissions routières reposent sur trois critères spécifiques présentant chacun un certain nombre d'incertitudes :

- Le trafic routier retenu sur le réseau routier étudié ;
- Les facteurs d'émissions sont incertains ou agrégés et ne prennent pas en compte avec assez de précision les spécificités locales (conditions météorologiques, topographie et état des routes, etc.) ou unitaires des véhicules (entretien, type de conduite, etc. ;
- Les parcs roulants sont représentatifs des données nationales et ne considèrent pas les spécificités d'ancienneté, de typologie et d'usage relatives à la sectorisation géographique (Paris et les petites et grandes couronnes franciliennes vs les secteurs ruraux hors agglomération, par exemple). Par ailleurs, les parcs prévisionnels reposent sur des anticipations statistiquement probables mais souvent altérées a posteriori par des évolutions conjoncturelles, politiques et sociétales.

Le cumul de ces incertitudes doit conduire à utiliser les valeurs déterminées avec prudence en favorisant davantage une analyse relative des résultats plutôt qu'une analyse absolue.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, **la méthodologie COPERT constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.**

4.1.4.3. Évaluation des teneurs en polluants

La dispersion des polluants et l'évaluation de leurs concentrations dans l'air ambiant ont été réalisées avec le modèle ADMS Roads v.5. Ce logiciel est un modèle de dispersion atmosphérique gaussien, dit de seconde génération, qui repose sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine de la qualité de l'air.

Utilisé, reconnu et validé en France et à l'international (plus de 1 000 utilisateurs), il bénéficie des résultats d'un groupe de chercheurs de Cambridge, le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), qui le développent depuis 1993. Il permet d'évaluer les teneurs des polluants réglementés en prenant en compte les effets complexes impliqués dans la dispersion atmosphérique : l'influence de la topographie, les effets « canyon », la

[17] En l'absence de parc roulant disponible pour l'année 2055, le parc roulant 2050 a été retenu.

description verticale de la turbulence atmosphérique, la nature des sols (rugosité), les phénomènes météorologiques complexes.

Ce modèle permet ainsi de répondre de manière complète à l'objectif de l'étude : estimation des concentrations moyennes annuelles, comparaison aux valeurs seuils définies dans la réglementation et estimation de l'exposition de la population.

Les données météorologiques utilisées reposent sur des systèmes standards de métrologie utilisées par les acteurs mondiaux de ce secteur, dont Météo France, en particulier, pour le territoire français. Cette métrologie est effectuée avec des équipements régulièrement contrôlés et calibrés afin de réduire la plus possible l'incertitude liée aux mesures.

Toutefois, les données météorologiques mesurées en un point donné ne peuvent être strictement représentatives que de ce site, sur le plan géographique, et que lors des mesures, sur le plan temporel. Étendre les valeurs mesurées à des sites proches et de nature similaire, de même qu'extrapoler les mesures à des périodes (jours, mois, année) crée obligatoirement une approximation, toutefois acceptable dans la présente étude.

Par ailleurs, ces données météorologiques fluctuent d'une année sur l'autre et les données d'une année particulière ne sauraient refléter le changement climatique en cours, ni anticiper sur les conditions météorologiques des années de mise en service (2028) et de mise en service + 20 ans (2048). L'usage d'un contexte météorologique identique pour les cinq scénarios crée donc un biais par rapport à la réalité, mais permet d'optimiser la comparaison de ces scénarios en s'affranchissant du critère météo.

Au-delà de l'incertitude liée à la météorologie retenue, les modèles gaussiens (dont ADMS, utilisé pour cette étude) présentent des limites pour les secteurs très proches des sources du fait de la turbulence importante inhérente à la création du panache de pollution et pour les secteurs très éloignés pour lesquels les proportions très faibles des polluants dans l'air sont difficilement quantifiables.

Dans les paramètres principaux utilisés par les modèles gaussiens, outre les émissions évoquées au paragraphe précédent et la météorologie (vent, stabilité atmosphérique) mentionnée ci-dessus, la rugosité a un rôle important. Elle permet de définir l'interaction des types de sol sur les écoulements des flux d'air : une surface importante d'eau (mer, lac) entravera très peu les déplacements des masses d'air, a contrario une futaie élevée ou les bâtiments d'une ville perturberont fortement les mouvements d'air et par conséquent la dispersion des polluants. Le plus souvent, une rugosité moyenne est retenue pour les modélisations de dispersion des polluants (c'est le cas dans la présente étude), mais la différenciation des typologies des sols peut s'avérer nécessaire pour des zones d'étude dont l'occupation des sols est très disparate, en termes de valeurs de rugosité. Mais quelle que soit la méthodologie retenue de détermination de la rugosité, l'approche demeure globale et ne tient pas compte précisément de l'échelle locale (haies, bâtiments, etc.).

Un autre critère, spécifique à ADMS, peut engendrer une nouvelle incertitude pouvant parfois être très importante. Il s'agit de la non-prise en compte des vents calmes (< 0.75 m/s) dans les calculs de modélisation. Dans certains contextes géographiques, cette proportion d'observations peut être majoritaire et conséquemment altérer les résultats de la dispersion. La version d'ADMS utilisée permet néanmoins de prendre en compte ces situations de vents calmes en utilisant des niveaux moyens de vents au droit des effluents.

Enfin, les valeurs de fond retenues pour les polluants proviennent de l'analyse des campagnes de mesure par capteurs passifs et également des valeurs mesurées par l'AASQA locale pour les polluants et les stations disponibles. Le report des incertitudes lié aux mesures est ainsi transféré sur les évaluations des concentrations.

Comme pour les calculs d'émissions, les différentes incertitudes précisées ci-dessus ne permettent de pouvoir afficher avec exactitude des niveaux de concentration des polluants dans l'atmosphère. L'analyse permettra toutefois une analyse relative précise et juste entre les scénarios étudiés.

Les conditions d'utilisation du modèle et les paramètres retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans le tableau ci-après.

Résolution

La grille de calcul se compose d'un maillage régulier fin sur l'agglomération de Caen de 5 850 points, soit une résolution de 100 m.

À proximité des axes routiers, ce maillage a été affiné avec l'ajout de 4 696 points de maillage placés sous forme de transects de part et d'autre du linéaire étudié pour l'état initial 2023 (4 696 points), les fils de l'eau 2028 et 2048 (4 696 points) et les états projetés 2028 et 2048 (4 904 points).

Les teneurs en polluant ont été évaluées en chaque point de cette grille.

Nature des sols

La nature des sols peut influencer la progression des panaches de polluants.

Dans le cadre de cette étude, la nature des sols a été caractérisée par une rugosité de 0,5 mètre sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette rugosité correspond à des zones urbaines à périurbaines.

Topographie

Compte tenu du relief peu marqué sur la zone d'étude, la topographie du site n'a été prise en compte dans le calcul de la dispersion atmosphérique.

Caractéristiques des polluants étudiés

Les polluants de type gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et benzène, etc.) ont été assimilés à des gaz passifs. Les particules et les métaux lourds ont été assimilés à des particules d'une densité de 5 000 kg/m^3 et de diamètres respectifs 10 µm et 2,5 µm.

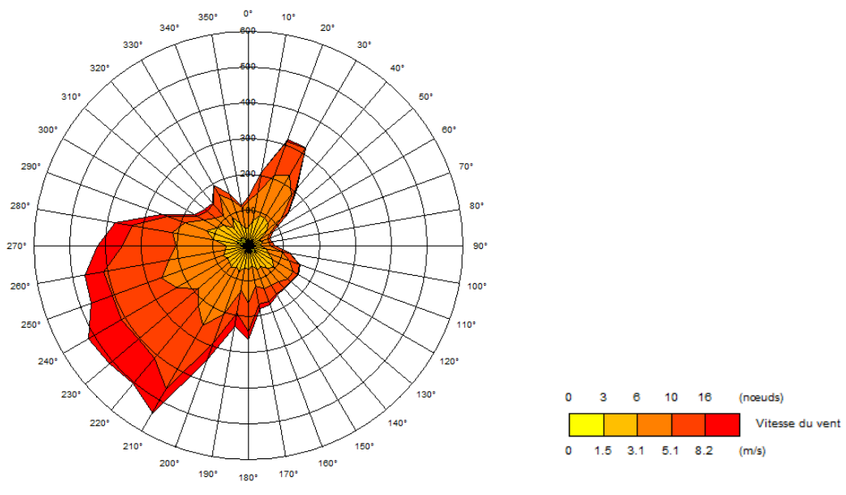
Teneurs de fond

Les teneurs de fond retenues correspondent aux teneurs moyennes de fond urbain mesurées en 2022 par Atmo Normandie à la station de Caen Chemin Vert.

