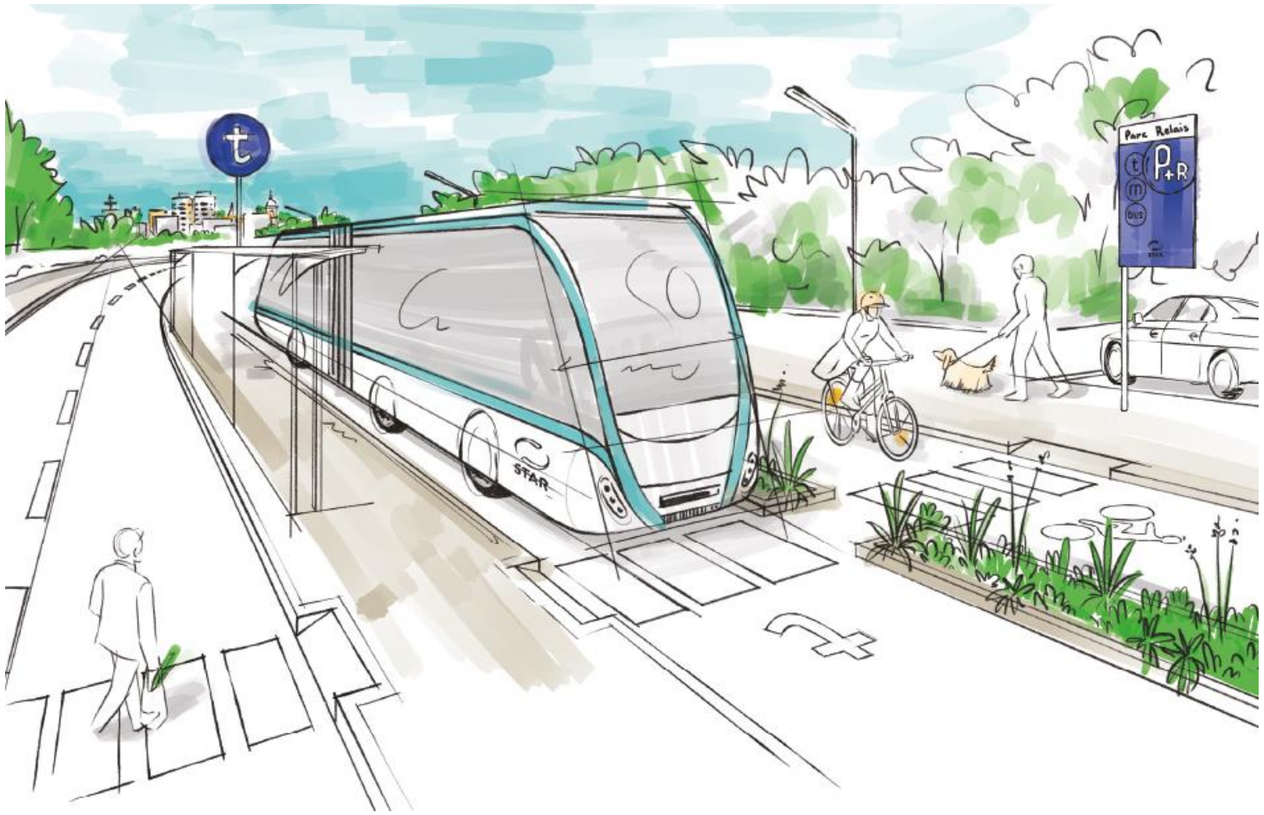
DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE PREALABLE A LA DECLARATION DE PROJET

TRAMBUS T1 ET T2 -REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS



PIECE B : ETUDE D'IMPACT

PARTIE 5 : IMPACTS DU PROJET ET MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION ASSOCIÉES, MÉTHODES ET AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

JUIN 2025

SOMMAIRE

PREAMBULE 12

CHAPITRE 1. ANALYSE DES EFFETS TEMPORAIRES OU PERMANENTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES (EVITEMENT, REDUCTION OU COMPENSATION) 13

1.1 Préambule 14
1.1.1 Objectifs du chapitre 14
1.1.2 Séquence « éviter, réduire, compenser » 14
1.1.3 Impacts et mesures : définitions 15
1.2 Description générale des travaux 18
1.2.1 Emprises du projet et des travaux 18
1.2.2 Description des travaux 18
1.3 Impacts sur le milieu physique et mesures associées 23
1.3.1 Impacts sur le sol et le sous-sol et mesures associées 23
1.3.2 Impacts sur la topographie et mesures associées 29
1.3.3 Impacts sur la ressource en eau et mesures associées 30
1.3.4 Impacts des risques majeurs et mesures associées 47
1.4 Impacts sur le milieu naturel et mesures associées 90
1.4.1 Identification des effets du projet 90
1.4.2 Évaluation des impacts bruts du projet 93
1.4.3 Mesures d'évitement et de réduction d'impacts 104
1.4.4 Évaluation des impacts résiduels du projet 129
1.4.5 Mesures d'accompagnement 136
1.4.6 Conclusion 139
1.5 Impacts sur le paysage et mesures associées 141
1.6 Impacts sur le patrimoine et mesures associées 148
1.6.1 Impacts sur le patrimoine historique, culturel et paysager et mesures associées 148
1.6.2 Impacts sur le patrimoine archéologique et mesures associées 150
1.7 Impacts sur le milieu humain et socio-économique et mesures associées 152
1.8 Impacts sur l'occupation des sols et mesures associées 156
1.9 Impacts sur les déplacements, trafics et conditions de circulation et mesures associées 157
1.9.1 Rappel des enjeux 157
1.9.2 Impacts sur les modes actifs (piétons et cycles) 157
1.9.3 Impacts sur la circulation automobile et mesures associées 160
1.9.4 Impacts sur les transports en commun et mesures associées 166
1.10 Impacts sur le cadre de vie et mesures associées 175
1.10.1 Impacts sur la qualité de l'air et mesures associées 175
1.10.2 Impacts sur l'environnement sonore et mesures associées 248
1.10.3 Analyse des effets du projet sur la santé humaine 284

CHAPITRE 2. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT ET VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 292

2.1 Etat des lieux 293
2.2 Prévisions 293
2.2.1 Les températures 293
2.2.2 Les précipitations 294
2.2.3 Le bilan hydrique climatique P-ETP 294
2.3 Vulnérabilité du projet au changement climatique 294
2.3.1 Phase chantier 294
2.3.2 Phase exploitation 295
2.4 Incidences du projet sur le climat 297
2.4.1 Incidences en phase chantier 297
2.4.2 Incidences en phase exploitation 297
2.5 Bilan carbone du projet 299

CHAPITRE 3. INCIDENCES NEGATIVES NOTABLES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT QUI RESULTENT DE LA VULNERABILITE DU PROJET VIS-A-VIS DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS 300

3.1 Risques d'accidents et de catastrophes majeurs potentiels pour le projet 301
3.1.1 Notion de risques majeurs 301
3.1.2 Risques majeurs identifiés sur le secteur d'implantation du projet 301
3.2 Risques de catastrophes majeures d'origine naturelle 301
3.2.1 Risque lie au retrait-gonflement des argiles 301
3.2.2 Risque d'inondation 302
3.3 Risques technologiques 302

3.3.1 Risque lié au transport de matières dangereuses (TMD) 302
3.3.2 Risque lié aux réseaux 302
3.3.3 Risques industriels 303
CHAPITRE 4. EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000 305
4.1 Evaluation des incidences sur la ZSC FR5300025 « Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève » 306
4.1.1 Évaluation des incidences sur les habitats de l'annexe i de la directive « habitats/faune/flore » (92/43/CEE) 307
4.1.2 Évaluation des incidences sur les espèces citées à l'annexe ii de la directive « habitats/faune/flore » (92/43/CEE) 307
4.1.3 Évaluation des incidences sur les objectifs de gestion et de conservation définis dans le DOCOB 308
4.2 Conclusion 308
CHAPITRE 5. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET REGLEMENTATIONS LOCALES 309
5.1 Compatibilité avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R.122-17 du Code de l'environnement 310
5.1.1 Milieu physique 310
5.1.2 Milieu naturel 327
5.1.3 Déplacements : Plan de Déplacement Urbain (PDU) 2019-2030 de Rennes Métropole 327
5.1.4 Compatibilité avec les réglementations locales liées à la ressource en eau 328
5.2 Compatibilité avec les documents d'urbanisme 328
5.2.1 Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalite des Territoires (SRADDET) de la région Bretagne 328
5.2.2 Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Pays de Rennes 329
5.2.3 Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) de Rennes Métropole 331
5.3 Compatibilité avec les Servitudes d'Utilité Publique (SUP) et les réseaux 383
5.3.1 Compatibilité avec les Servitudes d'Utilité Publique (SUP) 383
5.3.2 Compatibilité avec les réseaux 384
CHAPITRE 6. DISPOSITIF DE SUIVI ET COUT DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT 385
6.1 Dispositif de suivi en phase travaux et coût des mesures 386
6.2 Dispositif de suivi en phase exploitation et coût des mesures 386
6.2.1 Système de gestion des eaux pluviales 386
6.2.2 Paysage 387
6.2.3 Environnement sonore 387
6.2.4 Modalités de suivi écologique 387
CHAPITRE 7. ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS 390
7.1 Identification des projets concernés par l'analyse 391
7.2 Présentation des projets retenus pour l'analyse 396
7.2.1 Le Rheu : Projet de centrale photovoltaïque 396
7.2.2 Construction d'un nouveau dépôt de bus sur le site Baud-Chardonnet 397
7.2.3 Projet de ZAC Baud-Chardonnet et projet de pont « Chardonnet-Moulin de Joué » 398
7.2.4 Projet de restructuration de l'usine d'incinération et valorisation énergétique de Villejean 399
7.2.5 Augmentation de capacité de la ligne a du métro à Rennes 400
7.2.6 Projet de restructuration du centre hospitalier universitaire (CHU) de Rennes 401
7.2.7 Aménagement de la ZAC Maurepas-Gayeulles 402
7.2.8 Aménagement du lotissement d'activités « Les Chevrons » 404
7.2.9 Aménagement de la ZAC Atalante ViaSilva 406
7.2.10 Aménagement de l'îlot C2 de la ZAC Atalante ViaSilva 407
7.2.11 Construction d'une centrale photovoltaïque au sol (parties Nord et Sud) 409
7.2.12 ZAC Beauregard-Quincé et ZAC Porte de Saint-Malo 410
7.2.13 Le projet des Quais de la Vilaine – Place de la République - Abords du Palais de Commerce 411
7.3 Analyse des impacts cumulés 416
7.3.1 Impacts cumulés en phase travaux 416
7.3.2 Impacts cumulés en phase exploitation 417
CHAPITRE 8. ANALYSE SPECIFIQUE POUR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT 420
8.1 Analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation 421
8.1.1 Rappel des objectifs du projet 421
8.1.2 Périmètres d'analyse 421
8.1.3 Appréciation du potentiel d'évolution du territoire 424
8.2 Analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers induits par le projet 426
8.2.1 Enjeux écologiques 426
8.2.2 Aménagements fonciers, agricoles et forestiers 426
8.3 Description des hypothèses de trafic 427
8.3.1 Principes de modélisation 427

8.3.2 Sources de données 427
8.3.3 Indicateurs fournis par le modèle 428
8.3.4 Perspectives d'évolution du territoire 428
8.4 Analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité . 429
8.4.1 Émissions de GES du trafic routier sur le réseau d'étude 429
8.4.2 Coûts collectifs de l'impact sanitaire 430
8.5 Mesures de protection contre les nuisances sonores 433
CHAPITRE 9. METHODES UTILISEES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE D'IMPACT 434
9.1 Méthodes utilisées pour l'élaboration du dossier d'étude d'impact 435
9.1.1 Description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement 435
9.1.2 Description du projet 436
9.1.3 Évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet 436
9.1.4 Analyse des impacts et définition des mesures 437
9.2 Méthodes utilisées pour la production des études spécifiques 437
9.2.1 Étude écologique 437
9.2.2 Étude de qualité de l'air 459
9.2.3 Étude acoustique 473
9.2.4 Bilan carbone 481
CHAPITRE 10. AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT 485
10.1 Pilotage des études 486
10.2 Rédaction et assemblage des études 486

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Démarche de définition du projet 14
Figure 2 : Séquence « éviter, réduire, compenser » (Source : Ministère de l'Environnement) 16
Figure 3 : Coupe de la structure de chaussée (Source : Guide d'aménagement des espaces publics, Livret 6 Voiries, Rennes Métropole) 23
Figure 4 : Réseau hydrographique (Source : SEGIC Ingénierie) 31
Figure 5 : Rappel de la localisation des plans d'eau (Source : SEGIC Ingénierie) 32
Figure 6 : Stockage de bidons proche d'un milieu aquatique avec risque de déversement accidentel et groupe électrogène sans cuvette de rétention (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018) 32
Figure 7 : Groupe électrogène avec cuvette de rétention non vidée et risque de débordement (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018) 33
Figure 8 : Exemple d'aire de stockage pour matériaux polluants (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018) 34
Figure 9 : Exemple de protection de dépôts provisoires : merlon de dérivation des écoulements superficiels en amont, barrière de rétention en aval et bâches de protection lestées sur les dépôts (Wellington (2006)) 34
Figure 10 : Exemple d'aire de lavage des toupies béton 35
Figure 11 : Exemple de protection d'une bouche d'égout : barrière périphérique en sac de graviers en haut et cadre filtrant en bas (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018) 35
Figure 12 : Exemple de kit anti-pollution isolé du sol (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018) 37
Figure 13 : Secteur Cerisaie – Germain Léonard 41
Figure 14 : Tracé des lignes TRAMBUS et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 49
Figure 15 : Identification des différents secteurs de la ligne T2 et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 50
Figure 16 : Aménagements T2 Ouest Extra Rocade et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 52
Figure 17 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 1 : rocade au boulevard Marbeuf ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 54
Figure 18 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 2 : boulevard Marbeuf au mail François Mitterrand ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 55
Figure 19 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 3 : mail François Mitterrand ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 56
Figure 20 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 3, arrêt Chèques Postaux ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 57
Figure 21 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 3, arrêt Mail ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 58
Figure 22 : Identification des différentes sections du secteur T2 Est et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 61
Figure 23 : Aménagements T2 Est, Section 1 : Quai de Vilaine au parking Préales ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 62
Figure 24 : Aménagements T2 Est, Section 1, arrêt Paul Bert ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 63
Figure 25 : Aménagements T2 Est, Section 1, arrêt Pont de Châteaudun ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 64
Figure 26 : Aménagements T2 Est, Section 1, arrêt Robidou et cartes des aléas issue de la révision du PPRi en cours 65
Figure 27 : Aménagements T2 Est, Section 2 : parking Préales au giratoire Rennes-Paris ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 66
Figure 28 : Aménagements T2 Est, Sections 3 et 4 : giratoire Rennes-Paris au P+R Rigourdière ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 67
Figure 29 : Aménagements T2 Est, Section 3, arrêt Sport ; et Nature et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 68
Figure 30 : Aménagements T2 Est, Section 3, rue et arrêt Chalotais ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours 69
Figure 31 : Localisation du futur projet en situation existante (Source : Aquagéosphère) 71
Figure 32 : Contexte hydrographique à proximité du projet (Source : Aquagéosphère) 71
Figure 33 : Carte d'aléa du PPRi en application du bassin de la Vilaine, Ille et Illet (2007) (Source : Aquagéosphère) 72
Figure 34 : Carte d'aléa du PPRi du bassin de la Vilaine, Ille et Illet en cours de révision au niveau de la confluence de la Flume avec la Vilaine (2024) (Source : Aquagéosphère) 72
Figure 35 : Carte d'aléa du PPRi du bassin de la Vilaine, Ille et Illet en cours de révision au droit du projet (2024) (Source : Aquagéosphère) 73
Figure 36 : Principales étapes liées à la construction d'un modèle hydraulique (Source : Aquagéosphère) 73
Figure 37 : Emprise du modèle (Source : Aquagéosphère) 74
Figure 38 : Modèle numérique de terrain utilisé dans le cadre de la modélisation (Source : RGE Alti, ajusté au niveau de l'ouvrage hydraulique) (Source : Aquagéosphère) 74
Figure 39 : Occupation du sol sur l'emprise du modèle (Source : OCS GE avec ajustements) (Source : Aquagéosphère) 75
Figure 40 : Description du maillage spatial pour la modélisation hydraulique (Source : Aquagéosphère) 76
Figure 41 : Hydrogramme de crue centennale injecté dans le modèle (Source : Aquagéosphère) 76
Figure 42 : Localisation des conditions limites (Source : Aquagéosphère) 77
Figure 43 : Localisation des ouvrages hydrauliques de franchissement de la N24 sur le RGE Alti (Source : Aquagéosphère) 77
Figure 44 : Modification de la largeur de l'ouvrage de franchissement sous la route de Lorient dans le cadre du calage du modèle (Source : Aquagéosphère) 77
Figure 45 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence (Source : Aquagéosphère) 78
Figure 46 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence au droit du projet (Source : Aquagéosphère) 78
Figure 47 : Comparaison des résultats de la modélisation hydraulique avec le PPRi (cotes PHE) (Source : Aquagéosphère) 79
Figure 48 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence au droit du projet avec intégration des bâtiments à supprimer (maison, garage) (Source : Aquagéosphère) 79
Figure 49 : Localisation des points utilisés pour l'analyse de sensibilité (Source : Aquagéosphère) 80
Figure 50 : Variations de la hauteur d'eau maximale modélisée en fonction de la variation des coefficients de rugosité et du débit d'entrée du modèle (Source : Aquagéosphère) 81
Figure 51 : Plan d'aménagement du projet (Source : Rennes Métropole) 81
Figure 52 : Plan de nivellement du projet (Source : Rennes Métropole) 82
Figure 53 : Intégration du MNT de projet et des bâtiments et voirie créés dans le cadre du projet (Source : Aquagéosphère) 82
Figure 54 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation aménagée pour la crue de référence au droit du projet (Source : Aquagéosphère) 83
Figure 55 : Différences de zones d'inondation entre les situations existante et aménagée (Source : Aquagéosphère) 83
Figure 56 : Plan de nivellement – P+R et terminus 3 Marches (Source : Rennes Métropole) 85
Figure 57 : Rappel de la localisation des canalisations de gaz (Source : Géorisques/ BRGM) 87
Figure 58 : Rappel de la localisation de l'ICPE Université de Rennes 1 (Source : Géorisques) 88
Figure 59 : ME1 – zoom 1/4 106
Figure 60 : ME1 – zoom 2/4 107
Figure 61 : ME1 – zoom 3/4 108
Figure 62 : ME1 – zoom 4/4 109
Figure 63C : Précautions lors de l'abattage d'arbres potentiellement favorables aux chiroptères (source : SFEPM) 115
Figure 64 : MR5 – zoom 1/5 117
Figure 65 : MR5 – zoom 2/5 118
Figure 66 : MR5 – zoom 3/5 119
Figure 67 : MR5 – zoom 4/5 120
Figure 68 : MR5 – zoom 5/5 121
Figure 69 : Schéma de plantation (ENRx 59/62) 137
Figure 70 : Avenue Cucillé à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto) 142
Figure 71 : Rue de Lorient à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto) 142
Figure 72 : Rue Germaine Dulac à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto) 142
Figure 73 : Avenue Gaston Berger à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto) 143
Figure 74 : Rue Louis Guilloux à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto) 143
Figure 75 : Boulevard des Alliés à Cesson-Sévigné (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto) 143