- Dioxyde d'azote : 11,6 µg/m^3
- Particules PM_{10} : 13,7 µg/m^3
- Particules $PM_{2,5}$: 8,8 µg/m^3

Météorologie

Afin de décrire au mieux les conditions de dispersion, l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant s'est appuyée sur les données météorologiques tri-horaires (température, direction et vitesse du vent, nébulosité pour appréhender la stabilité Atmosphérique) relevées sur la station Météo France de Caen Carpiquet pour l'année 2023, année représentative des moyennes saisonnières.



Rose des vents pour la station de Caen Carpiquet - année 2023

Source : Egis - Météo France

Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique dans ADMS Roads

4.1.5. Méthodologie pour l'évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui permet la comparaison de différents horizons d'étude et différentes variantes de tracé eu égard à leurs impacts sur l'exposition potentielle de la population présente dans la bande d'étude. Il intègre ainsi, dans un même critère, les teneurs en polluants et la population potentiellement exposée.

L'IPP consiste à croiser les données de population avec les données de qualité de l'air (les teneurs en polluants issues des résultats du modèle de dispersion), afin d'obtenir une distribution spatiale de la population potentiellement exposée.

Il convient de préciser que cet indicateur s'utilise comme une aide à la comparaison de situation. Il n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique.

Le polluant retenu pour l'évaluation de l'IPP est le dioxyde d'azote.

Dans le cadre de cette étude, l'IPP a été évalué à l'horizon 2023 (***État initial 2023***), à l'horizon de mise en service 2028 (***Fil de l'eau 2028*** et ***État projeté 2028***) et à l'horizon lointain 2048, correspondant à la mise en service + 20 ans (***Fil de l'eau 2048*** et ***État projeté 2048***), conformément à la note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA.

Le calcul de l'IPP est soumis aux incertitudes relatives aux calculs de dispersion des polluants et aux incertitudes relatives au dénombrement des populations. Enfin, il a été considéré pour ces calculs que l'ensemble de la population est situé au niveau du sol. Les résultats sont donc surestimés.

4.2. ÉTUDE ACOUSTIQUE

Une étude acoustique dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par le groupement CSTB-ORFEA Acoustique en 2023-2024.

4.2.1. Généralités

4.2.1.1. Méthode de calcul prévisionnel

Le calcul des niveaux sonores en tout point du site étudié s'appuie sur une méthode de calcul prévisionnel conforme aux exigences des réglementations actuelles.

Cette méthode de calcul prend en compte le bâti, la topographie du site, les données acoustiques des trafics routiers et ferroviaires, ainsi que tous les phénomènes propres à la propagation des ondes sonores (réflexion, absorption, effets météorologiques, etc.).

4.2.1.2. Logiciel de calcul prévisionnel : CadnaA

Le logiciel CadnaA, conçu par DATAKUSTIK permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur.

Les méthodologies utilisées sont conformes aux recommandations de la Commission Européenne du 6 août 2003 « *relative aux lignes directrices sur les méthodes provisoires révisées de calcul du bruit du trafic routier* ».

Remarques importantes

La modélisation d'un site dans l'environnement a des limites. La prise en compte de certains facteurs dans les différents modèles, comme les trafics, la météo, l'absorption du sol et des bâtiments sont des paramètres moyennés conformément à la réglementation (pour les trafics et la météo) ou sont des contraintes imposées par le logiciel de calcul lui-même (absorption du sol et des bâtiments).

De plus, les trafics simulés se basent sur un spectre de bruit[18] moyen et par conséquent ne tient pas compte des différences entre les véhicules (différence d'autant plus importante en milieu urbain à vitesse relativement réduite où le bruit moteur est prédominant).

Outre les contraintes liées à la réglementation et aux limites du logiciel, ORFEA Acoustique ne maîtrise pas la précision des données apportées par le Maître d'ouvrage comme la topographie (courbes de niveaux et points altimétriques) et l'emprise des bâtiments.

Une modélisation n'est qu'une approche de la réalité. Par conséquent, des écarts sont à prévoir entre les mesures sur le terrain et les calculs lors de la modélisation.

4.2.2. Données d'entrée de la modélisation

4.2.2.1. Le terrain

Les levés topographiques sont issus du RGE ALTI de l'IGN.

4.2.2.2. Les Infrastructures de transports

Les tracés des infrastructures existantes sont issus de la BDTOPO de l'IGN.

Les tracés futurs ont été transmis par TRANSAMO le 29/03/2024.

4.2.2.3. Le bâti et protections actuelles

Les emplacements, le type et la hauteur des bâtiments et des protections actuelles sont issus de la BDTOPO de l'IGN, complétée d'un repérage in-situ et par examen de vues aériennes.

4.2.2.4. Méthode de prévision du bruit routier

La modélisation CadnaA utilise la méthode française de prévision du bruit routier NMPB-2008.

4.2.2.5. Nature du revêtement

Le type de revêtement intervient sur la puissance acoustique des sources et sur la forme du spectre (répartition en fréquence) du bruit routier. Un revêtement classique de type R2 a été retenu dans l'étude.

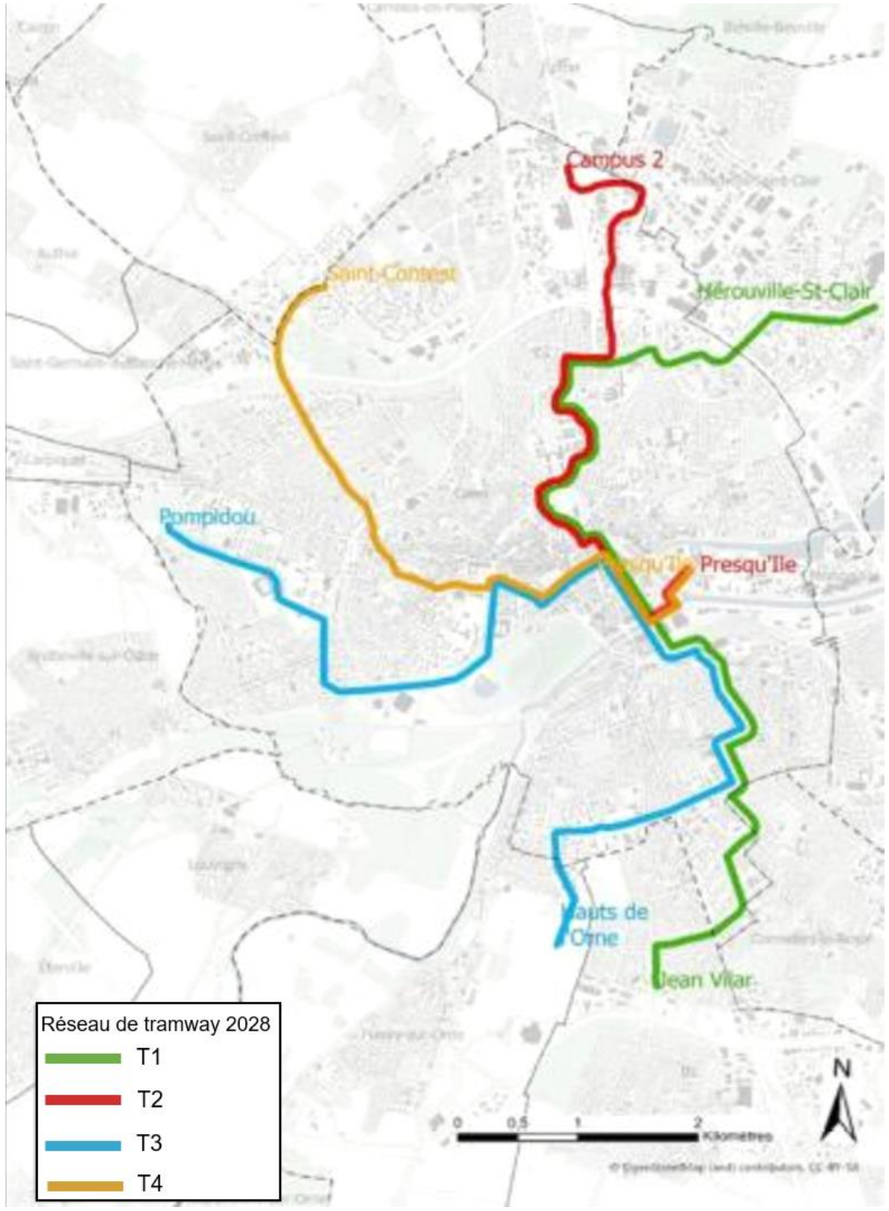
4.2.2.6. Trafic et type de circulation

Pour l'état actuel, les données de trafic moyen journalier annuel (TMJA) sur les voies sont issues :

- Prioritairement à partir des données trafic moyen journalier ouvrable (TMJO) issues d'une semaine de comptage routier effectué par CD VIA en septembre 2023. Le TMJA est alors calculé en considérant qu'il correspond à 0,92 TMJO ;
- Pour les voies non concernées par des comptages hebdomadaires, à partir de données de trafic utilisées pour l'établissement des Cartes de Bruit Stratégiques (CBS) réalisées en 2019 par ORFEA Acoustique pour Caen la mer ;
- En dernier lieu, à partir des données mesurées par ORFEA Acoustique sur 24h en 2023, jugées représentatives du TMJA.

[18] Le spectre de bruit d'un véhicule peut être vu comme sa signature acoustique

Les trafics prévisionnels des différentes lignes de tramway et leurs fréquences de passage considérés sont les suivants.



Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T1	Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T2	Lundi à vendredi	30	20	8	8	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T3	Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T4	Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Pour les valeurs d'émission acoustique du tramway, les données sont issues de mesures in-situ réalisées sur un autre site, conformément à la norme ISO3095 (à 7,5m de la voie pour une vitesse de référence de 50 km/h, selon deux hauteurs).

Les valeurs en tiers d'octave sont présentées dans le tableau suivant :

Hauteur	1.2m	3.5m
31,5 Hz	24,8	23,9
40 Hz	25,0	24,2
50 Hz	28,8	28,0
63 Hz	31,6	30,1
80 Hz	34,1	32,8
100 Hz	36,6	38,8
125 Hz	39,2	41,9
160 Hz	52,4	53,4
200 Hz	51,6	52,9
250 ,Hz	54,4	54,2
315 Hz	59,0	56,4
400 Hz	60,1	57,4
500 Hz	60,3	58,9
630 Hz	66,6	64,9
800 Hz	66,9	66,5
1000 Hz	69,5	70,8
1250 Hz	70,5	69,2
1600 Hz	68,4	65,3
2000 Hz	65,3	65,1
2500 Hz	68,2	72,2
3150 Hz	64,2	65,5
4000 Hz	63,5	63,8
5000 Hz	60,1	60,2
Global	78 dBA	78 dBA

4.2.2.7. Nature du sol

D'après la réglementation, l'effet de sol doit être pris en compte et entre dans le modèle de prévision du bruit.

Sur le périmètre d'étude, la nature d'occupation du sol est issue du référentiel externe Corinne Land Cover (CLC). Les revêtements routiers sont considérés comme réfléchissants et les surfaces en eau très réfléchissantes.

4.2.2.8. Conditions météorologiques

Est défini par « occurrence » le pourcentage de long terme traduisant les conditions favorables à la propagation sonore. En effet, il donne une représentation moyenne de la situation météorologique du site étudié pour des variations des gradients de température et du vent.

Le modèle a été calé suivant les conditions météorologiques représentatives du jour des mesures.

Pour les situations aux horizons 2028 et 2048 avec et sans projet et conformément à la méthode de calcul NMP2008, les valeurs d'occurrences de Caen (préenregistré dans CadnaA) ont été utilisées.

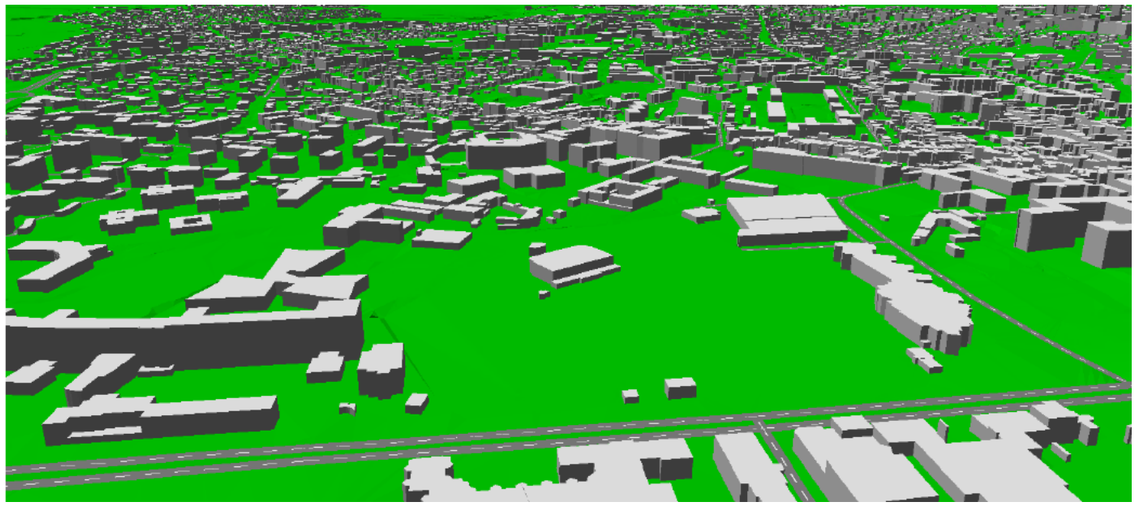
Pays: France

Valeurs d'occurrences météo. favorables: Caen (3)

	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
Jour:	33	29	28	29	29	31	34	39	45	50	55	56	55	54	52	49	44	39
Soir:	58	51	50	49	47	44	42	41	44	50	56	57	58	62	64	68	68	64
Nuit:	39	33	33	33	34	37	42	49	55	63	69	71	70	68	66	60	54	47

4.2.2.9. Création du modèle

L'illustration suivante représente le modèle créé en lien avec l'état initial :



Vue 3D de la modélisation informatique

4.2.3. Validation du modèle informatique

Conformément au Manuel du Chef de Projet du guide « Bruit et études routières » publié par le CERTU/SETRA, un modèle est représentatif de la réalité lorsque l'écart entre le calcul et la mesure est inférieur ou égal à 2.0 dB(A).

Le modèle a été calé sur les indicateurs LAeq Jour et LAeq Nuit. Les valeurs sont présentées arrondies au dixième.

Point de mesure	Niveau mesuré et recalé TMJ S13 2022 en dB(A)		Niveau simulé TMJ S13 2022 en dB(A)		Delta Différence entre niveau simulé et niveau recalé	
	L_{Aeq} Jour	L_{Aeq} Nuit	L_{Aeq} Jour	L_{Aeq} Nuit	L_{Aeq} Jour	L_{Aeq} Nuit
LD1	66,8	57,2	67,0	56,8	0,2	-0,4
LD2	54,8	45,0	56,8	46,8	2,0	1,8
LD3	67,4	58,3	69,0	58,1	1,6	-0,2
LD4	63,0	54,4	64,5	53,8	1,5	-0,6
LD5	63,3	56,6	64,7	56,2	1,4	-0,4
LD6	64,8	56,3	66,2	57,8	1,4	1,5
LD7	60,4	49,2	62,2	51,8	1,8	2,6
LD8	52,1	33,5	53,3	44,6	1,2	11,1
LD9	49,3	38,8	51,3	41,9	2,0	3,1
LD10	58,4	48,8	59,5	50,6	1,1	1,8
LD11	53,5	42,5	55,5	45,4	2,0	2,9
LD12	54,1	44,5	56,1	44,9	2,0	0,4
LD13	57,9	48,0	59,9	49,2	2,0	1,2
LD14	49,0	36,4	50,1	39,8	1,1	3,4
LD15	62,5	55,1	64,3	56,4	1,8	1,3
LD16	59,5	53,6	59,5	50,2	0,0	-3,4

Détail du calage du modèle numérique

L'écart entre la période nuit et la période jour étant supérieur à 5 dB(A), c'est la période jour qui est dimensionnante.

Dans la majorité des cas, l'écart apparaît inférieur à 2,0 dB(A).

Dans tous les cas, les écarts sont dus à la prise en compte de plusieurs paramètres :

- Les incertitudes des mesures selon la classe de l'appareil de mesure utilisé ;
- Les incertitudes liées aux conditions météorologiques lors de l'intervention ;
- Les incertitudes de recalage sur les mesures ;
- Les approximations effectuées pour les calculs du logiciel ;
- Certains points sont relativement éloignés des voies et subissent l'influence d'autres sources de bruit, non prises en compte dans la simulation. Cet aspect n'est pas préjudiciable pour les résultats puisque la modélisation porte essentiellement sur les infrastructures prédominantes ;
- Certains obstacles ne sont pas pris en compte dans la modélisation. C'est le cas de certaines murettes par exemple.