Figure 76 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T1 144
Figure 77 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T2 Ouest Extra Rocade 145
Figure 78 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T2 Ouest Intra Rocade 146
Figure 79 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T2 Est 147
Figure 80 : Rappel de la carte Patrimoine (Source : SEGIC Ingénierie) 148
Figure 81 : Extrait de la carte des parkings vélos de Rennes Métropole (Source : https://public.sig.rennesmetropole.fr / Lien vers la carte des aménagements cyclables) 159
Figure 82 : Modifications de voirie en situation de projet (avec T1, T2) par rapport à la situation de référence (sans T1, T2) 162
Figure 83 : Synthèse des reports de trafic attendus en situation de projet après mise en œuvre des modifications de voirie nécessaires au projet (source : modèle de trafic et expertise des enquêtes de circulation de la Porte de Lorient) 163
Figure 84 : P+R existants et projetés 166
Figure 85 : Evolution du temps de trajet* en bus entre la situation de projet (avec T1 et T2) et la situation de référence (sans T1 et T2) 168
Figure 86 : Carte d'évolution de la charge en transport en commun (en nombre de voyageurs) entre la situation sans projet et la situation avec projet (source : modèle de trafic) 171
Figure 87 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T1 – Sens La Plesse > ZA Saint-Sulpice (source : modèle de trafic) 172
Figure 88 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T1 – Sens ZA Saint-Sulpice > La Plesse (source : modèle de trafic) 172
Figure 89 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T2 – Sens Champelé > ZI Ouest (source : modèle de trafic) 173
Figure 90 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T2 – Sens ZI Ouest > Champelé (source : modèle de trafic) 173
Figure 91 : Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 179
Figure 92 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 180
Figure 93 : Évolution des émissions de polluants routiers (polluants à considérer selon la note technique du 22/02/2019) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 181
Figure 94 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 182
Figure 95 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 182
Figure 96 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle (trafic routier) 183
Figure 97 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle (trafic routier) 183
Figure 98 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 183
Figure 99 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 183
Figure 100 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 184
Figure 101 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 184
Figure 102 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 184
Figure 103 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 184
Figure 104 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 185
Figure 105 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Horizon actuel – 2023 192
Figure 106 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Horizon 2030 – Sans projet 193
Figure 107 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Horizon 2030 – Avec projet 194
Figure 108 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°4 – Horizon 2040 – Sans projet 195
Figure 109 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°5 – Horizon 2040 – Avec projet 196
Figure 110 : Différence de concentration en NO_2 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2030 (Situation 3-situation 2) 197
Figure 111 : Différence de concentration en NO_2 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2040 (Situation 5-situation 4) 198
Figure 112 : Variation en % de la concentration en NO_2 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau correspondante au niveau de chacun des lieux vulnérables aux horizons 2030 et 2040 199
Figure 113 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Horizon actuel – 2023 201
Figure 114 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Horizon 2030 – Sans projet 202
Figure 115 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Horizon 2030 – Avec projet 203
Figure 116 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – Horizon 2040 – Sans projet 204
Figure 117 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°5 – Horizon 2040 – Avec projet 205
Figure 118 : Différence de concentration en particules PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2030 (Situation 3-situation 2) 206
Figure 119 : Différence de concentration en particules PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2040 (Situation 5-situation 4) 207
Figure 120 : Variation en % de la concentration en particules PM10 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau correspondante au niveau de chacun des lieux vulnérables aux horizons 2030 et 2040 208
Figure 121 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP 209
Figure 122 : IPP cumulé – Dioxyde d'azote et PM10 210
Figure 123 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°1 - Horizon actuel 2023 210
Figure 124 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°2 - Horizon 2030 – Sans projet 211
Figure 125 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°3 - Horizon 2030 – Avec projet 211
Figure 126 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°4 - Horizon 2040 – Sans projet 212
Figure 127 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°5 - Horizon 2040 – Avec projet 212
Figure 128 : Variation en % des IPP NO_2 par maille INSEE en 2030 entre la situation fil de l'eau et la situation projet 213
Figure 129 : Variation en % des IPP NO_2 par maille INSEE en 2040 entre la situation fil de l'eau et la situation projet 213
Figure 130 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°1 - Horizon actuel 2023 214
Figure 131 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°2 - Horizon 2030 – Sans projet 214
Figure 132 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°3 - Horizon 2030 – Avec projet 215
Figure 133 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°4 - Horizon 2040 – Sans projet 215
Figure 134 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°5 - Horizon 2040 – Avec projet 216
Figure 135 : Variation en % des IPP PM10 par maille INSEE en 2030 entre la situation fil de l'eau et la situation projet 216
Figure 136 : Variation en % des IPP PM10 par maille INSEE en 2040 entre la situation fil de l'eau et la situation projet 217
Figure 137 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS 217
Figure 138 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence 219
Figure 139 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario enfant en bas âge 227
Figure 140 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario écolier de maternelle 227
Figure 141 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario écolier de l'élémentaire 228
Figure 142 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario écolier de primaire 228
Figure 143 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario retraité en maison de retraite 229
Figure 144 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario hospitalisé 229
Figure 145 : Quotients de danger cumulés par organe cible - Scénario résident 230
Figure 146 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans) 232
Figure 147 : ERI cumulés – scénario personne âgée 232
Figure 148 : ERI cumulés – scénario résident 233
Figure 149 : ERI vie entière de décès anticipé toutes causes non accidentelles– Voie inhalation - Particules PM2,5 233
Figure 150 : Changement climatiques observés (1959-2018) en région Bretagne (Source : Observatoire de l'environnement en Bretagne) 237
Figure 151 : Répartition sectorielle des émissions de GES en 2020 en Bretagne (Source : Air Breizh ; ISEA v5.2 ; 2020) 238

Figure 152 : Évolution des émissions de GES en Bretagne entre 2008 et 2020 (Source : Air Breizh – ISEA v5.1 ; bilan_emissions_2020_161123_vf.pdf) 238
Figure 153 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2024 - Format SECTEN) 238
Figure 154 : Émissions de GES par type de transports en France en 2022 (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2024 ; Ministères Territoires Écologie Logement) 239
Figure 155 : Évolution des émissions de GES du secteur du transport routier en Bretagne (Source : Air Breizh – – ISEA v5.1 ; bilan_emissions_2020_161123_vf.pdf) 239
Figure 156 : Estimations CO_2 pour la ligne de Trambus T1 244
Figure 157 : Estimations CO_2 pour la ligne de Trambus T2 246
Figure 158 : Localisation des sous-zones 251
Figure 159 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone A) 252
Figure 160 : Reports de trafic prévisionnel sur le secteur Marbeuf-Lorient (Source : CDVIA, janvier 2025) 255
Figure 161 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone A (Ouest) 256
Figure 162 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone A (Est) 257
Figure 163 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone A (Ouest) 258
Figure 164 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone A (Est) 259
Figure 165 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone B) 260
Figure 166 : Reports de trafic prévisionnels sur le secteur du recteur Henry (Source : CDVIA, janvier 2025) 263
Figure 167 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone B 264
Figure 168 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone B 265
Figure 169 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone C) 266
Figure 170 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone C (Ouest) 270
Figure 171 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone C (Est) 271
Figure 172 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone C (Ouest) 272
Figure 173 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone C (Est) 273
Figure 174 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone D) 274
Figure 175 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone D 276
Figure 176 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone D 277
Figure 177 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone E) 278
Figure 178 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone E 281
Figure 179 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone E 282
Figure 180 : Température moyenne annuelle en Bretagne : écart à la référence 1976-2005 294
Figure 181 : Exemple de différences de température selon le revêtement du sol (Source : Atténuer les ilots de chaleur urbains, mars 2020, Atelier Parisien d'Urbanisme – APUR) 297
Figure 182 : Effets positifs des arbres sur le phénomène d'ilot de chaleur urbain (Source : Atténuer les ilots de chaleur urbains, mars 2020, Atelier Parisien d'Urbanisme – APUR) 298
Figure 183 : Comparaison climatique entre ville dense et zone rurale (Source : Atténuer les ilots de chaleur urbains, mars 2020, Atelier Parisien d'Urbanisme – APUR) 298
Figure 184 : Localisation de l'ICPE Université de Rennes 1 (Source : Géorisques) 303
Figure 185 : Localisation du site Natura 2000 306
Figure 186 : Plan de zonages réglementaires (Source : PLUi de Rennes Métropole) 334
Figure 187 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 1 (Source : PLUi de Rennes Métropole) 335
Figure 188 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 2 (Source : PLUi de Rennes Métropole) 336
Figure 189 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 3 (Source : PLUi de Rennes Métropole) 337
Figure 190 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 4 (Source : PLUi de Rennes Métropole) 338
Figure 191 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 5 (Source : PLUi de Rennes Métropole) 339
Figure 192 : SL V8 par rapport au projet 348
Figure 193 : SL au niveau de Leclerc (T1 Ouest Nord) 349
Figure 194 : Voie de circulation à conserver ou à créer au niveau de la Rigourdière 349
Figure 195 : EBC à proximité du projet (non impactés) 350
Figure 196 : Espaces d'intérêt paysager ou écologique impactés par le projet 353
Figure 197 : Plantation ou espace libre paysager à réaliser au niveau de la rue du Chesnay Beauregard 354
Figure 198 : Annexe E-9 Zones inondables hors PPRi (Source : PLUi de Rennes Métropole) 356
Figure 199 : Annexe E-9 Zones inondables hors PPRi – zooms (Source : PLUi de Rennes Métropole) 357
Figure 200 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 1 (Source : SEGIC Ingénierie) 360
Figure 201 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 1 – zoom ER 1 (Source : SEGIC Ingénierie) 361
Figure 202 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 1 – zoom ER 2 (Source : SEGIC Ingénierie) 362
Figure 203 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 2 (Source : SEGIC Ingénierie) 363
Figure 204 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 2 – zoom ER (Source : SEGIC Ingénierie) 364
Figure 205 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 3 (Source : SEGIC Ingénierie) 365
Figure 206 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 4 (Source : SEGIC Ingénierie) 366
Figure 207 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 4 – zoom ER (Source : SEGIC Ingénierie) 367
Figure 208 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 5 (Source : SEGIC Ingénierie) 368
Figure 209 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 5 – zoom ER (Source : SEGIC Ingénierie) 369
Figure 210 : OAP Parc d'activités Ouest (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP) 373
Figure 211 : OAP ZI Nord Rennes Saint-Grégoire (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP) 374
Figure 212 : OAP de quartiers traversés par le projet (Source : PLUi de Rennes Métropole) 376
Figure 213 : OAP 1 Beauregard, Quincé, Robiquette (Source : PLUi de Rennes Métropole) 377
Figure 214 : OAP 2 Baud Chardonnet, Saint Méen (Source : PLUi de Rennes Métropole) 378
Figure 215 : OAP 7 Pontchaillou, Antoine Joly, Docteur Dordain (Source : PLUi de Rennes Métropole) 379
Figure 216 : OAP 9 Campus Beaulieu, Bois Perrin (Source : PLUi de Rennes Métropole) 379
Figure 217 : Principes de l'OAP « La rue de Rennes » (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP) 381
Figure 218 : Principes de l'OAP « Le Haut Grippé » (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP) 381
Figure 219 : Localisation de l'OAP « Le Placis Vert » (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP) 382
Figure 220 : Coûts des travaux d'assainissement 386
Figure 221 : Coûts des aménagements paysagers 387
Figure 222 : Coûts des mesures écologiques 387
Figure 223 : Localisation des projets connexes au sens de la réglementation retenus pour l'analyse des impacts cumulés (Source : SEGIC Ingénierie) 395
Figure 224 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae) 396
Figure 225 : Plan masse du projet (Source : Avis de l'Ae) 397
Figure 226 : Périmètre et phasage du projet (Source : Avis de l'Ae) 398
Figure 227 : Le projet urbain (Source : www.baud-chardonnet.com) 399
Figure 228 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae) 400
Figure 229 : Présentation du projet d'augmentation de la capacité du métro a (Source : Étude d'impact du projet) 401
Figure 230 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae) 402
Figure 231 : Plan des aménagements 404
Figure 232 : Vues du projet 405
Figure 233 : Plan du projet 407
Figure 234 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae) 408
Figure 235 : Illustration du projet 409
Figure 236 : Principes d'aménagement 410
Figure 237 : Périmètre du projet 412
Figure 238 : Plan masse du projet (Source : Etude d'impact du projet) 415
Figure 239 : Périmètre d'influence de proximité (Source : SEGIC Ingénierie) 422
Figure 240 : Rappel du territoire de Rennes Métropole (Source : Rennes Métropole) 423
Figure 241 : Parcelle agricole au croisement Rue des Fougères/ Rue du Clos Courtel à Cessons-Sévigné (Source : Photo Google maps/ PLUi de Rennes Métropole) 427
Figure 242 : Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) du trafic routier sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 429
Figure 243 : Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES du trafic routier calculées sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 430
Figure 244 : Coût annuel de la pollution atmosphérique du trafic routier sur le réseau d'étude par type de véhicule 431
Figure 245 : Coût annuel des émissions de GES du transport routier sur le réseau d'étude 433
Figure 246 : Zone d'étude d'inventaires supplémentaires 440

Figure 247 : Zone d'étude d'inventaires supplémentaires 441
Figure 248 : Localisation des plaques reptiles 447
Figure 249 : Exemple de transects perpendiculaires au cours d'eau 454
Figure 250 : Exemple de sondages validant ou non le critère humide 454
Figure 251 : Exemple de délimitation de zone humide 455
Figure 252 : Schématisation des classes d'hydromorphie du GEPPA 456
Figure 253 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser pour les particules 459
Figure 254 : Emplacements des points de mesure in situ 461
Figure 255 : Réseau d'étude 464
Figure 256 : Zone d'étude 465
Figure 257 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation (en haut) et selon les réglementations EURO , en nombre – Parcs version 2023 révision d'octobre scénario AME (Source : UGE IFSTTAR) . 467
Figure 258 : Modélisation gaussienne d'un panache 468
Figure 259 : Rose des vents utilisée pour les simulations 469
Figure 260 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul 469
Figure 261 : Emplacement des récepteurs ponctuels sur la zone d'étude 472
Figure 262 : Localisation des points de mesure acoustique et des comptages routiers concomitants (1/2) (Source : Ségic Ingénierie) 475
Figure 263 : Localisation des points de mesure acoustique et des comptages routiers concomitants (1/2) (Source : Ségic Ingénierie) 476