Le modèle est donc globalement cohérent avec les niveaux mesurés et est suffisamment représentatif de la réalité. Il est donc validé.

4.3. ÉTUDE VIBRATOIRE

Une étude vibratoire dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par le groupement CSTB-ORFEA Acoustique en 2023-2024.

L'étude du risque des impacts vibratoires porte sur l'ensemble des bâtiments riverains du projet (présents sur une bande de 120 m de large autour du tracé de la future ligne de tramway).

Pour chaque bâtiment, l'étude évalue les niveaux vibratoires et les niveaux de bruit solidien émis, puis sélectionne la typologie de solutions antivibratiles nécessaire au respect des objectifs du projet. Ces différentes étapes ont permis une première évaluation des niveaux vibratoires, ainsi qu'un premier linéaire de poses de voie antivibratiles, associés à la conception du tracé établie en début de phase AVP.

L'étude vibratoire à l'état projet reprend l'ensemble des données d'entrées et met à jour l'ensemble des résultats précédemment établis. La méthodologie générale est présentée dans le diagramme ci-après.

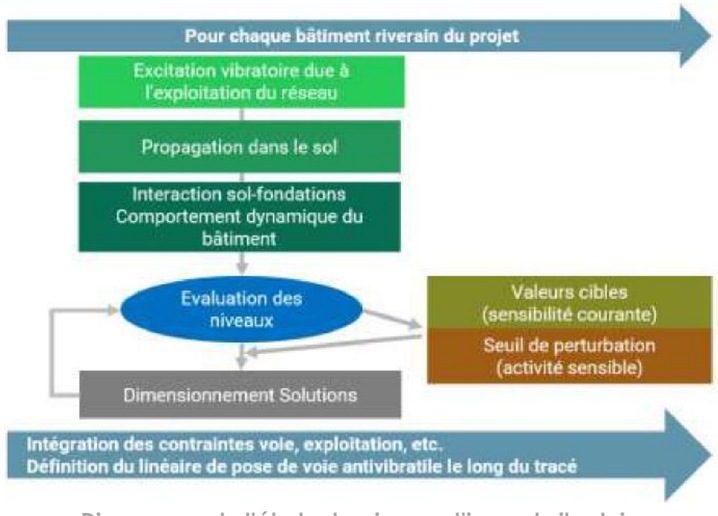


Diagramme de l'étude des risques d'impact vibratoire

Il est à noter, à l'état projet, que le dimensionnement des solutions antivibratiles n'est pas réalisé. Cette étude se base sur les performances des solutions antivibratiles représentant les différentes typologies de solutions définies par le maitre d'œuvre.

Termes sources

L'excitation est représentée par un spectre de densité linéique de forces défini à partir d'un gabarit de rugosité faible. Ce gabarit est fixé à partir de mesures réalisées sur deux sites du réseau de tramway de Caen. Ce gabarit suppose une maintenance soutenue du réseau afin de maintenir une rugosité du rail faible.

Les appareils de voie (ADV) sont pris en compte via une augmentation forfaitaire de 3 dB du terme source (spectre de densité de force). Cette augmentation est appliquée dès lors que le bâtiment se situe au droit d'un point de la voie dont la distance au cœur de l'ADV est inférieure à la longueur du matériel roulant.

Comportement dynamique du sol

Comme précédemment, la propagation des vibrations dans le sol est représentée par une mobilité linéique de transfert. Cette grandeur permet de traduire le niveau vibratoire généré par le passage du tramway lorsqu'elle est couplée à une densité linéique de forces.

La mobilité linéique est issue de l'intégration des mobilités ponctuelles définies entre la voie et un point en façade du bâtiment. Les mobilités ponctuelles proviennent d'une caractérisation expérimentale des sols, réalisée en octobre 2023 sur un ensemble de 14 sites répartis sur l'ensemble du tracé du projet.

Comportement dynamique des bâtiments

Deux phénomènes sont observés pour les bâtiments et représentent le transfert vibratoire entre le sol et les fondations (FT2) et le transfert vibratoire entre les fondations et le plancher du local sensible (FT3).

Pour les sites de sensibilité courante, les fonctions de transfert mises en œuvre sont issues de la base de données Vibra-123, telles que retranscrites dans le projet RIVAS. Ces fonctions de transfert, communément utilisées dans les études vibratoires, sont classées en fonction du type de bâtiment (maison, petit ou grand immeuble) et du type de sol (dur, moyen ou mou). À noter, l'impossibilité d'identifier le type de plancher d'un local amène à sélectionner la fonction de transfert FT3 pour laquelle le niveau vibratoire global estimé dans les locaux est maximum.

Pour les sites spécifiquement sensibles (Théâtre, Conservatoire, Centre Chorégraphique National de Caen en Normandie -CCNCN- et laboratoire LABEO), les fonctions de transfert utilisées proviennent d'une caractérisation expérimentale in situ. Le niveau de précision des modélisations pour ces sites est ainsi largement amélioré.

Valeurs cibles applicables

En l'absence de réglementation, les valeurs cibles font office de seuils pour les niveaux vibratoires et de bruit solidien (bruit rayonné par les parois d'un local soumis aux vibrations).

Ces valeurs cibles sont adaptées à l'activité abritée dans les locaux, qu'elle soit de sensibilité courante (sommeil, concentration, etc.) ou spécifique (représentation non amplifiée, mesure de précision, etc.).

Pour les sites de sensibilité courante, les valeurs cibles sont issues de guides de référence, qui fournissent un jeu de valeurs cibles en fonction du type d'activité et du type d'exposition (perception tactile des vibrations ou perception auditive du bruit solidien). Les valeurs cibles retenues pour le projet sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Il est important de noter que des objectifs de confort vibratoire trop élevés peuvent pénaliser le projet, dans le sens où ils amèneraient les études vibratoires à préconiser des dispositifs antivibratiles très contraignants, d'un point vue technique et financier. À l'inverse, des valeurs cibles trop basses pourraient aboutir à des situations d'inconfort inacceptable pour les riverains les plus exposés. Ainsi, les seuils proposés sont définis sur la base d'un compromis entre les deux tendances.

Lieux et type d'activité	Valeur Cible Bruit solidien (dB(A) [réf 2e-5 Pa])	Valeur Cible Vibrations (dB [réf 5e-8 m/s])
Résidences Activité de sommeil	35	66
Bureaux, Écoles Activité de concentration	40	72

Valeurs cibles retenues pour les sites de sensibilité courante

Dans le cas d'une sensibilité spécifique, une visite du site a permis de caractériser la sensibilité des activités en collaboration avec leurs responsables. Les valeurs cibles issues de ces caractérisations sont retranscrites dans le tableau ci-après.

Pour les sites dont la sensibilité est portée par le bruit solidien, il est préconisé de ne pas dépasser un niveau global de bruit solidien fixé à 25 dB(A) (dB référencé à $2e^{-5}$ Pascal, pondéré A). La cible retenue pour la perception tactile des vibrations est celle liée aux activités de concentration (72 dB référencé à $5e^{-8}$ m/s).

Pour les activités sensibles abritées sur le site du laboratoire LABEO, les observations ont permis de fixer un seuil de perturbation à 54 dB référencé à $5e^{-8}$ m/s. La sensibilité au bruit solidien est ajusté aux activités de bureau dont la cible est 40 dB(A), référencé à $2e^{-5}$ Pa.

Lieux et type d'activité	Valeur Cible Bruit solidien (dB(A) [réf 2e-5 Pa])	Valeur Cible Vibrations (dB [réf 5e-8 m/s])
Théâtre Représentation non amplifiée	25	69
Conservatoire Représentation non amplifié	25	69
Conservatoire Enseignement	25	72
CCNCN Représentation non amplifiée	25	69
Labéo Mesure de précision	40	54

Récapitulatif des valeurs cibles retenues pour les sites sensibles

4.4. ÉTUDE ECOLOGIQUE

Une étude écologique dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par le bureau d'études spécialisé ExEco Environnement en 2023-2024.

4.4.1. Définition des focus d'inventaires

L'étude faune-flore a porté sur l'ensemble de la zone d'étude (tracé retenu et abords) et, pour certaines zones, a pris la forme de focus : zones dites « à plus fort intérêt potentiel d'un point de vue faunistique et/ou floristique ». Ces zones présentent des milieux ou un agencement plus accueillant pour la faune et la flore. La probabilité de recenser une diversité d'espèces et/ou des espèces patrimoniales est plus importante. Ces focus ont fait l'objet d'une attention plus poussée lors de toutes les campagnes de terrain. Ainsi, 7 focus ont donc été identifiés :

- Focus 1 : l'échangeur du Chemin vert et les parkings attenants,
- Focus 2 : la maison dite « du Général » et son jardin, rue Damozanne,
- Focus 3 : la périphérie Sud du lycée Malherbe et l'Ouest de la Prairie (parking des tritons),
- Focus 4 : le boulevard Bertrand et la place Gambetta,
- Focus 5 : la zone du Nouveau Bassin sur la Presqu'Île (étudiée mais non conservée pour la suite de l'étude),
- Focus 6 : le boulevard Georges Pompidou au niveau du Parking Beaulieu,

- Focus 7 : les parcs de résidences du Père Jamet et Sainte Bernadette à l'Établissement Public de Santé Mentale de Caen.

Le reste du tracé a néanmoins fait l'objet de parcours attentifs à chaque campagne afin de vérifier qu'aucune espèce à intérêt n'y soit observée.



Carte de localisation des focus d'inventaires Faune-Flore

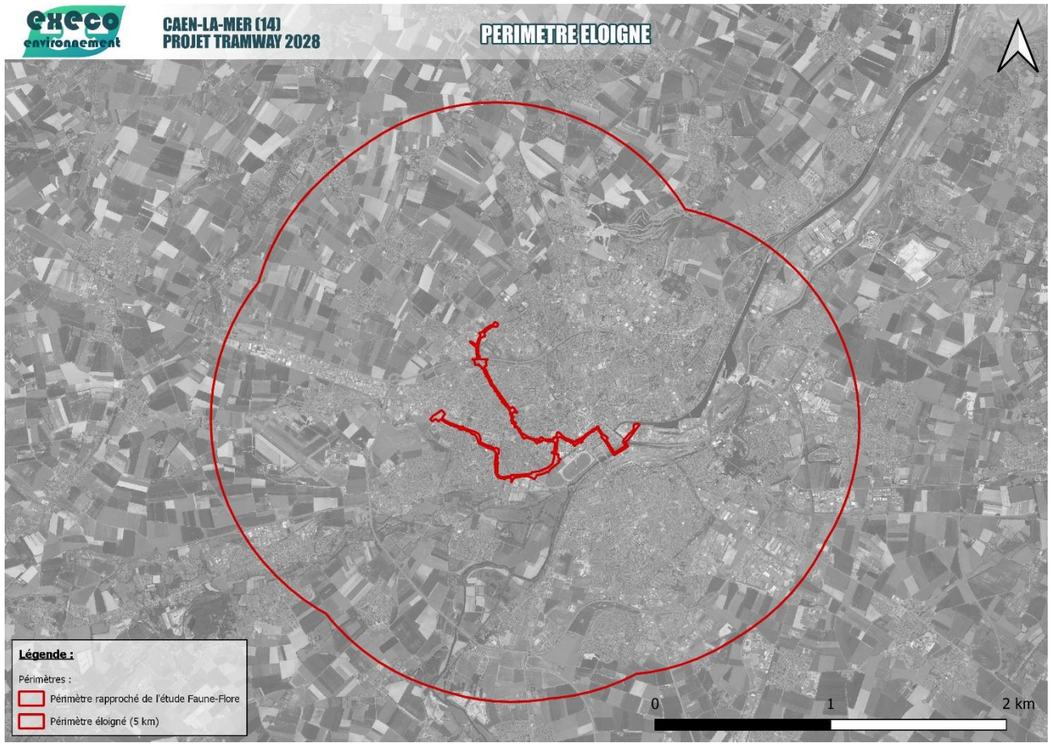
4.4.2. Recueil de données bibliographiques

Concernant le recueil de données bibliographiques, cette étape avait pour objectif de faire le bilan des connaissances disponibles sur le périmètre d'étude et ses abords immédiats en termes de patrimoine naturel (habitats, faune et flore), de zones humides et de fonctionnalités écologiques (TVB).

Ce prédiagnostic environnemental est réalisé sur les thématiques suivantes :

- les documents cadres tel que le SRCE de Basse-Normandie,
- les inventaires, classements et protections du patrimoine naturel (ZNIEFF de type I et II, Natura 2000 directives Habitats et Oiseaux, RAMSAR, Parcs Naturels – régionaux, nationaux, géoparcs, marins – Réserves, etc),
- les données naturalistes existantes (rapports et bases de données accessibles issues de différentes structures telles que le Conservatoire d'Espaces Naturels, les associations locales (GONm, CBNB, GMN…) ou autres (Cettia, Faune-France)),
- le milieu physique (géologie, relief, hydrologie & zones inondables, zones humides potentielles, remontées de nappes, l'occupation du sol (Corine Land Cover).

Cette approche sur le périmètre éloigné (en moyenne 5 km) permet, si besoin, d'ajuster le périmètre des investigations de terrain aussi appelé le périmètre rapproché.



Périmètre d'étude éloigné

Caen la Mer a aussi pu transmettre à ExEco Environnement d'une part la couche d'alerte « flore vasculaire » du CBN de Brest (Janvier 2022, Bousquet T. et Guyader D.), d'autre part les données d'inventaire des chiroptères

4.4.3. Recueil de données naturalistes

Les données analysées sont celles de la Base de Données OpenObs de l'INPN (Licence Ouverte etalab), mises en valeurs avec une analyse de statuts issue de la BD-STATUTS de l'INPN (v16). Attention : la BD Statuts n'a pas vocation à être utilisée aux phases suivant le Pré-Diagnostic car elle n'est pas nécessairement à jour des dernières évolutions ou pré-validations ; de même la Base OpenObs contient les inventaires de la plateforme SINP (Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine Naturel), aussi il ne s'agit pas d'inventaires exhaustifs, et toutes les données ne font pas l'objet d'une validation ; ces bases constituent toutefois un outil qui vise une analyse globale et de dégager les enjeux d'un territoire.

4.4.4. Méthodologie appliquée sur l'état initial sur le périmètre rapproché

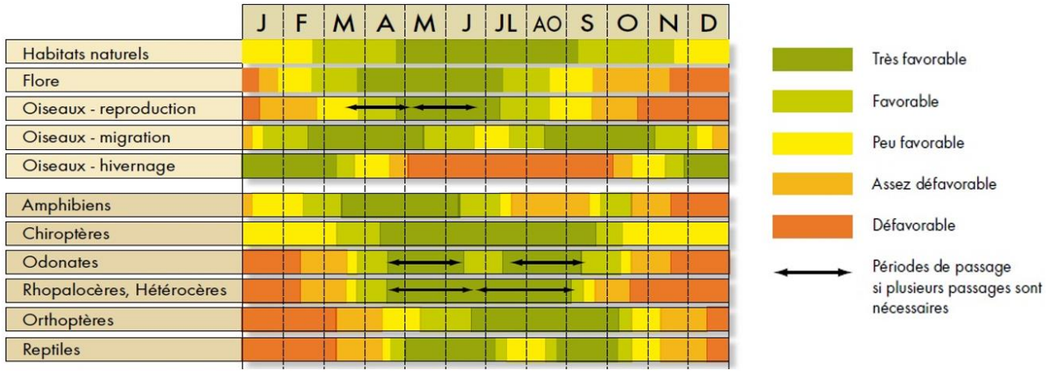
4.4.4.1. Conditions de mises en œuvre et date des inventaires

- **Modalités de principe**

Sur le principe, une étude portant sur les milieux naturels, la flore et la faune repose sur des investigations de terrain qui doivent couvrir une période représentative du cycle biologique. Cela signifie qu'il faut rechercher à y intégrer des périodes au moins favorables.

Le tableau ci-après résume les périodes plus ou moins favorables pour l'observation de différents groupes biologiques de la flore et de la faune. Ce calendrier peut faire l'objet d'ajustements en fonction des conditions climatiques particulières d'une année sur l'autre ou bien en fonction du secteur géographique concerné.

Par ailleurs, selon la nature et la variété des habitats représentés dans la zone d'étude et ses abords immédiats, des choix peuvent s'opérer sur le degré de diversité des groupes biologiques à inventorier et sur l'ampleur de la pression de prospection à mettre en œuvre (nombre de campagne de terrain).



Les campagnes de terrain mobilisent, le plus souvent, 2 écologues du bureau d'études ExEco Environnement. Cela vise à obtenir une pression de prospection adaptée tant en quantité qu'en qualité en mobilisant des écologues naturalistes dotés d'un certain niveau de polyvalence mais aussi de compétences spécifiques pour certains groupes biologiques.