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Bilan des % de désimperméabilisation et des % de surfaces perméables pour le Trambus T1 (Source : Etudes préliminaires du Trambus T1) 39
Tableau 2 : Bilan des % de désimperméabilisation et des % de surfaces perméables pour le Trambus T2 (Source : AVP de la ligne T2) 40
Tableau 3 : Coefficients de Manning sélectionnés (Source : Aquagéosphère) 75
Tableau 4 : Comparaison des cotes des Plus Hautes Eaux entre le PPRi et la modélisation (Source : Aquagéosphère) 79
Tableau 5 : Variations de la hauteur d'eau maximale modélisée (Source : Aquagéosphère) 81
Tableau 6 : Rappel de l'ICPE localisée en bordure de la ligne T1 (Source : Géorisques) 88
Tableau 7 : Synthèse des principaux effets du projet et des différents types d'impacts 92
Tableau 8 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les habitats et la flore associée (1/3) 93
Tableau 9 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les habitats et la flore associée (2/3) 94
Tableau 10 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les habitats et la flore associée (3/3) 95
Tableau 11 : Évaluation des impacts bruts du projet sur l'avifaune (1/2) 96
Tableau 12 : Évaluation des impacts bruts du projet sur l'avifaune (2/2) 97
Tableau 13 : Évaluation des impacts bruts du projet sur l'herpétofaune et l'entomofaune 98
Tableau 14 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les mammifères 99
Tableau 15 : Synthèse des impacts bruts du projet sur la flore, la faune et les habitats (1/2) 102
Tableau 16 : Synthèse des impacts bruts du projet sur la flore, la faune et les habitats (2/2) 103
Tableau 17 : Synthèse des mesures d'évitement et de réduction des impacts 104
Tableau 18 : Liste des essences préconisées pour la création d'une prairie (d'après le CBNBl, 2011) 123
Tableau 19 : Liste des essences préconisées pour la plantation de ligneux (adaptation de la liste du CBNBl, 2011) 124
Tableau 20 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur les habitats et la flore associée (1/2) 130
Tableau 21 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur les habitats et la flore associée (2/2) 131
Tableau 22 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur l'avifaune (1/2) 132
Tableau 23 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur l'avifaune (2/2) 133
Tableau 24 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur l'herpétofaune et l'entomofaune 134
Tableau 25 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur les mammifères 135
Tableau 26 : Exemple de dimension de nichoirs pour différentes espèces d'oiseaux (d'après Conservation-nature.fr) 136
Tableau 27 : Synthèse des mesures 140
Tableau 28 : Bilan des stationnements pour la ligne T1 163
Tableau 29 : Bilan des stationnements pour la ligne T2 Ouest Intra Rocade 164
Tableau 30 : Bilan des stationnements pour la ligne T2 Ouest Extra Rocade et T2 Est 164
Tableau 31: Ampleur relative des émissions de polluants dues aux activités de construction 176
Tableau 32: Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau II selon la note technique du 22 février 2019 178
Tableau 33: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 179
Tableau 34: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 180
Tableau 35: Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les situations traitées 180
Tableau 36: Évolution des émissions moyennes journalières annuelles sur le réseau d'étude pour les principaux polluants 181
Tableau 37 : Concentrations de fond utilisées dans les modélisations 185
Tableau 38: Concentrations maximales relevées au niveau des crèches 186
Tableau 39: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles maternelles 186
Tableau 40: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles élémentaires 187
Tableau 41: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles primaires 187
Tableau 42: Concentrations maximales relevées au niveau des maisons de retraite 188
Tableau 43: Concentrations maximales relevées au niveau des hôpitaux 188
Tableau 44: Concentrations maximales relevées au niveau des habitations 189
Tableau 45: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – concentrations moyennes annuelles 190
Tableau 46: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – concentrations moyennes journalières 190
Tableau 47: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes horaires 191

Tableau 48: Résultats des modélisations pour les particules PM10 – concentrations moyennes annuelles 200
Tableau 49: Résultats des modélisations pour les particules PM10 – concentrations moyennes journalières 200
Tableau 50: Indice Pollution Population cumulé sur la zone d'étude 209
Tableau 51: Évolution des IPP cumulés 210
Tableau 52 : Facteurs d'équivalence toxique (FET) des HAP 220
Tableau 53: Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation 221
Tableau 54: Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils - Exposition CHRONIQUE – Inhalation 221
Tableau 55: Scénario d'exposition « résident » et paramètres considérés 224
Tableau 56: Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés 224
Tableau 57: Scénario d'exposition « enfant en bas âge » et paramètres considérés 224
Tableau 58: Scénario d'exposition « écolier de maternelle », « écolier de l'élémentaire », « écolier de primaire » et paramètres considérés 224
Tableau 59: Scénarios d'exposition « personne âgée » et paramètres considérés 225
Tableau 60: Scénarios d'exposition « Hospitalisé » et paramètres considérés 225
Tableau 61: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario enfant en bas âge 226
Tableau 62: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario écolier de maternelle 227
Tableau 63: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario écolier de l'élémentaire 227
Tableau 64: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario écolier de primaire 228
Tableau 65: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario personne âgée en maison de retraite 228
Tableau 66: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario hospitalisé 229
Tableau 67: Quotients de dangers par composé – scénario résident 229
Tableau 68: Comparaison aux recommandations annuelles de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2 230
Tableau 69: Comparaison aux recommandations annuelles de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10 230
Tableau 70: Comparaison aux recommandations annuelles de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5 230
Tableau 71: Excès de risque individuel – scénario « Enfant » 231
Tableau 72: Excès de risque individuel – scénario « personne âgée » 232
Tableau 73: Excès de risque individuel – scénario « résident » 232
Tableau 74 : Excès de risque individuel vie entière de décès anticipé PM2.5 – Voie inhalation 233
Tableau 75: Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2 234
Tableau 76: Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10 234
Tableau 77: Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5 234
Tableau 78 : Synthèse du bilan GES du projet T1 et T2 247
Tableau 79 : Objectifs d'ambiance sonore pour les infrastructures nouvelles 250
Tableau 80 : Niveaux sonores au niveau de la zone A (modification de voiries) (1/3) 253
Tableau 81 : Niveaux sonores au niveau de la zone A (modification de voiries) (2/3) 253
Tableau 82 : Niveaux sonores au niveau de la zone A (modification de voiries) (3/3) 254
Tableau 83 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (1/4) 261
Tableau 84 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (2/4) 261
Tableau 85 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (3/4) 262
Tableau 86 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (4/4) 262
Tableau 87 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (création d'infrastructure) 263
Tableau 88 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (1/5) 267
Tableau 89 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (2/5) 267
Tableau 90 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (3/5) 268
Tableau 91 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (4/5) 268
Tableau 92 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (5/5) 269
Tableau 93 : Niveaux sonores au niveau de la zone D (modification de voiries) (1/2) 275
Tableau 94 : Niveaux sonores au niveau de la zone D (modification de voiries) (2/2) 275
Tableau 95 : Niveaux sonores au niveau de la zone E (modification de voiries) (1/2) 279
Tableau 96 : Niveaux sonores au niveau de la zone E (modification de voiries) (2/2) 279
Tableau 97: Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle 289
Tableau 98: Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle 289
Tableau 99 : Impacts du changement climatique sur le projet et mesures mises en place pour limiter ces impacts 296
Tableau 100 : ICPE localisée en bordure du projet (Source : Géorisques) 303
Tableau 101 : Espèces communautaires justifiant la désignation de la ZSC (source : INPN) 307
Tableau 102 : Compatibilité du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 311
Tableau 103 : Orientations et dispositions du SAGE applicables au projet (Source : PAGD du SAGE Vilaine) 315
Tableau 104 : Zonages traversés par le projet 331
Tableau 105 : Occupations et utilisations du sol interdites et autorisées sous conditions particulières (source : Règlement du PLUi de la Métropole de Rennes) 340
Tableau 106 : Emplacements réservés interceptés par le projet 348
Tableau 107 : Servitudes de localisation interceptées par le projet 348
Tableau 108 : Synthèse des mesures et calendrier 389
Tableau 109 : Projets connexes retenus pour l'analyse 392
Tableau 110 : Répartition des îlots 405
Tableau 111: Quantité de GES produits par le trafic routier du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 429
Tableau 112: Classes de densité 430
Tableau 113: Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules.km) 431
Tableau 114: Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude . 431
Tableau 115: Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude 432
Tableau 116 : Équipe missionnée sur le dossier 437
Tableau 117 : Dates de passages selon les différents groupes étudiés et conditions météorologiques associées 442
Tableau 118 : Critère d'appréciation du niveau d'enjeu d'une composante du milieu naturel 451
Tableau 119 : Tableau d'attribution des enjeux écologiques spécifiques 452
Tableau 120 : Typologie des points de mesure 460
Tableau 121 : Normales météorologiques à « Rennes St-Jacques » 462
Tableau 122: Caractéristiques des récepteurs numériques ponctuels de la zone d'étude étendue 470
Tableau 123 : Résultats des mesures acoustiques sur site (Source : Fiches de mesures acoustique, TPFI) 477
Tableau 124 : Résultat du calage du modèle acoustique (Source : SEGIC Ingénierie) 479

LISTE DES ABRÉVIATIONS

A

ABF : Architecte des Bâtiments de France

AEP : Alimentation en Eau Potable

ARS : Agence Régionale de Santé

C

CCAP : Cahier des Clauses Administratives Particulières

CCFEC : Cahier des Contraintes Fonctionnelles et Environnementales de Chantier

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

D

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises

DD : Déchets Dangereux

DESC : Dossiers d'Exploitation Sous Chantier

DND : Déchets Non Dangereux

DRAC : Direction Régionale des Affaires Culturelles

E

EP : Eaux Pluviales

ERC : Eviter, Réduire, Compenser

EU : Eaux Usées

H

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

I

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

ISDD : Installations de Stockage de Déchets Dangereux

ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

M

MES : Matières En Suspension

N

NRE : Notice de Respect de l'Environnement

O

OPC : Ordonnancement, Pilotage et Coordination

P

PAE : Plan d'Assurance Environnement

PLUi : Plan Local d'Urbanisme intercommunal

PPR : Plan de Prévention des Risques

PPRi : Plan de Prévention des Risques d'inondation

PPRT : Plan de Prévention des Risques Technologiques

P+R : Parking relai

PRE : Plan de Respect de l'Environnement

S

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours

SPS : Sécurité et Protection de la Santé

SOGED : Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets

SOSED : Schéma d'Organisation du Suivi de l'Elimination des Déchets

SOPRE : Schéma Organisationnel d'un Plan de Respect de l'environnement

SRA : Service Régional de l'Archéologie

Z

ZA : Zone d'activités

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

ZPPA : Zone de Présomption de Prescriptions Archéologiques

ZI : Zone industrielle

PREAMBULE

RÉFÉRENCE AU CODE DE L'ENVIRONNEMENT :

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'environnement, cette partie présente :

- 5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :
  - a) De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;
  - b) 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 ;
  - c) 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 ;
  - d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;
  - 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 ;
  - f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;
  - g) Des technologies et des substances utilisées.

  La description des éventuelles incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;

  Voir chapitres 1, 2, 5 et 7
- 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 concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;

  Voir chapitre 3
- 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 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 ni 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 sur les éléments mentionnés au 5° ;

  Voir chapitres 1, 2 et 6
- 9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ; ***Voir chapitre 6***
- 10° Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ; ***Voir chapitre 9***
- 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 ; ***Voir chapitre 10***

De plus, elle contient également, tel que prévu par le III de l'article R.122-5 du Code de l'environnement pour les infrastructures de transport visées aux 5° à 9° du tableau annexé à l'article R. 122-2 :

- 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.

Voir chapitre 8

L'étude des incidences sur les sites Natura 2000 prévue au V de l'article R.122-5 du Code de l'environnement figure également dans cette partie. ***Voir chapitre 4***

CHAPITRE 1. ANALYSE DES EFFETS TEMPORAIRES OU PERMANENTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES (EVITEMENT, REDUCTION OU COMPENSATION)

1.1 PRÉAMBULE

1.1.1 OBJECTIFS DU CHAPITRE

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'environnement, le contenu de l'étude d'impact doit présenter **une description des impacts notables du projet et les mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs**.

Les impacts potentiels de la phase travaux sur l'environnement revêtent un caractère principalement temporaire lié à la durée du chantier. Le caractère essentiellement temporaire n'altère en rien l'importance qu'il est nécessaire d'accorder aux risques de perturbation et d'atteinte à l'environnement. En effet, nombre d'installations et de produits potentiellement polluants peuvent être utilisés durant les phases de construction des infrastructures. Il apparaît de ce fait très important d'évaluer au préalable les sources et travaux susceptibles de générer des impacts afin de se prémunir, par la mise en œuvre de mesures adaptées, de tout risque de dégradation des milieux.

Pour chaque thème étudié au stade de l'état initial, les impacts sont donc traités selon deux temporalités :

- **La phase de travaux ;**
- **La phase exploitation.**

Pour chacun des impacts mentionnés, **des mesures d'insertion sont proposées visant à supprimer, réduire ou compenser les impacts négatifs.**

Le contenu de l'étude d'impact doit également présenter l'addition et l'interaction de ces impacts entre eux et les impacts cumulés avec d'autres projets connus.

1.1.2 SÉQUENCE « ÉVITER, RÉDUIRE, COMPENSER »

Dans le cadre du projet, la démarche de développement durable a été appliquée, consistant à rechercher, dans la définition du projet, **l'évitement des enjeux**, et lorsque cela n'était pas possible, **une moindre incidence des ouvrages et des aménagements sur les milieux traversés.**

La doctrine nationale « Eviter, Réduire, Compenser » (ERC) adoptée en mai 2012 a ainsi été prise en compte ainsi que les lignes directrices adoptées en octobre 2013. La séquence ERC repose sur trois principes : d'abord « éviter », si on ne peut éviter, « réduire » et si nécessaire « compenser ».

Les impacts sur l'environnement concernent l'ensemble des thématiques de l'environnement, et notamment les milieux naturels.

Cette doctrine est le fruit d'une réflexion collective menée par le ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires qui a pour vocation de rappeler les principes qui doivent guider, tant les porteurs de projets que l'administration, pour faire en sorte d'intégrer correctement la protection de l'eau et de la biodiversité dans les actions. **La doctrine s'applique, de manière proportionnée aux enjeux** dans le cadre des procédures administratives de leur autorisation (étude d'impact dans le cas présent).

Dans la conception et la mise en œuvre du projet, les mesures adaptées pour éviter, réduire et, lorsque c'est nécessaire et possible compenser leurs impacts négatifs significatifs sur l'environnement, ont été définies et sont présentées par la suite.

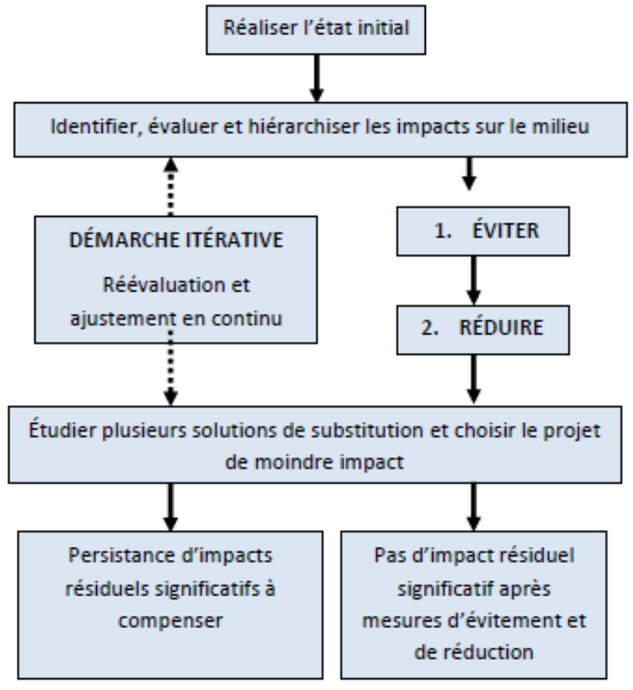


Figure 1 : Démarche de définition du projet

1.1.3 IMPACTS ET MESURES : DÉFINITIONS

1.1.3.1 DÉFINITION DES « IMPACTS »

Les termes « effet » et « impact » sont souvent utilisés indifféremment pour nommer les conséquences d'un projet sur l'environnement.

Les impacts peuvent être :

- **Directs** : impact directement attribuable aux travaux et aux aménagements projetés ;
- **Indirects** : impact généralement différé dans le temps, dans l'espace, qui résulte indirectement des travaux et aménagements projetés et leur entretien. Par exemple, les impacts paysagers et écologiques provoqués par les travaux connexes d'un aménagement foncier ;
- **Temporaires** : impact lié à la phase de réalisation des travaux ou à des opérations ponctuelles de maintenance/d'entretien lors de l'exploitation de la voie qui s'atténue progressivement jusqu'à disparaître ;
- **Permanents** : impact associé à la notion d'irréversibilité. Impact durable que le projet doit s'efforcer d'éliminer, de réduire ou, à défaut, de compenser lorsqu'il est négatif.

Les impacts peuvent être positifs, nuls ou bien négatifs. Les niveaux d'impacts sont définis comme suit :

- **Positif** : l'impact est qualifié de positif quand le projet offre l'opportunité d'améliorer la situation actuelle présentée dans l'état initial ;
- **Nul** : l'impact est qualifié de nul lorsque le projet n'est pas susceptible de modifier l'enjeu environnemental ou lorsque l'enjeu environnemental n'est pas présent ;
- **Faible** (négatif) : l'impact n'est pas bloquant mais nécessite une adaptation, soit technique, soit organisationnelle, afin de supprimer l'impact ou d'obtenir un effet résiduel négligeable à nul ;
- **Modéré** (négatif) : l'impact est considéré comme modéré lorsque le projet n'est pas forcément remis en cause mais où des mesures spécifiques sont toutefois nécessaires pour permettre sa réalisation. Il peut également s'agir de la prise en compte de prescriptions techniques contraignantes liées à l'existence de réglementations locales ;
- **Fort** (négatif) : l'impact est jugé fort, soit lorsque le projet peut être remis en cause (impact non évitable : exemple de risque d'effondrement de bâtis, d'inondation des ouvrages...), soit lorsque le projet d'aménagement s'inscrit au sein de périmètres réglementaires interdisant ou contraignant en l'état la mise en œuvre des différents ouvrages envisagés.

IMPACT	CODE COULEUR ASSOCIE
Positif	
Nul/ négligeable	
Faible	
Modéré	
Fort	

Pour chaque thématique, un tableau récapitulatif du type d'impact est indiqué :

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct ou indirect	Permanent ou temporaire	Positif/ Nul/ Négligeable/ Faible/ Modéré/ Fort

1.1.3.2 DÉFINITION DES « MESURES »

La démarche progressive de l'étude d'impact implique d'abord un ajustement du projet au cours de son élaboration vers le moindre impact. Cependant, malgré ce principe, tout projet induit **des impacts résiduels**.

Dès lors qu'un impact dûment identifié comme dommageable ne peut être totalement supprimé, le Maître d'ouvrage a l'obligation de mettre en œuvre des mesures réductrices et compensatoires et de budgéter les dépenses afférentes au titre de l'économie globale du projet.

Les mesures ERC sont définies de la manière suivante :

❑ Mesures d'évitement

« *Les atteintes aux enjeux majeurs doivent être, en premier lieu, évitées. L'évitement est la seule solution qui permet de s'assurer de la non-dégradation du milieu par le projet*. », selon la doctrine éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel […] édictée par le Ministère de l'Environnement. Les mesures d'évitement ou de suppression sont rarement identifiées en tant que telles. Elles sont généralement mises en œuvre ou intégrées dans la conception du projet :

- Soit en raison du choix d'un parti d'aménagement qui permet d'éviter un impact jugé intolérable pour l'environnement ;
- Soit en raison de choix technologiques permettant de supprimer des effets à la source.

❑ Mesures de réduction

Au sein de la séquence « éviter, réduire, compenser », la réduction intervient dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être pleinement « évités ». Les mesures réductrices sont mises en œuvre lorsqu'un effet négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception du projet. Elles visent à atténuer les effets négatifs du projet sur le lieu et au moment où ils se développent. Elles peuvent s'appliquer aux phases de chantier, de fonctionnement et d'entretien des aménagements. Il peut s'agir d'équipements particuliers, mais aussi de règles d'exploitation et de gestion.

❑ Mesures de compensation

Lorsque le projet n'a pas pu éviter les impacts environnementaux majeurs et lorsque ceux-ci n'ont pas été suffisamment réduits, c'est-à-dire qu'ils peuvent être qualifiés de significatifs, des mesures compensatoires doivent être mises en œuvre. Elles peuvent ainsi se définir comme tous travaux, actions et mesures :

- Ayant pour objet d'apporter une contrepartie aux conséquences dommageables qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites ;
- Justifiés par un effet direct ou indirect clairement identifié et évalué ;
- S'exerçant dans le même domaine, ou dans un domaine voisin, que celui touché par le projet ;
- Intégrés au projet mais pouvant être localisés, s'il s'agit de travaux, hors de l'emprise finale du projet et de ses aménagements connexes.

De manière générale il existe différents types de mesures de compensation :

- Des mesures foncières et financières : acquisition de bâtiments, de terrains, financement de la gestion des espaces naturels, indemnisations spécifiques concernant les activités agricoles, activités économiques, etc. ;
- Des mesures techniques : gestion, réhabilitation, création de milieux naturels ;
- etc.

« *Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux impacts résiduels négatifs du projet (y compris les impacts résultant d'un cumul avec d'autres projets) qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont conçues de manière à produire des impacts qui présentent un caractère pérenne et sont mises en œuvre en priorité à proximité fonctionnelle du site impacté. Elles doivent permettre de maintenir voire le cas échéant d'améliorer la qualité environnementale des milieux naturels concernés à l'échelle territoriale pertinente* » (doctrine « éviter, réduire et compenser »).

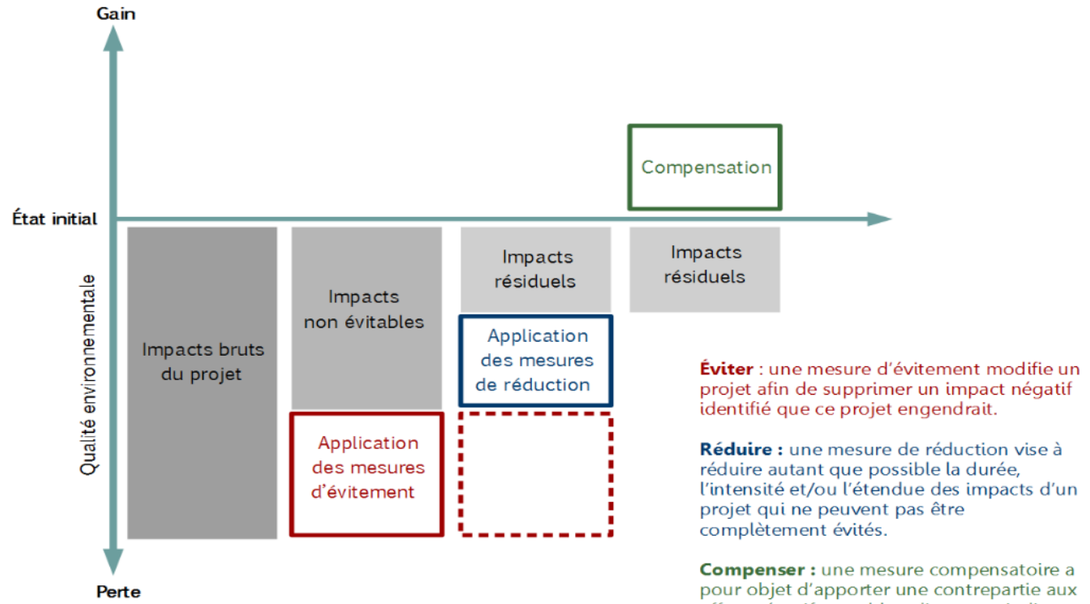


Figure 2 : Séquence « éviter, réduire, compenser » (Source : Ministère de l'Environnement)

Des mesures de suivi peuvent être également définies :

❑ Mesures d'accompagnement

Aux mesures d'évitement, de réduction et si nécessaire, de compensation, peuvent également s'ajouter des mesures d'accompagnement. Contrairement aux mesures ERC, elles ne répondent pas à une obligation réglementaire et peuvent être proposées volontairement par le demandeur de manière à contribuer à l'augmentation de l'efficacité et à la consolidation des mesures ERC, sans pour autant s'y substituer. Elles traduisent l'engagement du demandeur en faveur de la protection des espèces ou des habitats naturels concernés par le projet.

❑ Mesures de suivi

Le maître d'ouvrage 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 ayant permis l'octroi de l'autorisation.
Un suivi doit permettre de répondre à un objectif précis formulé préalablement. Il repose sur une collecte de données répétée dans le temps.

Le suivi des mesures fait partie des éléments devant figurer dans l'étude d'impact (9° de l'article R.122-5 du Code de l'environnement) :

« 9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ».

Pour faciliter la lecture des mesures, un code est attribué à chacune d'entre elles :

-ME : mesure d'évitement ;

-MR : mesure de réduction ;

-MC : mesure de compensation ;

-MA : mesure d'accompagnement ;

-MS : mesure de suivi.

Le type de mesure est également spécifié. Par exemple, les mesures de réduction pour le sol et le sous-sol présentent le code suivant : MR_{Sol}.

Les mesures écologiques sont quant à elles notées E1, E2, MR1, MR2, A2, A2, etc.

1.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DES TRAVAUX

1.2.1 EMPRISES DU PROJET ET DES TRAVAUX

Le projet prend place en grande majorité dans des emprises publiques. En effet, l'implantation du projet a été calée de manière à limiter au maximum les emprises sur les parcelles privées. Ainsi, les acquisitions réalisées ne concernent que les parcelles pour lesquelles l'impact est inévitable (voir chapitre 1.7 « Impacts sur le milieu humain et socio-économique et mesures associées/ Phase exploitation »).

1.2.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les travaux relatifs aux Trambus T1 et T2 vont impacter l'espace public ainsi que les circulations du fait de leur ampleur importante.

Ces perturbations, associées à la durée du chantier, peuvent constituer un risque pour la sécurité des personnes et des biens, ainsi qu'une gêne pour les riverains.

1.2.2.1 PHASAGE DES TRAVAUX

1.2.2.1.1 Planning général

Au stade des études actuelles, les travaux sont prévus sur les périodes indiquées ci-après.

Pour l'ensemble de la ligne T1, les premiers travaux démarreront en 2026 pour une mise en service de la ligne prévue fin 2029.

Pour l'ensemble de la ligne T2, les premiers travaux démarreront en 2026 pour une mise en service de la ligne prévue début 2028.

1.2.2.1.2 Phasage

A ce stade des études, le déroulement des travaux est prévu tel que présenté ci-après. A noter que les dates indiquées sont susceptibles d'évoluer lors des prochaines phases d'études.

Trambus T1

Pour le Trambus T1, le calendrier des travaux se décompose de la manière suivante :

- T1 Ouest Nord :
  - Travaux concessionnaires à partir du 2ème trimestre 2026 ;
  - Travaux d'aménagement du 3ème trimestre 2026 à décembre 2029 ;
- T1 Ouest Sud :
  - Travaux concessionnaires à partir de fin 2026 ;
  - Travaux d'aménagement du 1er trimestre 2027 à décembre 2029 ;
- T1 Est :
  - Travaux concessionnaires à partir du 1er trimestre 2027 ;
  - Travaux d'aménagement du 3ème trimestre 2027 à décembre 2029.

La mise en service de la ligne T1 est prévue pour décembre 2029.

Trambus T2

Pour le Trambus T2, le calendrier des travaux se décompose de la manière suivante :

- T2 Ouest Extra Rocade :
  - Travaux concessionnaires à partir de fin d'année 2025 ;
  - Travaux d'aménagement du 2ème trimestre 2026 à décembre 2027 ;
- T2 Ouest Intra Rocade :
  - Travaux concessionnaires à partir de 2025 ;
  - Travaux d'aménagement du 1er trimestre 2026 à décembre 2027 ;
- T2 Est :
  - Travaux concessionnaires à partir de 2025 ;
  - Travaux d'aménagement du 1er trimestre 2026 à décembre 2027.

La mise en service de la ligne T2 est prévue pour début 2028.

1.2.2.2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES TRAVAUX À RÉALISER

1.2.2.2.1 Modalités

Les travaux commenceront sur des emprises publiques. Les besoins d'acquisition foncière sont minoritaires. Les travaux avanceront secteur par secteur et les impacts seront systématiquement localisés autour du secteur considéré.

Pour éviter des impacts avec d'autres chantiers, la Direction de la voirie de Rennes Métropole organisera quotidiennement une réunion de planification de tous les chantiers, ce qui permettra de valider de manière quotidienne les impacts résiduels.

De manière générale, les travaux se dérouleront de la manière suivante :

- Mise en œuvre des installations de chantier, préparation (y compris abatage d'arbres si nécessaire) et dépose des mobiliers ;
- Travaux de réseaux (en fonction de ce qui doit être remplacé) ;
- Travaux de voirie (dépose et pose des bordures puis des revêtements).

Les accès à pied aux propriétés riveraines seront systématiquement maintenus et, la plupart du temps, des solutions seront trouvées pour garantir les accès voitures aux garages. En cas d'impossibilité de maintien des accès voitures, des autorisations de stationnements seront données à titre gratuit aux riverains concernés.

1.2.2.2.2 Essais et mise en service

Les essais avant mise en service seront faits à l'avancement et les voiries créées seront remises à la circulation générale par tronçon dès que les aménagements le permettront.

1.2.2.3 ORGANISATION DU CHANTIER

1.2.2.3.1 Contraintes de l'environnement de chantier

Les contraintes de l'environnement de chantier des Trambus T1 et T2 sont nombreuses au vu du contexte urbain dans lequel ils s'insèrent :

- Présence de riverains, de commerces, d'entreprises ;
- Présence du CHU Pontchaillou, du Centre hospitalier Guillaume Régnier ainsi que d'autres établissements de santé ;
- Présence de l'université de Rennes (campus de Beaulieu et de Villejean à proximité immédiate du projet) ;
- Présence d'établissement scolaires et de petite enfance ;
- Circulations importantes ;
- Passage des transports en commun (bus et métro) ;
- Nombreux projets d'aménagement en cours ou à venir (nouveaux quartiers, etc.) ;
- Nombreux réseaux souterrains (assainissement, eau potable, électricité, télécoms, gaz, etc.).

1.2.2.3.2 Cahier des Contraintes Fonctionnelles et Environnementales de Chantier (CCFEC)

Un **Cahier des Contraintes Fonctionnelles et Environnementales de Chantier (CCFEC)** sera établi et vise à fixer un cadre général d'intervention à imposer aux différents intervenants, quels que soient l'objet et le lieu de leur intervention.

Les dispositions à respecter sont relatives aux critères suivants :

- La tenue du chantier, qu'il s'agisse de la propreté, du stationnement des véhicules des entreprises, des accès, des livraisons, du stockage… ;
- L'installation et le fonctionnement des bases de vie, de stockage, de tri, de concassage, etc. ;
- La limitation et la maîtrise des nuisances (poussières, boues, bruits, odeurs…) ;
- La gestion des déchets de chantiers ;
- La gestion des espèces végétales invasives (préconisations à respecter pour l'enlèvement des terres excavées mais également pour l'apport de terre extérieure qui devront être saines) ;
- La protection des éléments de patrimoine ;
- La préservation des végétaux ;
- La protection des biens et des personnes ;
- La santé et la sécurité des personnels ;
- La continuité des services de secours (Service Départemental d'Incendie et de Secours - SDIS) ;
- La continuité des services publics (police, secours, ramassage des ordures…) ;
- La circulation des véhicules, des transports en commun, des vélos et piétons ;
- L'accessibilité des Personnes à Mobilité Réduite (PMR) ;
- Le maintien des accès aux domaines publics ou privés, et aux commerces…

Ce document sera complété et finalisé dans la suite des études, et constituera une annexe au Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) des différents marchés de travaux de l'opération.

1.2.2.3.3 Bases vie et installations de chantier

Les zones d'installation de chantier seront installées majoritairement sur des parkings publics existants. Les espaces végétalisés seront systématiquement évités.

Les besoins d'installation de chantier seront réduits à leur stricte minimum pour limiter les impacts : installation mobile pour une salle de réunion, un espace vestiaire et sanitaire ainsi que quelques zones de stockage. Il n'est pas prévu d'emplacements particuliers pour stationner les véhicules personnels des entreprises de travaux, considérant que les entreprises doivent s'organiser pour minimiser l'usage des voitures.

1.2.2.3.4 Horaires du chantier

Les horaires de la journée de travail respecteront les lois et règlements en vigueur. A ce titre, l'arrêté préfectoral d'Ille-et-Vilaine portant réglementation des bruits de voisinage du 10 juillet 2000 indique que :

« *Article 6 :*

Les travaux réalisés dans le cadre d'activités professionnelles à l'intérieur des locaux ou en plein air, sur la voie publique ou dans des propriétés privées, mettant en œuvre des outils ou des appareils de quelque nature qu'ils soient produisant un bruit d'une intensité gênante pour le voisinage doivent être interrompus entre 20h et 7h et toute la journée des dimanches et jours fériés sauf en cas de travaux urgents. Toutefois, s'il s'avère nécessaire que les travaux considérés soient effectués en dehors des heures et jours autorisés à l'alinéa précédent, les services préfectoraux pourront après avis du Maire, accorder des dérogations qui, dans chaque cas, fixeront les conditions à respecter.

Article 7 :

Tous moteurs de quelque nature qu'ils soient, ainsi que tous les appareils, machines, dispositifs de transmission, de ventilation, de réfrigération, de climatisation ou de production d'énergie doivent être installés, aménagés et utilisés de telle manière que leur fonctionnement ne puisse en aucun cas troubler le repos ou la tranquillité des riverains et ceci de jour comme de nuit. Cette obligation vise également les équipements mobiles tels que les groupes réfrigérants des camions, quel que soit leur lieu d'arrêt ou de stationnement. »

A proximité de certains lieux ou établissements sensibles (hôpital, crèche, maison de retraite, etc.), il pourra être demandé des interruptions des activités bruyantes à certaines heures de la journée, sans que cela puisse compromettre le respect du planning.

Certains travaux seront réalisés de nuit**. Ces travaux de nuit seront toutefois limités au maximum**. Ainsi, seuls quelques travaux de tapis final pourront être faits de nuit en fonction des problématiques d'accès. Aussi, il est déjà convenu d'intervenir de nuit pour limiter les nuisances (forte circulation en journée et absence d'habitation à proximité donc absence de nuisances sonores) sur la route de Lorient en extra rocade.

Le travail en dehors des heures légales est soumis à des autorisations administratives préalables (mairie, inspection du travail, préfecture, etc.). Outre le respect de cette réglementation, ces demandes sont d'abord soumises 15 jours au moins avant la date envisagée, à l'examen et à l'approbation préalable du maître d'ouvrage.

Dans ce cadre, des dérogations seront obtenues. L'article 13 de l'arrêté préfectoral du 10 juillet 2000 traite en effet de ce sujet : « *Les dérogations au présent règlement sont accordées par le Préfet, sur proposition du Directeur départemental des affaires sanitaires et sociales, après avis de l'autorité municipale.* »

Dans tous les cas, **les riverains seront informés de toute modification du planning de chantier ou des horaires de travail** par les voies de communication citées par la suite.