Modalités d'application pour l'étude

Les dates des campagnes de terrain, le personnel mobilisé et les conditions météorologiques sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Dates	Observateurs	Conditions météorologiques
Le 2 février 2023	MORIN Elodie CHESNEL Maxime ROMET Martin	Températures diurnes : de 5 à 10°C Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Nuageux avec quelques rayons de soleil
Du 20 au 21 avril 2023 Incluant nocturne le 20 avril 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : de 5 à 10°C le matin, de 10 à 15°C l'après-midi (nocturnes : de 5 à 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Ciel dégagé
Du 25 au 26 mai 2023 Incluant nocturne le 25 mai 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 13°C le matin, 20°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Calme/léger avec quelques brises Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Ciel dégagé
Du 4 au 6 juillet 2023 Incluant nocturnes les 4 et 5 juillet 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 15 à 20°C le matin, 20 à 25°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Quelques averses notamment dans la nuit du 4 Couverture nuageuse : Passages nuageux Remarques : Températures basses par rapport aux moyennes de saison. Beau temps dans l'ensemble le 5 juillet 2023
Le 22 septembre 2023 Incluant nocturnes les 22 et 23 septembre 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 15 à 20°C le matin, 20 à 25°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Quelques pluies éparses Couverture nuageuse : Passages nuageux

Les groupes biologiques investigués de manière plus spécifique en fonction de la saisonnalité de leur exigence écologique lors des différentes campagnes de terrain sont repris dans le calendrier ci-après. Cela n'empêche pas de noter également quelques observations opportunistes pour d'autres groupes biologiques.

Campagnes	Groupes ciblés	Observations opportunistes
Le 2 février 2023	Oiseaux hivernants Amphibiens précoces Chiroptères (gîtes d'hiver) Insectes (indices de présence du grand capricorne)	Mammifères
Du 20 au 21 avril 2023 Incluant nocturne le 20 avril 2023	Oiseaux nicheurs (IPA) Amphibiens Flore printanière	Mammifères Reptiles Insectes (odonates, lépidoptères, autres)
Du 25 au 26 mai 2023 Incluant nocturne le 25 mai 2023	Oiseaux nicheurs (IPA) Mammifères chiroptères Habitats Flore printanière Reptiles Insectes (odonates, lépidoptères, autres)	Mammifères
Du 4 au 6 juillet 2023 Incluant nocturnes les 4 et 5 juillet 2023	Oiseaux (dont nocturnes) Mammifères chiroptères Flore estivale Insectes (lépidoptères, odonates, orthoptères)	Mammifères Amphibiens Reptiles
Le 22 septembre 2023	Flore tardive Oiseaux migrateurs Insectes (orthoptères) Reptiles Sondages pédologiques	Insectes (lépidoptères, odonates) Mammifères Amphibiens

4.4.4.2. Expertise floristique (habitats et espèces)

Méthodologie des inventaires floristiques

- **Habitats**

Une étape préliminaire à l'aide de photographie aérienne permet de préparer et optimiser le parcours préférentiel in situ de l'aire d'étude parmi les grands types d'habitats distinguables. En parallèle à l'étude de la flore proprement-dite, le parcours sur le terrain de la zone d'étude en saison favorable permet de relever les espèces caractéristiques des différentes formations végétales représentées et de définir leur délimitation géographique.

Les formations végétales sont ensuite rattachées aux référentiels typologiques de référence que sont CORINE Biotopes (BISSARDON et al. 1997) et EUNIS (LOUVEL et al., 2013). En fonction de leur nature et de leur typicité, il est également indiqué si elles peuvent correspondre à des habitats de l'Union Européenne (pré-codés UE) tels que listés dans le manuel d'interprétation EUR15 et sa mise à jour EUR28 ainsi que dans les cahiers d'habitats au titre de la Directive « Habitats » pour le réseau Natura 2000.

- **Flore**

L'ensemble de la zone d'étude est parcouru lors de campagnes de terrain en saison favorable afin de relever les listes floristiques. Les espèces floristiques recensées sont celles de la flore vasculaire c'est-à-dire les spermaphytes et les ptéridophytes dans les formations végétales représentées.

La localisation des espèces végétales à statut particulier, c'est-à-dire celles qui sont considérées comme patrimoniales et celles qui sont considérées comme invasives ou exotiques envahissantes est également notée.

4.4.4.3. Expertise faunistique

Méthodologie des inventaires faunistiques

- **Oiseaux**

Les investigations de terrain du point de vue qualitatif mettent en œuvre des observations directes d'individus à vue, à l'œil nu et aux jumelles ainsi qu'à l'oreille. Ces observations se font lors de parcours itinérants en se déplaçant sur l'ensemble du site ainsi que sur des points fixes afin d'échantillonner les différents habitats représentés. Des techniques de quantification relative sont mises en œuvre pour les oiseaux en période de nidification via des protocoles de type IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) ou EFP (Échantillonnage Fréquentiel Progressif).

Les observations notées concernent également les signes de présence tels que plumes, nids, coquilles d'œufs, pelotes de rejection, fientes, empreintes. Les pelotes de rejection sont d'ailleurs un bon indice pour appréhender la fréquentation du site par les rapaces nocturnes en complément des écoutes nocturnes et, du fait de l'examen de leur contenu, cela renseigne sur les populations de micromammifères chassés.

Les types de contact (individu isolé, couple, poussin…) sont indiqués pour pouvoir évaluer la nature de la fréquentation du site selon la période d'inventaire considérée (nidification, hivernage, migration). Les observations portant sur des espèces à statut patrimonial font l'objet d'une précision plus forte en termes de localisation et de quantification des effectifs. Lors des campagnes de reproduction (printemps et été), un « code atlas nicheur » est attribué à chaque espèce. Ce code est un outil utilisé par les atlas des oiseaux nicheurs (régionaux ou nationaux) et permet d'être plus précis dans la caractérisation de la reproduction des espèces sur un site ou une maille standardisée d'un atlas. Les codes atlas disponibles sont standardisés et suivent l'architecture classique : nicheur possible (codes 2 à 3), nicheur probable (codes 4 à 10), nicheur certain (codes 11 à 19). Le code atlas le plus élevé observé sera celui qui sera retenu pour chaque espèce.

- **Mammifères non-chiroptères**

Les grands et moyens mammifères sont recensés lors de parcours systématiques de la zone d'étude avec des observations directes d'individus à vue à l'œil nu et aux jumelles, des moyens indirects de type auditif ou via des relevés d'indices de présence tels que des empreintes, des coulées, des passages préférentiels, des reliefs de repas, des fèces, des terriers… Pour les micromammifères, cela repose notamment sur la recherche puis l'examen du contenu de pelotes de réjection de rapaces nocturnes.

- **Mammifères chiroptères**

Précisions sur le matériel

Pour ce type d'écoute, des enregistrements d'ultrasons sont réalisés grâce à un système de détecteur/enregistreur automatique, composé d'un boitier de modèle SM4BAT FS Wildlife Acoustics raccordé à un microphone SMM-U2 par un câble. Cet équipement est paramétré pour fonctionner durant toute la nuit plus une marge d'une heure par rapport au lever et au coucher du soleil.





Cette approche permet de caractériser assez précisément la diversité (nombre d'espèce) des chiroptères fréquentant la zone du point d'écoute.

Analyse via le logiciel SonoChiro®

Après chaque nuit d'enregistrement, les données au format WAV stockées sur cartes SD par le détecteur automatique sont transférées sur l'ordinateur. En une nuit, la quantité d'information récoltée peut être très importante.

De façon à réaliser un premier tri des données, celles-ci sont d'abord traitées par un logiciel spécialisé (SonoChiro®) qui attribue à chaque séquence un groupe d'espèces et une espèce avec un indice de confiance « espèce » (ISp) allant de 0 à 10. Plus l'indice de confiance est haut, plus il y a de probabilité que la détermination de l'espèce et du groupe d'espèces soit juste. Les taux d'erreur d'identification sont variables selon les groupes d'espèces. Par exemple, ils sont faibles pour le genre Pipistrellus et très élevés pour le genre Myotis.

Validation de l'espèce ou du groupe d'espèces

La vérification d'enregistrements résultant du traitement automatique réalisé par SonoChiro® est indispensable. Un observateur confirme donc les groupes d'espèces et espèces manuellement à l'aide du logiciel Chirosurf® pour la prise de mesures et l'utilisation du manuel d'écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Les vérifications ne pouvant pas être réalisées pour l'ensemble des enregistrements, le protocole ci-après est suivi :

- Un contact par espèce identifiée par SonoChiro® est vérifié : celui qui a récolté l'indice de confiance « espèce » (ISp) le plus fort et qui, par conséquent a le plus de chance d'appartenir à l'espèce. Soit l'identification de SonoChiro® est juste, l'espèce est alors bien présente, soit SonoChiro® a commis une erreur et l'espèce peut alors être jugée absente ;
- Par prudence et souci d'exhaustivité, quand cela est possible, au total ce sont au minimum 3 fichiers correspondant aux valeurs d'indice les plus fortes qui sont vérifiés pour valider l'espèce.