1.2.2.3.5 Gestion des déchets

Les travaux généreront plusieurs types de déchets, 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 pourraient engendrer.

La grande majorité des déchets produits sur le chantier seront des déchets inertes et banals (plastiques, métaux, bois, etc.). Ils seront, autant que faire se peut, recyclés et réutilisés sur site, ou hors chantier selon les conditions économiques du moment. En dernier recours, ils seront qualifiés de « déchets ultimes » et dirigés vers un centre de stockage adapté. Les déchets banals et dangereux nécessitant d'être évacués seront pris en charge par des filières adaptées.

Chaque entreprise effectuera les opérations de collecte, transport, entreposage, tris éventuels et d'évacuation des déchets créés par les travaux vers les sites susceptibles de les recevoir, conformément à la réglementation en vigueur.

Chaque entreprise établira un **Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED)** qui précisera notamment :

- L'organigramme de gestion des déchets sur le chantier ;
- Les modes d'organisation pour la gestion des déchets sur le chantier (séparation à la source, classement, tri, stockage, conditionnement, enlèvements, suivi, etc.), les aménagements prévus et les moyens humains et matériels mis en œuvre ;
- Le cadre du règlement intérieur ;
- Les procédures pour la coordination des autres entreprises du groupement et des sous-traitants vis-à-vis de l'utilisation des installations de gestion des déchets, ainsi que les mesures d'information ou de sensibilisation de ces entreprises ;
- Les destinations pour les différentes catégories de déchets, ainsi que les prescriptions relatives au transport ;
- Les procédures relatives au recyclage des déchets inertes et à l'utilisation de granulats recyclés (gestion de la plateforme de recyclage, identification/caractérisation des produits entrants et sortants, taux de réemploi fixé par l'entreprise selon le type d'utilisation) ;
- Les mesures de contrôle et de suivi de la gestion des déchets ;
- Les dispositions pour l'information et la sensibilisation du personnel ;
- L'information du maître d'œuvre en phase travaux, quant à la nature et à la constitution des déchets et aux conditions de dépôt sur le chantier, ainsi que les documents à fournir en fin de chantier pour le bilan des déchets produits ;

- Les procédures spécifiques pour la gestion éventuelle des déchets de canalisations en amiante-ciment ou en cas d'identification de sols pollués.

Le SOGED sera décliné en règlement intérieur pour la gestion des déchets dont la vocation est l'information de tous les opérateurs intervenant sur le chantier sur les bonnes pratiques à mettre en œuvre pour une gestion optimisée des déchets.

Dans un souci d'économie d'échelle, la mise en place d'une organisation commune pour la gestion et l'élimination des déchets pourra être envisagée.

Afin de s'assurer de la traçabilité des déchets et matériaux issus du chantier, les entreprises fourniront les éléments de cette traçabilité, notamment grâce à l'usage de bordereaux de suivi des déchets de chantier.

Ainsi, les entreprises remettront chaque semaine au maître d'œuvre, avec copie au maître d'ouvrage, les constats d'évacuation des déchets signés contradictoirement par ces dernières et les gestionnaires des installations autorisées ou agréées de valorisation ou d'élimination des déchets.

1.2.2.4 GESTION DU CHANTIER

1.2.2.4.1 Ordonnancement, Pilotage et Coordination des travaux (OPC)

La mission OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination) de la maîtrise d'œuvre consiste notamment à :

- Organiser dans le temps et l'espace les chantiers prenant place dans le périmètre travaux depuis le début de la phase des travaux préparatoires, jusqu'à la réception des travaux, pendant les déviations de réseaux jusqu'à l'achèvement final des travaux. Cela inclut principalement la gestion des interfaces des travaux de réseaux, d'infrastructures, des systèmes et des projets connexes ;
- Présenter l'organisation retenue pour les travaux et recueillir l'accord du maître d'ouvrage, des villes et de la Métropole ;
- Coordonner et piloter l'ensemble des intervenants agissant dans sa zone : titulaires de marchés travaux (entreprises), services des villes et de la Métropole, concessionnaires, maîtrise d'œuvre ;
- Faciliter le déroulement des travaux (arrêtés de circulation, travaux préparatoires) ;
- Vérifier les DESC (Dossiers d'Exploitation Sous Chantier) et les proposer à la validation des services compétents.

Dans le cadre de sa mission, l'OPC élabore la programmation spatiale et temporelle des travaux en liaison avec les responsables de marchés concernés, les divers services techniques des villes et de la Métropole concernés par les travaux.

Pour réaliser la programmation des travaux, le coordonnateur OPC s'appuie sur :

- Le planning directeur du projet ;
- Le planning général des travaux intégrant les réseaux, la voirie et les équipements ;
- Le planning général des installations des équipements intégrant les tirages de câbles, les locaux techniques, les stations.

1.2.2.4.2 Management environnemental

Afin de faire respecter les engagements environnementaux, **un responsable est désigné à chaque niveau d'intervention du chantier** :

- Maîtrise d'ouvrage, commanditaire principal des travaux ;
- Maîtrise d'œuvre, chargée de la conception et/ou de la conduite des travaux ;
- Entreprises de travaux, chargées de leur réalisation.

Au niveau de la maîtrise d'ouvrage, ce responsable est destinataire des demandes, observations et réclamations des riverains et usagers relatives au déroulement du chantier. Ces demandes, observations et réclamations sont traitées avec l'aide du maître d'œuvre, et des entreprises de travaux pour leur domaine respectif d'action.

Au niveau de la maîtrise d'œuvre, le responsable de la bonne tenue de chantier est garant des engagements pris lors de la signature du marché et en assure le contrôle.

Au niveau des entreprises, le responsable de la bonne tenue de chantier est garant des engagements pris dans les différents documents contractuels (Notice de Respect de l'Environnement (NRE), Plan de Respect de l'Environnement (PRE) ou Plan d'Assurance Environnement (PAE), Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Elimination des Déchets (SOSED), etc.). Il sensibilise également activement tous les intervenants du chantier sur différentes thématiques, comme la prévention des pollutions et la gestion des déchets. L'entreprise commencera la rédaction de ces documents dès la phase de préparation du chantier. Ces documents évolueront pendant toute la durée du chantier et seront mis à jour régulièrement.

Le maître d'œuvre exigera que l'entreprise respecte ses engagements environnementaux.

1.2.2.4.3 Réunions de suivi de chantier

Les réunions de chantiers seront hebdomadaires et organisées par la maîtrise d'œuvre en lien étroit avec Rennes Métropole.

1.2.2.4.4 Médiateurs sur site

Le maître d'ouvrage mettra en place sur site des médiateurs, dont le rôle principal sera d'assurer la médiation entre les riverains et les entreprises afin de trouver des arrangements facilitant le déroulement de leurs chantiers.

De manière générale, les demandes seront remontées au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage.

1.2.2.4.5 Sécurité du chantier

❑ Gestion de la sécurité

Les travaux se déroulant sur le domaine public, la sécurité du chantier concerne aussi bien le personnel travaillant sur ces chantiers que les usagers et les riverains de l'espace public. En effet, les causes d'insécurité sont généralement dues à la confrontation entre engins de chantier, circulation générale et circulation piétonne.

Les entreprises prendront toutes les mesures nécessaires pour mettre en œuvre **une signalétique claire** aux abords du chantier.

Les **itinéraires piétons et les accès riverains seront conservés durant toute la durée du chantier**.

Des aménagements provisoires pour la sécurité des riverains et des piétons seront mis en place en cas de besoin au niveau des zones d'accès au chantier ainsi qu'au niveau des bases-vie/ zones de stockage : itinéraires sécurisés, signalés et balisés (la signalisation au sol sera réalisée en peinture ou bandes collées de couleur jaune). En cas de modifications provisoires de cheminements piétons durant des travaux, celles-ci satisferont aux textes règlementaires en vigueur. Les cheminements modifiés seront conformes au schéma directeur d'accessibilité de la voie publique pour les Personnes à Mobilité Réduite (PMR). Des clôtures canaliseront les flux de piétons et de cycles, elles joueront également un rôle de protection. Un bon éclairage nocturne sera mis en place lorsque l'éclairage public s'avèrera insuffisant.

L'organisation des accès au chantier fera en sorte de minimiser l'impact sur les circulations douces et de garantir la sécurité des différents flux : autant que possible, les entrées et sorties de chantiers seront assurées en marche avant par rapport aux voies de circulation ; à défaut, elles seront sécurisées par un personnel assurant la signalisation des manœuvres. Les engins utilisés seront systématiquement pourvus de signaux sonores, avertisseurs de recul.

Les zones de chantiers seront clôturées par un dispositif fixe ou mobile s'opposant efficacement aux chutes des personnes et aux chocs. En aucun cas, l'usage de simples rubans multicolores ou grillages ne pourra être considéré comme suffisant. Des palissades seront mises en place autour des zones de chantier, avec des dispositifs de sécurité (glissières, murs parapets, etc.) dans les sites présentant des risques de chocs dus à la circulation automobile, et de chutes par dénivellation.

Les risques pour les usagers des voies (véhicules, transports en commun, cycles…) sont dus :

- 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 ;
- À la circulation des engins de chantier.

Ces rétrécissements ont des impacts sur la circulation automobile et sur la sécurité. Il sera donc assuré que :

- **La limite des chaussées disponibles soit bien identifiée ;**
- **La signalisation prévienne à temps les usagers ;**
- **Les zones de transition soient suffisamment éclairées la nuit.**

Un plan de circulation de chantier sera défini avant le démarrage des travaux.

❑ Coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS)

Le coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) assurera la coordination des mesures de sécurité des personnes prises sur l'ensemble du projet.

Il s'assurera du respect des mesures de sécurité et de protection de la santé des personnels de la construction et de l'exploitation ultérieure des ouvrages et des équipements.

Il s'assurera également du respect des règles de sécurité envers les usagers de la voirie (piétons, cyclistes, automobilistes, etc.). A la demande du maître d'ouvrage, il sera amené à formuler un avis sur les documents issus des études.

Le coordonnateur SPS établira le PGCSPS (Plan Général de Coordination Sécurité et Protection de la Santé). Autorité lui aura été donnée d'arrêter tout ou partie du chantier en cas de danger grave et imminent.

1.2.2.5 COMMUNICATION ET INFORMATION AUPRÈS DES RIVERAINS

Rennes Métropole dispose d'un service dédié à l'information de tous les travaux sur son territoire. Plusieurs dispositifs permettent de faire connaitre les impacts, notamment :

- Articles hebdomadaires dans la presse locale ;
- Informations sur les réseaux sociaux ;
- Site dédié avec cartographie sur le site internet de Rennes Métropole (https://metropole.rennes.fr) ;
- Distributions de plaquettes d'information autant que nécessaire ;
- Numéro de téléphone unique pour avoir des renseignements.

1.3 IMPACTS SUR LE MILIEU PHYSIQUE ET MESURES ASSOCIÉES

1.3.1 IMPACTS SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Géologie	-Nombreuses formations géologiques superficielles. -Certaines formations sont peu perméables, telles que les argiles et les marnes.	Modérée
Pollution des sols	-Nombreux sites de la CASIAS, dont certains à proximité de la zone d'étude immédiate. -Un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics situé en bordure de la zone d'étude immédiate au niveau de l'extrémité Ouest du T2 (RN24). -Un SIS à proximité du T1 et T2 le long de l'avenue Sergent Maginot à Rennes.	

❑ GÉOLOGIE

➢ Impacts sur la géologie en phase travaux et mesures associées

❑ **IMPACTS**

❖ Impacts généraux

Les impacts du projet sur le sol et le sous-sol sont de natures variées. Ils peuvent générer des effets de tassement, de modification de la structure des premières couches géologiques du sol, de stabilité du sol (via les déblais et les remblais), de pollution, etc.

Les effets sur le sol et le sous-sol sont donc essentiellement liés aux zones concernées par les opérations de terrassement.

A noter que le projet ne prévoit pas de reprise structurelle d'ouvrages d'art (ponts…), ni de création de nouveaux ouvrages d'art. Les terrassements seront donc limités en termes de profondeur.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Faible

❖ Gestion des matériaux/déblais et remblais

Les impacts du projet sont liés :

- Aux modalités de transport des matériaux (évacuation des déblais, acheminement de matériaux) ;
- Au devenir des matériaux déblayés : matériaux à mettre en dépôt avant réutilisation, matériaux à évacuer car non réutilisables (caractéristiques géotechniques et pollution) ;
- A la gestion des zones de terrassement et des zones de stockage temporaire.

Dans le cadre des travaux du projet, trois cas de figures sont possibles :

- S'il n'y a pas de reprise de chaussée, la couche de surface sera retravaillée entre 10 et 30 cm ;
- S'il est nécessaire de revoir la structure, la couche de forme devra être reprise. Les terrassements seront situés alors entre 50 et 80 cm ;
- Les fouilles entre 1,2 et 2 m ne concernent que les réseaux (avec ponctuellement 3 à 4 m pour le système d'assainissement).

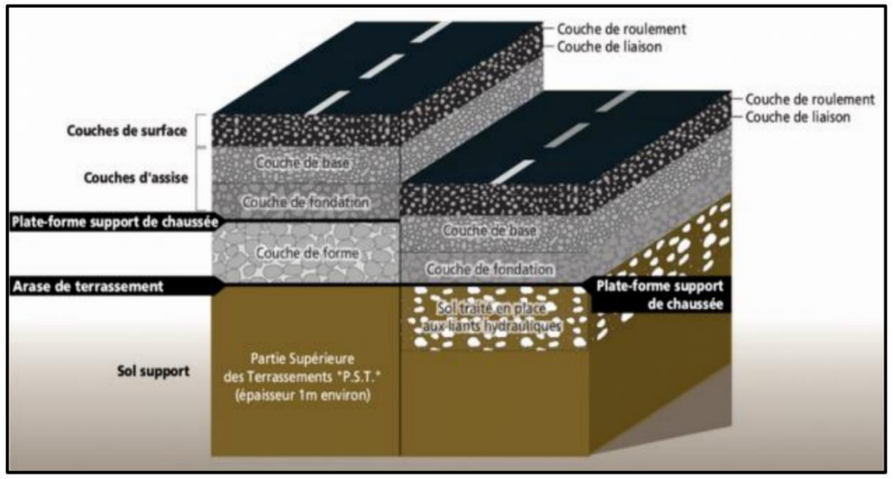


Figure 3 : Coupe de la structure de chaussée (Source : Guide d'aménagement des espaces publics, Livret 6 Voiries, Rennes Métropole)

Pour le Trambus T1, les volumes estimés sont les suivants :

- T1 Ouest Nord :
  - Décapage TV = 700 m^3 ;
  - Déblais = 4 000 m^3 ;
  - Remblais (hors couches de forme) = 0 m^3 ;
  - Couches de formes = 6 500 m^3 ;
- T1 Ouest Sud :
  - Décapage TV = 2 100 m^3 ;
  - Déblais = 15 500 m^3 ;
  - Remblais (hors structures) = 0 m^3 ;
  - Couches de forme = 13 375 m^3 ;

- T1 Est :
  - Décapage TV = 2 100 m^3 ;
  - Déblais = 12 800 m^3 ;
  - Remblais (hors structures) = 0 m^3 ;
  - Couches de forme = 6 125 m^3.
- T2 Ouest Extra Rocade :
  - Décapage TV = 900 m^3 ;
  - Déblais = 1 500 m^3 ;
  - Remblais (hors couches de forme) = 0 m^3 ;
  - Couches de formes = 4 000 m^3.
- T2 Ouest Intra Rocade :
  - Décapage TV = 600 m^3 ;
  - Déblais = 4 000 m^3 ;
  - Remblais (hors structures) = 0 m^3 ;
  - Couches de forme = 1 500 m^3.
- T2 Est :
  - Décapage TV = 1 500 m^3 ;
  - Déblais = 3 800 m^3 ;
  - Remblais (hors structures) = 800 m^3 ;
  - Couches de forme = 8 500 m^3.

Le volume de déblais généré sur le projet est estimé à 32 300 m^3 pour la T1 et 9 300 m^3 pour la T2.

Pour les remblais, les volumes sont de 26 000 m^3 pour la T1 (couche de forme uniquement) et de 14 800 m^3 pour la T2 (dont 800 m^3 hors couche de forme liés à la T2 Est).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ MR_{Sol} 1 : Gestion du risque géotechnique

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Dès la phase de conception du projet, et ce préalablement à la phase travaux, plusieurs interventions seront effectuées sur le terrain en vue de faire **un état des lieux de référence détaillé** et de prendre certaines mesures spécifiques pour concourir à la sécurité du futur chantier. L'ensemble de ces reconnaissances permettra d'identifier précisément les risques et ainsi de déterminer les actions à mettre en œuvre, aussi bien en termes de méthodes constructives que d'organisation des zones de chantier. **Les méthodes de conception des aménagements permettront d'assurer leur pérennité et intégrité en phase d'exploitation.**

En outre, la stabilité des talus (pente appropriée, végétalisation, système pérenne de récupération des eaux, etc.), des remblais et des avoisinants devra également être assurée.

❖ MR_{Sol} 2 : Modalités de réalisation des terrassements

Localisation de la mesure : l'ensemble des zones terrassées.

➢ Mise à nu du terrain

La réalisation du projet implique la démolition de voiries existantes. En conséquence, il conviendra de prévoir l'évacuation de tout vestige enterré (blocs, cuves, réseaux, etc.) au droit des futurs ouvrages. Une attention particulière sera apportée au comblement des fosses ainsi créées.

Les matériaux de remblais ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux prescriptions des normes et guides en vigueur.

➢ Terrassabilité des matériaux

Le mode d'exécution des terrassements sera adapté au contexte géotechnique du projet.

❖ MR_{Sol} 3: Gestion de la mitoyenneté

Localisation de la mesure : au niveau des zones proches des constructions existantes.

La réalisation du projet implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de constructions existantes. **Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage, tant en phase provisoire que définitive.**

Si des soutènements ou reprises en sous-œuvre s'avèrent nécessaires, ils devront faire l'objet d'une étude géotechnique particulière.

❖ MR_{Sol} 4: Gestion des déblais

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Les travaux consistant surtout à reprendre des voiries existantes, **les mouvements de terre seront très limités**. Les terres prélevées dans des espaces verts pour des besoins de nouvelles voiries seront généralement réutilisées dans les massifs à proximité.

Les déblais du chantier non réutilisés sur site seront gérés dans le respect de la réglementation en vigueur (envoi en centre de traitement agréé).

Les objectifs de réutilisation des matériaux issus du site ou du recyclage seront a minima les suivants :

- **Remblai : 100% ;**
- **Couche de forme : 60% ;**
- **Couche d'assise : 30% ;**
- **Couche de surface : 20%.**

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'ensemble de ces mesures de réduction permettra d'obtenir un impact résiduel négligeable.

➢ Impacts sur la géologie en phase exploitation et mesures associées

❑ IMPACTS

En phase exploitation, il ne sera pas recensé d'autres incidences sur la stabilité des sols. En effet, les mesures destinées à assurer la stabilité des ouvrages seront mises en œuvre dès la phase de travaux (dispositions constructives appropriées au contexte).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

❑ POLLUTION DES SOLS

➢ Impacts sur la pollution des sols en phase travaux et mesures associées

❑ IMPACTS

❖ Gestion des déchets

Par la circulaire du 15 février 2000, il est demandé aux Préfets de Département et aux Directeurs Départementaux de l'Environnement de mettre en place une démarche de planification pour la gestion des déchets du bâtiment et des travaux publics. Les principaux objectifs sont :

- La lutte contre les décharges sauvages ;
- La participation de ce secteur d'activités à la réduction, à la base, des déchets ;
- La réduction de la mise en décharge associée à un effort de valorisation et de recyclage des déchets.

Ainsi, lors de la mise en place de la gestion des déchets sur le chantier, l'entrepreneur veillera à s'informer de la méthode de planification adoptée dans le département et du stade de sa mise en œuvre, dans un souci de coordination.

La majorité des déchets issus du chantier proviendront des phases de terrassements et de génie civil. Il s'agit :

- Des déchets solides divers d'une grande variété : coulis de ciments ou de bétons, ferrailles, bois, verre, plastiques divers, papiers et cartons, etc. ;
- Des rejets ou émissions liquides : eaux pluviales de lessivage de terrassement ou de chantier, assainissement de chantier, hydrocarbures, etc.

Six typologies de déchets sont définies à l'article R.541-8 du Code de l'environnement, dont notamment :

- Les déchets dangereux (DD) : tout déchet qui présente une ou plusieurs des propriétés de dangers énumérées à l'annexe III de la directive 2008/98/ CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives. Ils sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets mentionnée à l'article R. 541-7 ;
- Les déchets non dangereux (DND) : tous les déchets non définis comme dangereux. Parmi les déchets non dangereux, on distingue les inertes (« tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine » (Art. R.541-8 du Code de l'environnement)) et les non inertes.

Trois catégories de déchets peuvent ainsi être déclinées :

- **Les déchets dangereux** (exemple : bois traités par une imprégnation : créosote, mélange cuivre, chrome, arsenic (CCA) ;
- **Les déchets non dangereux non inertes** (exemple : plâtre) ;
- **Les déchets non dangereux inertes** (exemples : béton, briques).

L'article L.541-2-1 du Code de l'environnement précise que les « *producteurs de déchets, outre les mesures de prévention des déchets qu'ils prennent, et les détenteurs de déchets en organisent la gestion en respectant la hiérarchie des modes de traitement […]* » :

- 1. Préparation en vue de la réutilisation ;
- 2. Recyclage ;
- 3. Toute autre valorisation, notamment la valorisation énergétique ;
- 4. L'élimination.

L'ordre de priorité du mode de traitement peut être modifié pour certains types de déchets si cela est prévu par un document de planification.

Ces différents déchets sont susceptibles d'avoir des effets sur l'environnement selon leur nature et leur devenir. Des mesures spécifiques durant tout le chantier sont nécessaires pour en limiter la dispersion et les effets.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❖ Pollution existante sur site

Les emprises du projet étant majoritairement situées sur le domaine public, **aucun enjeu de pollution des sols n'est constaté à ce stade des études. Cependant, il n'est pas rare que les remblais sous voirie se révèlent non-inertes, voire relèvent de la catégorie des déchets non dangereux.**

Par ailleurs, le projet n'impactera pas les sites SIS (Secteurs d'Informations sur les Sols) recensés à proximité.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Modéré

❖ Pollution accidentelle des sols

En phase chantier, les déchets qui pourront potentiellement être produits sont dus aux :

- Déblais liés aux terrassements ;
- Produits de démolition de voiries et constructions ;
- Déchets solides divers liés à la réalisation des travaux, du génie civil (puis des travaux de second œuvre), d'une grande variété : coulis de ciments ou bétons, plastiques divers, papiers et cartons, verre, etc. ;
- Rejets ou émissions liquides : eaux pluviales de lessivage de terrassement ou de chantier, assainissement de chantier, hydrocarbures, etc.

Une mauvaise gestion des déchets peut amener une multitude d'impacts :

- Contamination des sols se répercutant ensuite dans les eaux souterraines et superficielles. Les éléments sont ainsi traités dans le chapitre relatif aux eaux souterraines et superficielles (voir chapitre 1.3.3. Impacts sur la ressource en eau et mesures associées) ;
- Nuisances olfactives et visuelles notamment.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ MR_{Sol} 5 : Études de pollution

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Des études visant à vérifier une éventuelle pollution des sols (notamment les remblais sous voirie) seront réalisées sur les secteurs sensibles, cette étude quantifiera et qualifiera les sols pollués et permettra d'accompagner le maître d'ouvrage pour les conditions d'élimination.

❖ MR_{Sol} 6 : Gestion des déchets

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Les mesures suivantes seront mises en œuvre :

- **Mise en œuvre du tri sélectif des déchets**, en coordination avec les services concernés de la Préfecture et acheminement vers des filières de valorisation ou d'élimination dûment autorisées, conformément à la réglementation. Ainsi, lorsque cela sera possible, les matériaux non réutilisés sur place, ainsi que les éventuels déchets d'enrobés de chaussée, seront évacués vers une plateforme BTP, en vue de leur tri/valorisation ;
- **Mise en place de dispositifs de collecte des déchets** (conteneurs, poubelles…) ;
- **Nettoyage permanent du chantier, des installations et des abords** ;
- **Élimination des déchets par une filière adaptée**, selon leur nature (réalisation d'un Schéma d'Elimination des Déchets).

Des analyses de sol complémentaires seront également réalisées dans le cadre des études de projet ultérieures (phase PRO) afin de valider la filière d'évacuation ou bien de confirmer la réutilisation possible des matériaux.

Le **Schéma Organisationnel d'un Plan de Respect de l'Environnement (SOPRE)** est un document obligatoire dans de nombreux appels d'offres ou sur de nombreuses opérations. Il sera demandé aux entrepreneurs. Celui retenu rédigera un Schéma d'Organisation du Suivi de l'Élimination des Déchets (SOSED) qui sera annexé au SOPRE.

Le Schéma d'Élimination des Déchets doit :

- Identifier l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits par les divers travaux, installations et activités ;
- Indiquer précisément le dispositif de collecte des déchets mis en place sur le chantier, ainsi que le type de conditionnement ;
- Préciser les filières d'élimination projetées.

Enfin, **la réduction des déchets à la source sera imposée aux entreprises de travaux** :

- Les produits, procédés et systèmes générant le moins de déchets lors de la mise en œuvre seront choisis ;
- Les produits dont les emballages génèrent le moins de déchets seront choisis (il sera demandé aux fournisseurs dans la mesure du possible : des emballages réduits, des emballages consignés ainsi que la reprise des contenants souillés et emballages volumineux) ;
- Le stockage des déchets dangereux se fera à l'abri des intempéries sur une zone dédiée étanche et de façon à éviter les envols. Les déchets dangereux liquides (huiles usagées, pots de peinture entamés…) seront stockés sur rétention. Les hydrocarbures pour les engins seront contenus dans des cuves double peau étanches (rétention intégrée). Il conviendra de récupérer la laitance par des systèmes de filtration et/ou décantation ;
- De plus, il devra être prévu un traitement spécifique de l'eau de lavage des bennes à béton afin de rééquilibrer le ph de l'eau avant rejet dans le réseau d'assainissement ;
- Les zones dédiées à la maintenance des véhicules seront étanches ;
- Les zones de stockage, les zones dédiées à la maintenance des véhicules et plus généralement toutes les installations de chantier seront implantées en dehors des secteurs sensibles identifiés (secteurs à enjeux écologiques, secteurs à proximité des cours d'eau et zones humides) : voir *$MR_{Eaux\ sup.}$ 4 Gestion des aires de chantier potentiellement polluantes.*
  Pour rappel (chapitre 1.2.2.3.3. « Bases vie et installations de chantier »), les zones d'installation de chantier seront installées majoritairement sur des parkings publics existants. Les espaces végétalisés seront systématiquement évités.

D'une manière générale, des actions de sensibilisation et de formation du personnel au tri des déchets sur site seront mises en place.

À chaque sortie de déchet, un bordereau de suivi des déchets (dangereux ou non) sera émis. Après traitement des déchets, les entreprises veilleront à collecter ces bordereaux. Ils seront conservés sur chantier et annexés à un registre de sortie des déchets.

❖ MR_{Sol} 7 : Gestion des matériaux comprenant des HAP

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble des enrobés contenant des HAP.

Une étude relative aux HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique) sera réalisée sur les voiries qui seront démolies dans le cadre du projet.

En dessous de 50 mg de HAP/kg d'enrobés, les enrobés peuvent être recyclés à chaud, à froid ou déposés en installation de stockage de déchets inertes (ISDI). Entre 50 mg/kg et 500 mg/kg, les enrobés peuvent être recyclés à froid ou déposés en installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND). Au-delà de 500 mg/kg, les enrobés ne peuvent pas être recyclés et devront être orientés vers des ISDND ou des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD).

❖ - MR_{Sol} 8 : Gestion de la pollution accidentelle

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les pollutions accidentelles seront gérées sur site. Il convient de se reporter à la mesure *$MR_{Eaux\ sup.}$ 13 : Gestion d'une pollution accidentelle.*

❖ MR_{Sol} 9 : Gestion des poussières

En toutes périodes, toutes mesures nécessaires pour éviter l'émission et la dispersion des poussières (arrosage, bâchage, etc.), notamment par temps sec ou vent fort, seront mises en œuvre.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'ensemble de ces mesures de réduction permettra d'obtenir un impact résiduel faible et acceptable.

➢ Impacts sur la pollution des sols en phase exploitation et mesures associées

❑ IMPACTS

En phase exploitation, les risques d'altération de la qualité des sols sont liés au rejet direct des eaux pluviales du projet vers le milieu naturel.

Ils peuvent aussi provenir de l'utilisation de produits phytosanitaires pour l'entretien des espaces végétalisés ou des déchets des utilisateurs des Trambus.

Les charges polluantes véhiculées par les eaux de ruissellement devront ainsi être collectées et traitées avant rejet aux réseaux d'assainissement pluvial ou au milieu naturel.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ MR_{Sol} 10 : Système de gestion des eaux pluviales

Localisation de la mesure : l'ensemble des voiries réaménagées et créées dans le cadre du projet.

Les mesures énumérées par la suite dans le chapitre suivant 1.3.3.2.2 « Impacts sur les eaux superficielles en phase exploitation et mesures associées » permettront de limiter également le risque de pollution sur les sols. Il s'agira notamment de la mise en œuvre d'un **système de gestion des eaux pluviales** permettant de prendre en charge les eaux de ruissellement du projet : voir *$MR_{Eaux\ sup.}$ 2 Gestion des eaux pluviales de la voirie.*

❖ MR_{Sol} 11 : Utilisation des produits phytosanitaires interdite

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

L'utilisation des produits phytosanitaires sera proscrite (pour rappel, leur utilisation est interdite depuis 2017) (mesure *$MR_{Eaux\ sup}$. 12 : Utilisation de produits phytosanitaires interdite*).

❖ MR_{Sol} 12 : Corbeilles au niveau des stations de Trambus

Des corbeilles de propreté sont prévues sur les stations Trambus. Le mobilier sera entretenu par le délégataire de la Délégation de Service Public (DSP) Transport, et le vidage des corbeilles sera assurée par les services de propreté de chaque commune sur son territoire. Cette méthode fonctionne déjà sur l'ensemble des arrêts existants du réseau STAR.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

Ces mesures de réduction permettront d'obtenir un impact résiduel négligeable.

1.3.2 IMPACTS SUR LA TOPOGRAPHIE ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Topographie	La zone d'étude présente majoritairement une altimétrie relativement plane d'environ 30 à 40 mGNF. L'altimétrie est ponctuellement plus importante, vers Beaulieu au Nord-Ouest du Trambus T1 et vers Cesson-Sévigné.	Faible

❑ IMPACTS SUR LA TOPOGRAPHIE EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

Les aménagements prévus seront majoritairement calés au niveau du terrain naturel. Le principe est de travailler à niveau constant avec des variations ponctuelles de +/- 10 cm. La gestion des seuils d'habitation contraint en effet à rester sur les niveaux existants.

Des décaissements ponctuels et d'une profondeur limitée à quelques mètres seront nécessaires, notamment pour l'enlèvement des chaussées existantes, le dévoiement de réseaux, la reconstitution des voies de circulation et les fondations des installations techniques.

Le volume de déblais généré sur le projet est estimé à 32 300 m^3 pour la T1 et 9 300 m^3 pour la T2.

Les impacts du projet sont alors liés à la gestion des zones de terrassement et des zones de stockage temporaire. Ils sont qualifiés de modérés en raison de l'implantation du projet en milieu urbain (présence de nombreuses habitations notamment).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ MR_{Topo} : Mesures de limitation de l'impact sur la topographie

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Comme déjà indiqué précédemment, les zones d'installation de chantier seront installées majoritairement sur des parkings publics existants. Les espaces végétalisés seront systématiquement évités.

Les besoins d'installation de chantier seront réduits à leur strict minimum pour limiter les impacts : installation mobile pour une salle de réunion, un espace vestiaire et sanitaire ainsi que quelques zones de stockage.

Ces zones de stockage des matériaux évolueront avec le phasage du chantier.

Les stocks seront également limités en termes de hauteur et rapidement évacués en centres de traitement agréés ou réutilisés.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel est qualifié de faible.

❑ IMPACTS SUR LA TOPOGRAPHIE EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

Les travaux des Trambus ne modifieront pas la topographie générale du site dans la mesure où les lignes emprunteront principalement des voiries existantes et seront majoritairement calées au niveau du terrain naturel.

Concernant les P+R, ces derniers seront calés au plus près du terrain naturel actuel et ne modifieront donc pas de manière notable la topographie. Les adaptations réalisées seront nécessaires à la gestion des pentes et des écoulements.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Négligeable

❑ MESURES

L'impact du projet sur la topographie étant négligeable, aucune mesure n'est prévue.

1.3.3 IMPACTS SUR LA RESSOURCE EN EAU ET MESURES ASSOCIÉES

1.3.3.1 RAPPEL DES ENJEUX

THEME		ENJEUX	SENSIBILITE
Ressource en eau	Eaux superficielles (cours d'eau et plans d'eau)	-Présence de plusieurs cours d'eau : Vilaine, Ille, Flume, Pont Lagot et autres cours d'eau. -Les cours d'eau sont en partie canalisés en souterrain. -Nombreux plans d'eau sur le secteur, dont deux en bordure de la zone d'étude immédiate à Cesson-Sévigné.	Modérée
	Eaux souterraines	-Une masse d'eau souterraine : « Bassin versant de la Vilaine » (FRGG015). Bon état quantitatif atteint en 2015, bon état chimique à atteindre en 2027. -Nappes vulnérables aux pollutions véhiculées par les eaux pluviales (secteur d'infiltration majoritaire). -Globalement, les relevés du suivi piézométrique démontrent que la nappe semble assez profonde par rapport aux travaux prévus, à l'exception d'un secteur sur la ligne T2 à Cesson-Sévigné (les travaux sont néanmoins limités sur ce secteur). Cependant, la présence de ces nappes sera à prendre en compte dans le choix du dispositif d'assainissement qui sera mis en place (infiltration des eaux ou non). À noter que les nappes sont plus proches du sol durant la période hivernale et au début du printemps (valeur relevée la plus faible : 1,04 m de profondeur).	Modérée
	Réglementation concernant la gestion des eaux pluviales	-SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 -SAGE Vilaine -Règlement du service public d'assainissement collectif de Rennes Métropole (2022) -PLUi de Rennes Métropole/ plan thématique « Gestion des eaux pluviales », 3 types de zonages traversés par le projet : Secteur interdit à l'infiltration des eaux pluviales ; Secteur non obligatoire à l'infiltration des eaux pluviales ; Secteur obligatoire à l'infiltration des eaux pluviales.	
	Usages de l'eau	-Captage AEP : absence d'enjeux. -Nombreux ouvrages de la BSS types forages, puits, sondages, etc. recensés sur la zone d'étude.	Faible

1.3.3.2 IMPACTS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES ET MESURES ASSOCIÉES

1.3.3.2.1 Impacts sur les eaux superficielles en phase travaux et mesures associées

1.3.3.2.1.1 Impacts quantitatifs

❑ **IMPACTS**

Le projet ne prévoit aucun prélèvement dans les cours d'eau et plans d'eau du secteur d'étude. Les travaux seront cantonnés aux voiries existantes à proximité de ces derniers.