Quantification de l'activité

La quantification de l'activité est réalisée pour les chiroptères ayant pu être déterminés à l'espèce. Le but consiste à trouver la limite de valeur d'indice de confiance à partir de laquelle les déterminations automatiques réalisées par le logiciel SonoChiro® ne sont plus fiables.

Pour chaque espèce, 2-3 séquences ayant l'indice de confiance le plus bas sont vérifiées afin de confirmer si le logiciel s'est trompé ou non pour cet indice.

Si la prédiction est bonne, l'ensemble des séquences au-dessus de cet indice sont validées. Si la prédiction est mauvaise, l'analyse se poursuit sur des indices de confiance intermédiaires jusqu'à arriver à un indice de confiance « seuil » où il est considéré qu'il y a 100% d'attribution à la bonne espèce par le logiciel SonoChiro®.

Une fois la « limite de fiabilité » repérée (valeur d'indice au-dessous de laquelle les déterminations sont douteuses), toutes les séquences ayant un indice supérieur sont validées.

Détermination des niveaux d'activité

Dans le cadre de cette étude, le référentiel National Vigie-Chiro (2020) porté par le Muséum National d'Histoires Naturelles de Paris (MNHN) a été utilisé. Cette grille est communément utilisée pour évaluer le niveau d'activité des chiroptères sur un site donné et présente un niveau de confiance « très bon » pour la majorité des espèces. Elle permet d'évaluer le niveau d'activité d'une espèce en comparant le nombre de contacts enregistrés sur une nuit (protocole « point fixe »). Lorsque l'analyse est réalisée sur deux nuits consécutives, alors la moyenne des deux est retenue.

Activité mesurée	Niveau d'activité
Activité < Q25 %	Faible
Q25 % < Activité < Q75 %	Modéré
Q75 % < Activité < Q98 %	Fort
Activité > Q98 %	Très fort

Limite méthodologique

Même si ce type de matériel est récent et performant, il faut cependant noter que la détectabilité des espèces présente des différences marquées. Par exemple, les pipistrelles sont détectables en moyenne à 25 m tandis que les rhinolophes le sont à moins de 10 m.

L'utilisation de détecteur d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des distances de détectabilité et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées. En effet, dans des milieux encombrés, en présence de parasites ou avec des paramétrages sensibles destinés à détecter des signaux lointains et/ou faibles, la qualité des sons enregistrés ne permet pas systématiquement une analyse bioacoustique fiable. De même, certaines espèces sont difficilement indentifiables ou différenciables, comme les murins. Néanmoins, même si les contacts enregistrés ne peuvent conduire à une détermination spécifique, ils traduisent un niveau de fréquentation du site.

Il est également important de noter que, comme le précise l'auteur du livre « *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe* », le recours à un référentiel standard pour juger de l'abondance d'activité des chiroptères peut présenter certains biais, notamment liés à la zone géographique, à l'habitat, à la saison, au type de matériel de détection... Par exemple :

- Les abondances d'activité et les richesses spécifiques sont très différentes entre les forêts fraîches et les forets méridionales ;
- Les milieux ouverts secs (prairies, landes, cultures) ont en moyenne 3 à 5 fois moins d'activité que les milieux forestiers ;
- Les plantations de résineux ou de peupliers ont 2 à 3 fois moins d'activité que les forêts sub-naturelles ;
- Jusqu'à mi-juillet seuls les adultes sont contactés, puis le nombre de chiroptères augmente de 40 à 60 % avec l'arrivée des juvéniles ;
- Certains types d'activité, comme les chants sociaux peuvent générer un nombre très important de contacts, etc.

- **Reptiles**

Les investigations de terrain reposent sur le parcours de la zone d'étude en saison favorable et dans de bonnes conditions climatiques. Elles procèdent d'observations directes effectuées de manière discrète pour ne pas faire fuir les individus en phase d'insolation parmi les habitats d'exposition les plus favorables (talus, lisières, murets…) mais aussi de recherches d'indices tels que mue de serpent. Elles sont également accompagnées d'examens parmi des caches potentiellement favorables telles que des abris dans des anfractuosités ou bien aussi sous des substrats artificiels tels que des plaques diverses… Les observations effectives sont localisées, qualifiées (adultes, jeunes) et quantifiées.

En complément, il est également mis en œuvre la technique de mise en place volontaire initiale d'un ensemble de « plaques-abris à reptiles » qui sont relevées lors des campagnes de terrain ultérieures.

- **Amphibiens**

Les investigations pour ce groupe sont de trois types :

- La recherche de sites potentiels de reproduction (mares, fossés, ornières, plans d'eau, bassins…). Ces sites sont prospectés en journée durant la période favorable avec des observations directes visuelles, des écoutes et, le cas échéant, des captures temporaires et ponctuelles au filet troubleau le temps de l'identification in situ (avec une attention particulière au nettoyage du troubleau face au risque de propagation de maladie telle que les chytrides). Selon les enjeux ou selon la plus ou moins grande facilité de prospection en journée, des prospections complémentaires en début de nuit durant la période favorable sont mises en œuvre avec les mêmes modalités techniques. Les observations effectives sont qualifiées avec le nom de l'espèce, si possible le sexe, le stade de développement (pontes, larves, têtards…) et quantifiées (effectifs réels ou classes d'effectifs) ;
- La recherche de sites de repos potentiels (estivages et/ou hivernages) par l'examen des habitats potentiels favorables offrant des caches par exemple parmi des tas de bois ou des souches, des anfractuosités ou des cavités, etc. ;
- Les observations d'individus en migrations pré ou postnuptiales ou en simple transit lors du parcours général de terrain de la zone d'étude.

- **Entomofaune**

Lépidoptères

Les investigations portent essentiellement sur les rhopalocères dits « papillons de jour » complétées par la recherche en journée de quelques hétérocères dont l'écaille chinée qui est une espèce à statut particulier. Elles ont lieu en saison favorable et reposent sur le parcours de la zone d'étude avec des observations directes visuelles et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons le temps de l'identification in situ.

Les investigations concernent majoritairement des adultes mais les chenilles sont également notées et identifiées in situ ou sur photographie quand des critères de détermination fiables sont présents.

Orthoptères et groupes proches (phasmes, mantes)

Les investigations reposent sur le parcours de la zone d'étude avec des observations directes visuelles, des écoutes pour les espèces stridulantes et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons ou via un filet fauchoir le temps de l'identification in situ.

Le recours au filet fauchoir renforce si besoin la détectabilité des espèces présentes en effectifs plus limités dans des milieux herbacés favorables.

Odonates

Les investigations pour ce groupe sont de deux types :

- La recherche d'exuvies dans les habitats aquatiques et leurs bordures si ce type d'habitat est représenté. L'exuvie d'une espèce est le meilleur témoin de son autochtonie sur le site considéré. Des exuvies sont collectées pour une identification au laboratoire du bureau d'études à l'aide d'ouvrages spécifiques et de matériel adapté de type loupe binoculaire ;
- Le parcours de la zone d'étude intégrant une focalisation plus poussée au niveau des milieux aquatiques avec des observations directes à vue et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons le temps de l'identification in situ pour les adultes volants. Les observations sont qualifiées : sexe, comportement (vol, tandem, ponte…).

Coléoptères saproxylophages patrimoniaux

Les investigations privilégient les quatre espèces suivantes : lucane cerf-volant, rosalie des Alpes, grand capricorne et pique-prune. L'état des connaissances bibliographiques sur ces espèces permet de cerner les aires de répartition et les potentialités globales de présence dans la zone d'étude. Deux types d'investigations sont mises en œuvre sur le terrain :

- Les observations directes visuelles d'individus au niveau de leur habitat préférentiel (troncs d'arbres) ou de manière opportuniste lors du parcours de la zone d'étude ;
- La recherche d'existence d'habitats larvaires favorables tels que la présence de terreau parmi des cavités dans des troncs d'arbres par exemple pour le lucane cerf-volant ou le pique-prune, la présence des indices dont l'ancienneté est à apprécier tels que des trous d'émergence sur les troncs de la plante-hôte pour le grand capricorne.