L'impact potentiel du projet résulte de la chute accidentelle de matériaux dans le lit des cours d'eau et plans d'eau.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Faible

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Eaux\ sup.}$ 1 : Gestion du chantier aux abords des cours d'eau et plans d'eau

Localisation de la mesure : à proximité des cours d'eau (la Vilaine, l'Ille, la Flume, le Pont Lagot, trois cours d'eau à Rennes et un cours d'eau à Cesson-Sévigné) et plans d'eau (un plan d'eau situé à l'extrémité Est du trambus T1 au niveau de la RD197 sur le terrain privé de la société Agrial et de la laiterie Coralis, et un plan d'eau à l'extrémité Est du trambus T2 au niveau de la rue de Bellevue, tous les deux situés à Cesson-Sévigné) Certains d'entre eux sont canalisés.

Les mesures suivantes seront appliquées :

- Aucune installation de chantier ni aucune zone de stockage de matériaux ne sera implantée à proximité immédiate des cours d'eau et plans d'eau ;
- Lorsque les travaux seront terminés, tous les décombres, terres et dépôts de matériaux seront retirés.

Les deux figures suivantes localisent les cours d'eau et plans d'eau concernés par la mesure.

Sur la première figure page suivante, le cours d'eau de Cesson-Sévigné concerné par la mesure est celui annoté « Cours d'eau/ Cesson-Sévigné n°1 ». Le second est en effet canalisé au niveau de la rue de Paris empruntée par le projet de ligne T2 (« Cours d'eau/ Cesson-Sévigné n°2 »).

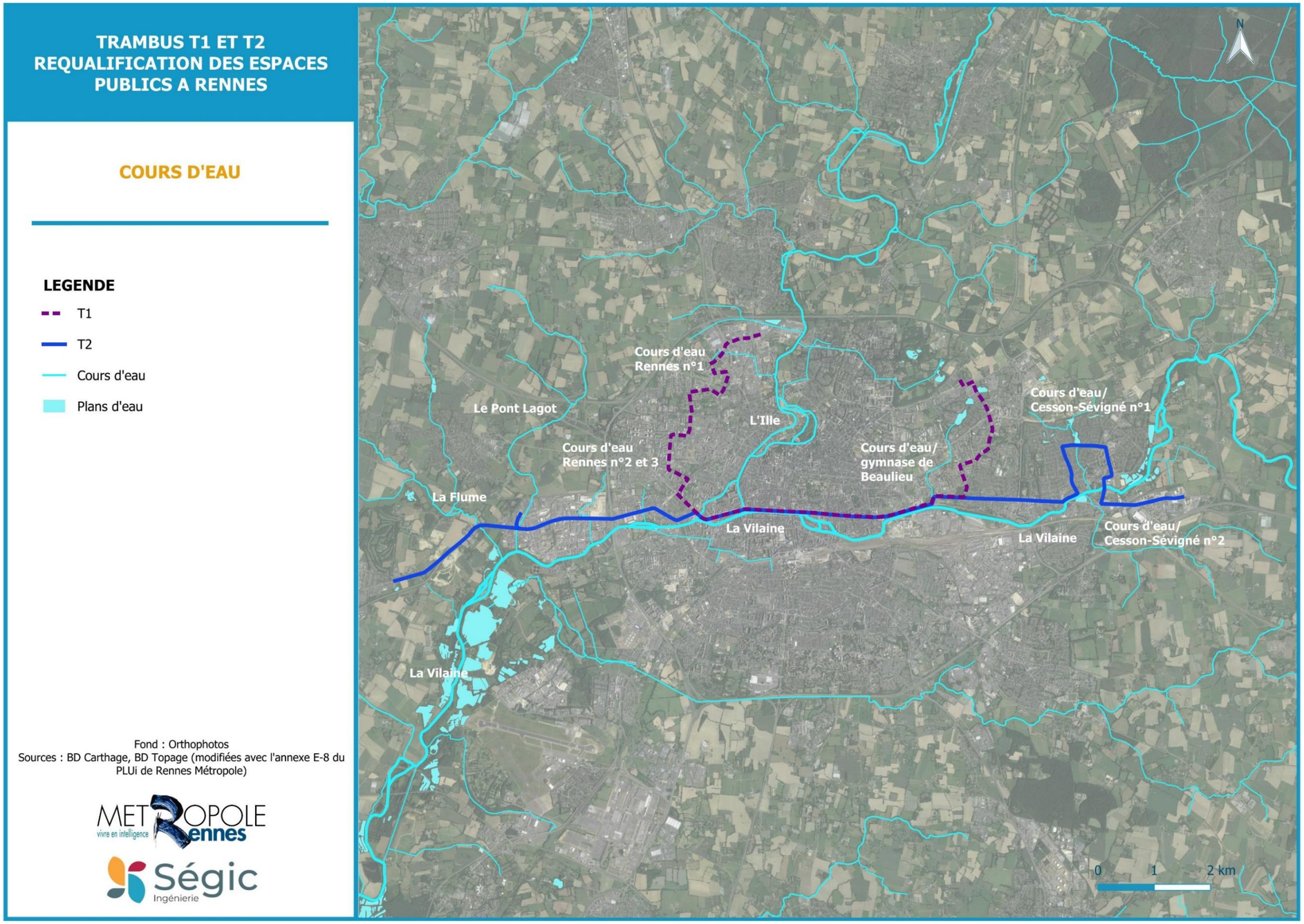
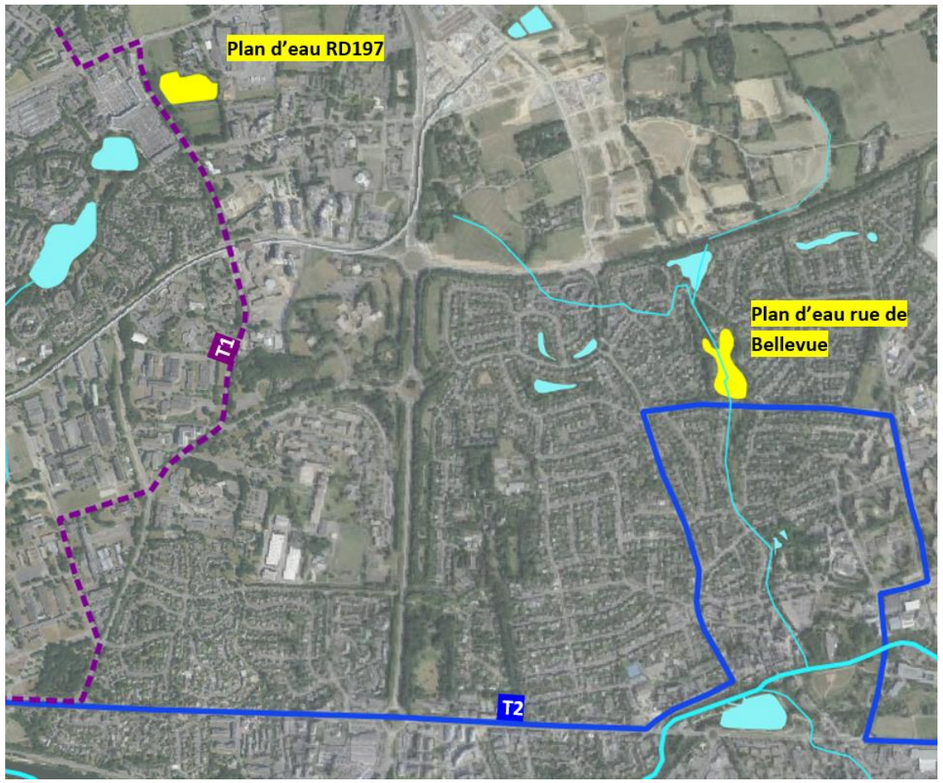


Figure 4 : Réseau hydrographique (Source : SEGIC Ingénierie)



En bleu clair : réseau hydrographique.

Figure 5 : Rappel de la localisation des plans d'eau (Source : SEGIC Ingénierie)

Les mesures concernant le risque d'inondation sont traitées au chapitre 1.3.4.1. « Risques naturels/ Paragraphe Risque d'inondation ».

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est négligeable.

1.3.3.2.1.2 Impacts qualitatifs

❑ **IMPACTS**

La réalisation des travaux correspond à une période transitoire et donc, la plupart du temps, à des impacts temporaires. Ces impacts peuvent néanmoins être lourds de conséquences. Plusieurs phénomènes sont susceptibles d'altérer la qualité des eaux superficielles : **les pollutions chroniques, le décapage et l'érosion des sols, la pollution accidentelle.**

❖ Les pollutions chroniques

Les pollutions chroniques en phase chantier sont principalement dues :

- Aux rejets issus des eaux de drainage ;
- A la circulation des engins de chantier ;
- A l'utilisation de produits polluants (matériaux de construction, produits à base d'hydrocarbures, etc.).

Figure 6 : Stockage de bidons proche d'un milieu aquatique avec risque de déversement accidentel et groupe électrogène sans cuvette de rétention (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018)

❖ Le décapage et l'érosion des sols

Il s'agit de la principale source d'altération de la qualité des eaux superficielles en phase travaux. **La mise à nu des sols en phase chantier (opérations de terrassement) accélère le phénomène d'érosion des sols et charge les écoulements superficiels en sédiments**. Le rejet excessif de sédiments dans un cours d'eau impacte négativement ses composantes physico-chimiques et biologiques.

En effet, ces particules, apportées également par la circulation des engins (émission de poussières), ont des effets potentiellement néfastes en augmentant la turbidité des eaux, ce qui peut avoir des incidences indirectes sur le fonctionnement écologique du milieu :

- Colmatage des zones de frayères utilisées par les poissons, avec perte des œufs qui ne sont alors plus alimentés correctement en oxygène ;
- Abrasion des ouïes des poissons longtemps exposés à des eaux très chargées ;
- Colmatage des habitats (fond du cours d'eau, végétation) avec perte d'un support de vie pour les invertébrés benthiques ;
- Limitation du développement des macrophytes au-delà d'une certaine profondeur du fait de la faible pénétration de la lumière solaire ;
- Asphyxie des organismes qui utilisent l'oxygène dissous dans l'eau par colmatage des branchies respiratoires.

❖ La pollution accidentelle

Ce type de pollution résulte du déversement de produits toxiques et/ou de polluants suite à un événement accidentel, par nature instantané et imprévisible, mais pouvant avoir des conséquences graves.

Les risques de pollution des eaux superficielles ont différentes origines :

- Les installations de chantier avec stockage des engins, des carburants ;
- La circulation des engins de chantiers qui peut entraîner une pollution par les hydrocarbures, huiles, etc. ;
- Des déversements accidentels (renversement de fûts, …) ;
- L'utilisation de produits explosifs.

Figure 7 : Groupe électrogène avec cuvette de rétention non vidée et risque de débordement (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018)

La présence de cours d'eau (la Vilaine, l'Ille, le Pont Lagot, la Flume ainsi que quatre petits cours d'eau à Rennes et un petit cours d'eau à Cesson-Sévigné) et plans d'eau (deux plans d'eau à Cesson-Sévigné) à proximité immédiate du chantier implique la mise en œuvre de mesures spécifiques destinées à limiter le risque de pollution.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 2 : Gestion des eaux pluviales du chantier (assainissement provisoire)

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Dans la mesure où les travaux seront effectués sur des voiries déjà existantes, la gestion des eaux pluviales en phase chantier sera gérée en lien avec l'exploitant (Direction de l'assainissement de Rennes Métropole). **Les éventuels rejets se font dans le réseau d'eaux pluviales de la ville avec si besoin un système de filtration sur les grilles de type géotextile.** La direction est particulièrement vigilante dans les secteurs à enjeux. Il sera demandé aux entreprises de veiller à prendre toutes les mesures nécessaires pour ne pas encrasser le réseau et souiller les voiries alentours.

Le passage des engins sera effectué sur les voiries existantes ce qui évitera le tassement des sols nus favorisant l'effet de croute de battance, favorable aux ruissellements de surface.

Les entreprises de travaux devront notamment décrire de manière détaillée au préalable du démarrage du chantier :

- Les caractéristiques (et notamment leurs dimensions) et la localisation des systèmes de collecte et de traitement des eaux de ruissellement ;
- Les modalités et fréquences d'entretien des éventuels fossés, bassins, filtres, déshuileurs, etc. ;
- Les mesures de suivi (prélèvements et analyses) ;
- etc.

Un plan de l'assainissement provisoire complétera ces éléments.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 3 : Balisage du chantier

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Les zones de chantier (évoluant en lien avec le phasage des travaux) seront balisées et leurs accès sera interdit au public (évitement d'actes de malveillance ou autres).

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 4 : Gestion des aires de chantier potentiellement polluantes

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

➢ Aires de stockage

Les aires d'entrepôts de matériaux, de produits polluants, de déchets, de ravitaillement et d'entretien des engins seront localisées au sein des emprises travaux, sur des zones étanches. Elles seront dotées d'un système de récolte et de traitement des eaux de ruissellement, potentiellement polluées. Les produits de vidange seront recueillis et évacués en fûts fermés vers des décharges agréées. Les bidons d'huile usagée et autres déchets potentiellement polluants seront évacués à des intervalles réguliers.

Exemple d'une aire de stockage des matériaux polluants, constituée d'un containeur/bungalow étanche associé à un kit anti-pollution. Certains produits sont isolés du sol et disposés sur des bacs de rétention.

Figure 8 : Exemple d'aire de stockage pour matériaux polluants (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018)

➢ Bases vie

Les eaux usées issues des bases vie du chantier sont collectées et traitées, soit en assainissement autonome, soit envoyées vers le réseau de collecte d'eaux usées.

Un système de récolte et de traitement des eaux de ruissellement sera également mis en œuvre.

Ces bases vie seront implantées au sein des emprises projet, sur une surface étanchéifiée.

➢ Autres types d'installations

Les autres installations de chantier seront implantées sur site, au sein de surfaces étanchéifiées et seront dotées d'un système de récolte et de traitement des eaux de ruissellement, potentiellement polluées.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 5 : Localisation des dépôts dans les emprises du chantier

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les dépôts, même temporaires, seront localisés au sein des emprises du chantier. Les dépôts sont effectués sur les emprises imperméabilisées du projet. Ils sont couverts et encerclés pour la gestion des eaux ruisselées.

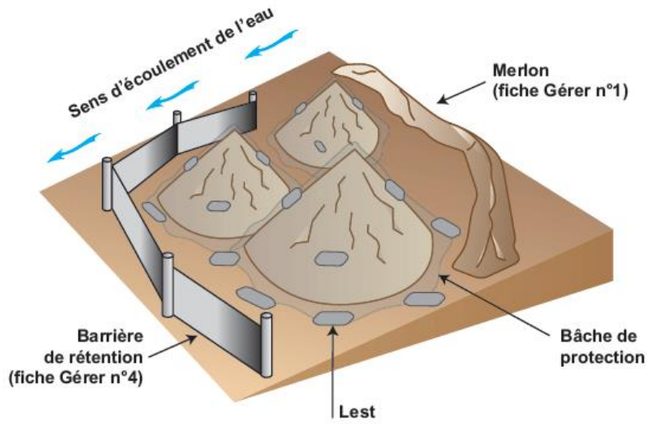


Figure 9 : Exemple de protection de dépôts provisoires : merlon de dérivation des écoulements superficiels en amont, barrière de rétention en aval et bâches de protection lestées sur les dépôts (Wellington (2006))

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 6 : Identification des zones dédiées aux installations de chantier

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les zones d'installation de chantier seront installées majoritairement sur des parkings publics existants. Les espaces végétalisés seront systématiquement évités.

Les besoins d'installation de chantier seront réduits à leur stricte minimum pour limiter les impacts : installation mobile pour une salle de réunion, un espace vestiaire et sanitaire ainsi que quelques zones de stockage. Il n'est pas prévu d'emplacements particuliers pour stationner les véhicules personnels des entreprises de travaux, considérant que les entreprises doivent s'organiser pour minimiser l'usage des voitures.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 7 : Gestion des produits polluants

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les produits toxiques ou polluants seront rangés sur aire ou bac de rétention étanche si non utilisés, positionnés à distance du réseau de collecte des eaux pluviales existant.

En dehors des heures de chantier, tous les produits seront rangés, évitant ainsi tout risque de dispersion nocturne, qu'elle soit d'origine intentionnelle (vandalisme) ou accidentelle (perturbation climatique, renversement intempestif).

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 8 : Gestion des aires de lavage de toupies béton

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les aires de lavage des toupies béton sont équipées de bassins de rétention et de décantation et complétées d'un dispositif de régulation de pH, assurant un traitement complet des eaux de lavage et de ruissellement.

Figure 10 : Exemple d'aire de lavage des toupies béton

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 9 : Gestion des matières en suspension (MES)

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

La gestion des MES en phase chantier devra être anticipée par les entreprises dès la candidature et ensuite pendant la phase de préparation du chantier.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 10 : Protection des avaloirs et regards

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les avaloirs et regards réalisés au cours des travaux seront protégés par des barrages semi-perméables.