Prospection d'une pelouse au niveau du parking le long du boulevard des Baladas à Caen (ExExo Environnement, 2023)

4.4.5. Méthodologie pour l'évaluation des impacts et présentation des mesures de la séquence ERC

4.4.5.1. Principes de l'évaluation et de sa présentation

Dans le document du Ministère « *Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC* » daté de janvier 2018 et préparé par le CEGDD et le CEREMA, il est rappelé que « *La séquence « éviter, réduire, compenser » a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans le projet ou le plan-programme*. »

Dans ce guide, il est également rappelé que « *la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a réaffirmé (pour les atteintes à la biodiversité) les principes de la séquence ERC dont : l'objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité*. »

Les impacts et les mesures décrits et commentés par ExEco Environnement sont plus détaillés sur les éléments pour lesquels un intérêt ou un enjeu en termes de patrimoine naturel a été mis en évidence. Leur prise en compte vise aussi par extension à permettre à d'autres espèces moins exigeantes ou demeurant plus communes de se maintenir durant les phases d'exploitation et de remise en état.

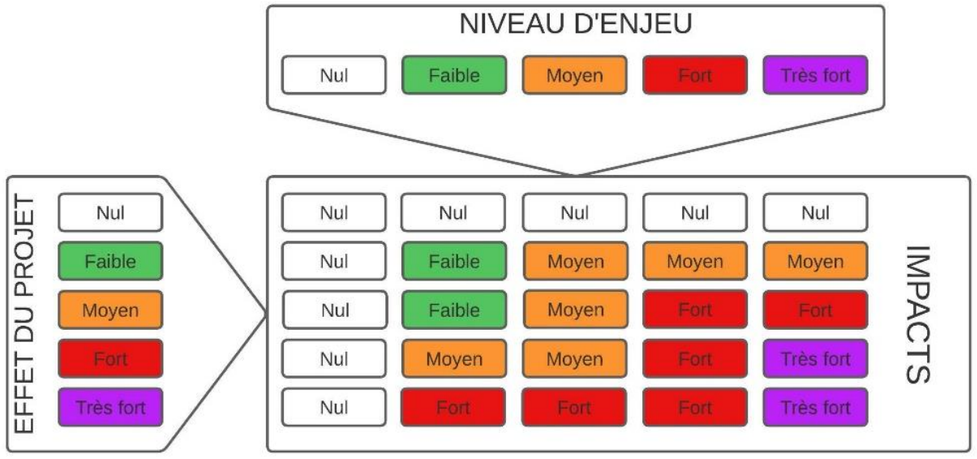
4.4.5.2. Définition des impacts

Les impacts bruts globaux en termes d'emprises permettent d'appréhender les grands types de milieux au moins partiellement affectés par le projet. Cela permet ensuite grâce au diagnostic écologiques de voir les incidences effectives ou potentielles sur certaines espèces par groupe biologique selon leur préférence écologique.

L'analyse du projet donne lieu à une hiérarchisation du type : *enjeu x effet = impact*.

L'enjeu correspond au « scenario de référence » c'est-à-dire l'état initial. Ont été pris en compte par exemple la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, ou encore **le niveau de protection et de patrimonialité des espèces rencontrées**.

L'effet est fonction de l'importance et la nature de travaux, ouvrages et aménagement projetés pour le projet. Il peut être négatif, nul, ou même positif.



Un projet tel qu'une ouverture d'une nouvelle ligne de tramway va engendrer plusieurs effets impactant l'écologie urbaine :

- Les effets directs, qui expriment une relation de cause à effet entre une composante du projet et un élément de l'environnement (caractère immédiat et in situ) ;
- Les effets indirects, qui résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct, et peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long ;
- Les effets induits, qui ne sont pas liés au projet en lui-même mais à d'autres aménagements ou à des modifications induites par le projet ;
- Les effets positifs, qui désignent les conséquences bénéfiques directes et indirectes d'un projet sur l'environnement ;

Les effets cumulés, des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés. (« *Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés. Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés. » Article R122-5 du Code de l'Environnement*).

4.4.6. Méthodologie pour l'inventaire des zones humides

4.4.6.1. Bibliographie

Selon la cartographie des zones humides éditées par la DREAL Normandie, toute la moitié est de la zone d'étude est concernée par des prédispositions faibles et fortes. En limite de la partie sud du tracé, des zones humides sont identifiées par photo-interprétation (qualité de l'information très fiable).

4.4.6.2. Méthodologie

Dans l'article L. 211-1 du code de l'environnement, modifié par loi de création de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) du 24 juillet 2019, est indiqué ce qui est entendu comme étant une zone humide : « *on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année* ».

L'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 124-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. La circulaire ministérielle du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides en précise les modalités de mise en œuvre.

Le principe des investigations de terrain repose sur des critères :

- De végétation selon :
  - soit les habitats à partir de la typologie de référence CORINE Biotopes (ou du Prodrome des végétations de France) ;
  - soit à partir de relevés floristiques de type présence et abondance d'espèces hygrophiles retenues dans l'arrêté ;
- De sols, au moyen de sondages pédologiques à l'aide d'une tarière à main.

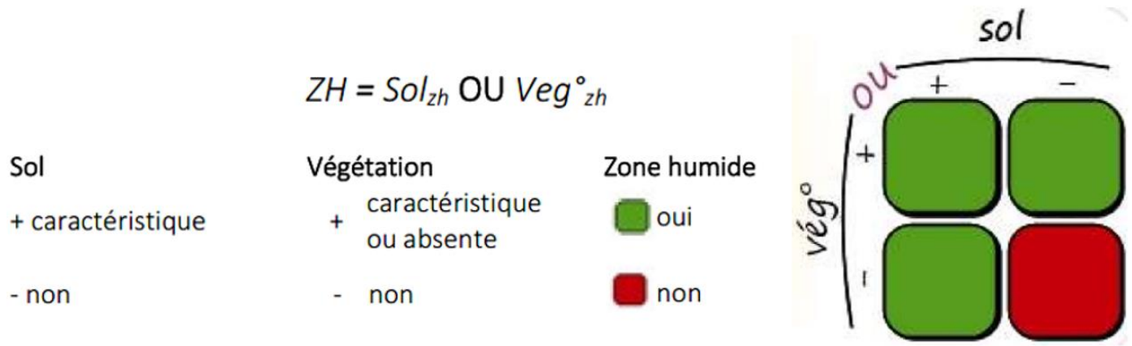


Schéma logique de définition des zones humides suivant les 2 critères que sont le sol et la végétation (habitat ou espèces)

Ces critères sont alternatifs et non pas cumulatifs : seul l'un des deux critères (végétation ou pédologie) est suffisant pour caractériser les zones humides.



Opérateurs en action (Source : ExEco, 2023)

PARTIE 12. NOMS, QUALITES ET QUALIFICATIONS DES EXPERTS

L'étude d'impact a été réalisée sous la direction de la Communauté urbaine Caen et la mer (maître d'ouvrage) et Transamo (maître d'ouvrage délégué).

Frédéric NORAIS, Directeur du projet tramway de Caen la mer

Martin ODEN, Directeur de la Maîtrise d'ouvrage de la société Transamo

Odile ARISTAGHES, Responsable procédures de la société Transamo

Le groupement Trameo a été chargé de la constitution générale du dossier d'étude d'impact.

Rédaction de l'étude d'impact :

Nathan JOBARD, Chargé d'études en environnement

Anne BRANCART, Chef de projet en environnement

Cartographie : *Sophie-Anne TAUPIN, Géomaticienne*

Études techniques :

Christophe THATCHER, Directeur des études

Didier LOMBARD, Directeur de projet

Étude de trafic :

Damien PERRET, Chef de projet en études de mobilité

Volet air et santé de l'étude d'impact :

Laurent DUCROS, Chargé d'études Air et SIG

Géraldine DEIBER, Chef de projet Domaine d'activité pollution de l'air, odeurs et santé

Étude socio-économique : *Violayne BOUVY, Chef de projet*

Contrôle qualité

Anne BRANCART, Chef de projet en environnement

Études d'insertion urbaine / Paysage :

Forlane GHIDINA, Architecte-Urbaniste

Ivane RHO, Architecte-Urbaniste

L'étude d'impact s'appuie sur les résultats et conclusions d'études spécifiques réalisées par :

- **ExEco Environnement, pour le volet « milieu naturel »**

SARL Expertise Écologique de l'Environnement
« ExEco Environnement »
2 Place Patton
50300 AVRANCHES

Rédaction de l'étude et inventaires : Elodie MORIN, Céline LECLERC

Cartographie : Maxime CHESNEL

Contrôle qualité : Elodie MORIN

- **CSTB-ORFEA Acoustique, pour l'étude acoustique et vibratoire**

4 avenue de Cambridge
14200 HEROUVILLE SAINT-CLAIR