Lors de pluies, l'eau pourra alors s'écouler mais les fines seront retenues.

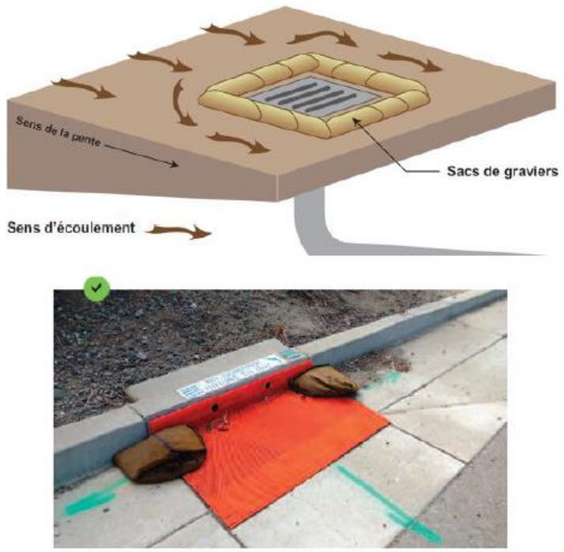


Figure 11 : Exemple de protection d'une bouche d'égout : barrière périphérique en sac de graviers en haut et cadre filtrant en bas (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018)

Ce dispositif sera également appliqué aux regards et avaloirs situés à proximité et susceptibles de récolter les eaux de ruissellement du chantier.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 11 : Gestion des déchets

<u>Localisation de la mesure</u> : l'ensemble du projet.

Les travaux généreront plusieurs types de déchets, 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 pourraient engendrer. Chaque type de déchets généré par le projet sera pris en charge par une filière adaptée.

Les déchets liés à toute activité humaine dans la base vie (déchets non liés au chantier) feront l'objet d'un tri-sélectif au moyen de containers mis à disposition dans la base vie. Ces derniers seront évacués et collectés via le système de collecte des ordures ménagères.

La grande majorité des déchets qui seront produits sur le chantier seront des déchets inertes et banals. Ils seront autant que faire se peut recyclés et réutilisés sur site, ou hors chantier selon les conditions économiques du moment. En dernier recours, ils seront qualifiés de "déchets ultimes" et dirigés vers un centre de stockage adapté.

Les déchets banals et dangereux nécessitant d'être évacués seront pris en charge par des filières adaptées.

Dans tous les cas les filières de valorisation des déchets devront être privilégiées par rapport à celles d'élimination. Au préalable du démarrage du chantier, devront notamment être déterminés les points suivants :

- L'identification de l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits par l'ensemble des travaux, installations et activités ;
- L'indication précise des dispositifs de stockage des déchets *in situ*, adaptés au tri sélectif ;
- L'indication précise des filières de traitement des déchets (centres de stockage et/ou de recyclage vers lesquels seront acheminés les différents déchets, en fonction de leur typologie : déchets inertes, non dangereux ou dangereux) ;
- L'information du pilote opérationnel quant à la nature et à la constitution des déchets et aux conditions de dépôt envisagées sur le chantier ;
- Les modalités retenues pour assurer le contrôle, le suivi et la traçabilité ;
- Les moyens matériels et humains mis en œuvre ;
- Les moyens alloués à la sensibilisation du personnel en termes de gestion des déchets ;
- Etc.

❖ MR_{Sol}.10 : Utilisation de produits phytosanitaires interdite

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

L'utilisation des produits phytosanitaires est proscrite.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 12 : Gestion d'une pollution accidentelle

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Pour les cas de pollution accidentelle (fuite d'hydrocarbures, déversement accidentel, etc.), **une procédure de gestion des pollutions accidentelles sera réalisée** et mentionnera :

- Les produits polluants utilisés sur le chantier ;
- Les différents niveaux de pollution et les différents niveaux d'intervention (personnel et organisation) ;
- Les actions d'urgence à mettre en œuvre pour stopper la pollution (moyens techniques pour une intervention rapide : colmatage, rétention, curage, nettoyage, etc.) ;
- Les personnes et organismes à alerter, et leurs coordonnées (entreprise, pilote opérationnel, mairies, pompiers, entreprises de dépollution, etc.), ainsi que les renseignements à fournir aux pompiers et/ou entreprises de dépollution (localisation, description de l'incident, quantité, nature du polluant, etc.) ;
- Les moyens mis en œuvre pour stocker et évacuer les sols et déchets pollués, les prélèvements et analyses à réaliser.

Cette procédure s'appliquera à tous les endroits où peut se produire une pollution accidentelle susceptible de contaminer les eaux et les sols : emprises travaux, pistes d'accès, installations de chantiers, etc.

Après agrément du pilote opérationnel (maître d'œuvre), cette procédure spécifique sera diffusée à l'ensemble des intervenants avant le début des travaux. Un exemplaire sera présent dans tous les véhicules et baraquements de chantier.

En cas de dommage causé à l'environnement du fait de l'entreprise pendant l'exécution du marché, l'entreprise :

- Confinera la pollution avec un bac ou des feuillets/boudins absorbants (packs antipollution) ;
- Informera le pilote opérationnel et l'autorité compétente (Police de l'eau, ARS[1], police des ICPE[2], etc.) dans les plus brefs délais ;
- Remédiera dans les plus brefs délais à toutes les atteintes portées à l'environnement. Toute pollution constatée du fait de l'entreprise fera l'objet d'un constat contradictoire. Elle sera impérativement enlevée et ses effets nocifs éliminés par un traitement approprié prescrit par les organismes ou autorités compétents en la matière ;
- Transmettra la fiche d'accident au pilote opérationnel et remplit le journal de chantier.

Pendant toute la durée du chantier, des équipements destinés à lutter contre les pollutions accidentelles de toutes origines seront donc maintenus disponibles en permanence sur le site. Les véhicules et engins de chantier devront tous être équipés de kits de dépollution en cas de fuite de carburant, huile ou autre matériau.

[1] ARS : Agence Régionale de Santé

[2] ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

Figure 12 : Exemple de kit anti-pollution isolé du sol (Guide technique "Protection des milieux aquatiques en phase chantier", AFB, 2018)

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 13 : Matériels et engins de chantier

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

➢ Utilisation de matériel homologué

Les engins et matériels utilisés seront homologués et auront fait l'objet d'une **maintenance préventive** avant le démarrage des travaux.

➢ Opérations de remplissage des engins

Les opérations de remplissage des réservoirs seront sécurisées (pistolet à arrêt automatique, contrôle de l'état des flexibles).

➢ Engins fixes

Les engins fixes (groupe électrogène, compresseur, …) **seront installés sur une cuvette de rétention**.

Les cuvettes de rétention devront être surveillées et vidées régulièrement.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 14 : Suivi des conditions météorologiques

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Les conditions météorologiques seront suivies pour la mise en œuvre des matériaux bitumineux et l'utilisation de chaux.

En cas d'évènement météorologique à risque (orage ou fortes précipitations attendu(es)), le matériel, notamment les produits liquides, sera préalablement rangé afin d'éviter tout déversement accidentel.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 15 : Formation du personnel de chantier

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Le personnel intervenant sur le chantier sera informé :

- Des enjeux (de santé publique, de protection de l'environnement) et des risques liés aux pollutions ;
- Des bonnes pratiques de stockage et d'emploi des produits polluants ;
- Des procédures d'urgence en cas de pollution.

Ces points seront notamment notés dans les SOGED (Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets) des entreprises.

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 16 : Documents contractuels

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Afin d'anticiper les risques d'impacts du chantier sur l'environnement, il convient :

- Au maître d'œuvre de joindre au Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), un cahier de prescriptions environnementales et un Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). La Notice de Respect de l'Environnement (NRE) fait office de CCTP « environnement ». Elle permet de prévoir les modalités techniques de réalisation des travaux et de chiffrer précisément les mesures à prendre et dispositifs à mettre en œuvre. ;
- Aux entreprises d'intégrer et d'adapter le cas échéant ces bonnes pratiques dans leur Plan de Respect de l'Environnement (PRE) (ou Plan d'Assurance Environnement – PAE), en précisant leurs modalités d'entretien puis de démantèlement une fois le chantier terminé. Les plans d'exécution (EXE) doivent indiquer ces bonnes pratiques environnementales.

Les NRE et les PRE/PAE doivent donc être adaptés au contexte du projet (nature et dimensions des IOTA[3]; contexte propre du site d'implantation du projet et enjeux écologiques associés, etc.). Ils doivent valoriser les connaissances issues des études environnementales préalables au projet.

[3] IOTA : Installations, Ouvrages, Travaux et Activités

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 17 : Remise en état des emprises du chantier après travaux

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

L'emprise du chantier sera remise en état dès la fin des travaux (enlèvement de tout le matériel et nettoyage). Les matériaux associés seront gérés conformément à la réglementation en vigueur.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est qualifié de faible.

1.3.3.2.2 Impacts sur les eaux superficielles en phase exploitation et mesures associées

1.3.3.2.2.1 Impacts quantitatifs

❑ **IMPACTS**

Nota : l'impact du projet vis-à-vis du risque d'inondation est traité au chapitre 1.3.4.1. « Risques naturels/ Paragraphe Risque d'inondation ».

Rennes Métropole a édité en 2018 un guide méthodologique pour la réalisation d'études hydrologiques spécifiques lors d'aménagements urbains (voir Partie 6 Annexes de l'étude d'impact).

Dans le cas d'un rejet vers le réseau ou espace public ou vers le milieu naturel, tout projet de construction, extension ou aménagement supérieure à 150 m² doit justifier d'un ouvrage de régulation/rétention d'eaux pluviales sur son terrain d'un volume de 28 litres / m² imperméabilisé nouvellement créé respectant un débit de fuite de 20 litres /s /ha imperméabilisé (débit de fuite minimum de 1 litre /s).

Dans le cas du cumul avec un ouvrage d'infiltration, le volume d'infiltration de 10 litres/m^2 imperméabilisé nouvellement créé est inclus dans le volume total de régulation / rétention de 28 litres / m² imperméabilisé nouvellement créé.

La règle de régulation/rétention ne s'applique par en cas de rejet direct dans l'Ille, la Vilaine, le Meu ou la Seiche.

L'application de ce principe amène à fixer un débit de fuite maximal autorisé par impluvium, dépendant de la surface totale de cet impluvium.

Les tableaux suivants présentent, pour les lignes T1 et T2 :

- Le pourcentage de désimperméabilisation du projet par rapport à la situation actuelle ;
- Les surfaces imperméables du projet ;
- Les surfaces perméables du projet.

Tableau 1 : Bilan des % de désimperméabilisation et des % de surfaces perméables pour le Trambus T1 (Source : Etudes préliminaires du Trambus T1)

							cr = 0,5	CR=0	CR=0,9	REVETEMENTS DE SURFACE PROJET					PERMEABILITE	
Section	Section	TYPE DE RESEAU	INFILTRATION PLUI	SECTEUR INONDABLE	NAPPE	SURFACE DE RUISSELLEMENT TOTALE ACTUELLE (m²)	SURFACE DE PERMEABLE ACTUELLE (m²)		SURFACE DE RUISSELLEMENT IMPERMEABLE ACTUELLE (m²)	Désimperméabilisation	*SURFACE IMPERMEABLE FUTURE MAXI A ATTEINDRE (m²)*	SURFACE IMPERMEABLE FUTURE (m²)	SURFACE PERMEABLE FUTURE (m²)		% de dés-imperméabilisation	% DE SURFACES PERMEABLE
1	**Section 1.1 Terminus "La Plesse" – Chesnay Beauregard**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	2250		120	2130	*30%*	*1575*	*2130*	*0*	*120*	*0%*	*5%*
	Section 1.2 Chesnay Beauregard – Cerisaie	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	2945		445	2500	30%	*2062*	2435	0	510	*2%*	*17%*
	Section 1.3 Chesnay Beauregard – Grand Quartier	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	6385		640	5745	30%	*4470*	4438,49	0	1946,51	*20%*	*30%*
	Section 1.4 Duvivier	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FORTE	4825		1732	3093	30%	*3378*	3951,28	103,85	769,87	*-18%*	*18%*
2	**Section 2.1 Dulac**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FAIBLE	4770		1140	3630	30%	*3339*	3348,03	432	969,97	*6%*	*30%*
	Section 2.2 Germain / Léonard	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	NULLE	1995		336	1659	30%	*1397*	1659	0	336	*0%*	*17%*
	Section 2.3 Cucillé Est base	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	4800		1435	3365	30%	*3360*	3302,67	411,14	1086,13	*1%*	*31%*
	Section 2.4 Giratoire Cucillé-Mussat base	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	5900		1682	4218	30%	*4130*	3184,52	489,3	2226,18	*18%*	*46%*
	Section 2.5 Cucillé Ouest base	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	8515		2040	6475	30%	*5961*	5606,35	488,65	2420	*10%*	*34%*
	Section 2.3 Cucillé Est variante 1	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	5009		1485	3524	30%	*3506*	3453	414	1142	*1%*	*31%*
	Section 2.4 Giratoire Cucillé-Mussat variante 1	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	6140		1933	4207	30%	*4298*	3116,44	484,6	2538,96	*18%*	*43%*
	Section 2.5 Cucillé Ouest variante 1	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	8920		2420	6500	30%	*6244*	5805,04	488,85	2626,11	*8%*	*35%*
3	**Section 3,1 Parc administratif**	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	FORTE	8890		4830	4060	30%	*6223*	5026,94	951,15	2911,91	*-11%*	*43%*
	Section 3,2 Villejean Nord-Est	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	1300		0	1300	30%	*910*	1300	0	0	*0%*	*0%*
4	**Section 4.1 Berger**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	19472	896	2155	16421	30%	*13630*	12092	3000	4380	*22%*	*38%*
	Section 4.2 Carrefour Berger-La Salle	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	6292		2022	4270	30%	*4404*	5427	355	510	*-18%*	*14%*
5	**Section 5.1 La Salle**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	11274		2018	9256	30%	*7892*	8794	1230	1250	*4%*	*22%*
	Section 5.2 Carrefour La Salle-Marbeuf	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	1943	10	1114	819	30%	*1360*	1473	290	180	*-34%*	*24%*
	Section 5.3 Marbeuf	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	7133		870	6263	30%	*4993*	5103	935	1095	*16%*	*28%*
6	**Section 6,1 Guilloux**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	9783		10	9773	30%	*6848*	7503	1600	680	*23%*	*23%*
	Section 6,2 Carrefour Lorient-Confluence	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	5131			5231	30%	*3592*	4036	995	100	*23%*	*2%*
7	**Section 7.1 Beaulieu**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FAIBLE	2230		1060	1170	30%	*1561*	1000	460	770	*8%*	*55%*
	Section 7.2 Touraudais	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FORTE	9250		3192	6058	30%	*6475*	4820	1610	2820	*13%*	*48%*
7	**Section 7.1 Beaulieu**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FAIBLE	2230		1060	1170	30%	*1561*	1000	460	770	*8%*	*55%*
	Section 7.2 Touraudais	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FORTE	9250		3192	6058	30%	*6475*	4820	1610	2820	*13%*	*48%*
8	**Section 8.1 Clos Courtel Nord (ZAC)**	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	7190		2017	5173	30%	*5033*	3505	1165	2520	*23%*	*51%*
	Section 8.2 – Clos Courtel Nord hors ZAC	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	13070		2520	10550	30%	*9149*	6956	2900	3214	*27%*	*47%*
	Section 8.3 Fougères – Saint Sulpice	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	4480		904	3576	30%	*3136*	1376	2200	904	*49%*	*69%*
TOTAL BASE						149823	906	32282	116735	7,2	104876,1	98467,28	19616,09	31739,63	*12%*	*34%*
TOTAL VARIANTE						148427	906	32843	114778	6,9	103898,9	96618,22	19614,45	32194,33	*12%*	*35%*
Objectif désimperméabilisation de 30%				*Atteint*	Pas atteint										*Atteint*	Pas atteint

Tableau 2 : Bilan des % de désimperméabilisation et des % de surfaces perméables pour le Trambus T2 (Source : AVP de la ligne T2)

			DIAGNOSTIC CARTOGRAPHIQUE OU ETUDES				ACTUEL						OBJECTIFS DESIMPERMEABILISATION		PROJET AMENAGEMENT				
	Sectio	Section	TYPE DE RESEAU	INFILTRATION PLUI	SECTEUR INONDABLE	NAPPE	SURFACE PROJET AMENAGEMENT (m²)	SURFACE PERMEABLE ACTUELLE dans le perimetre des amenagements (m²)		SURFACE IMPERMEABLE ACTUELLE dans le périmètre des aménagements (m²)	SURFACE DE RUISSELLEMENT ACTUELLE (m²)	SURFACE PERMEABLE ACTUELLE dans le perimetre de ruissellement (m²)		SURFACE IMPERMEABLE ACTUELLE dans le périmètre de ruissellement (m²)	surfaces perméables sur le périmètre aménagement	SURFACE IMPERMEABLE FUTURE MAXI A ATTEINDRE dans le périmètre	SURFACE IMPERMEABLE FUTURE dans le périmètre aménagé (m²)	SURFACE PERMEABLE FUTURE dans le périmètre aménagé (m²)		% de dés-imperméabilisation	% DE SURFACES PERMEABLE
								REVETEMENT POREUX	SURFACE VEGETALISEE			REVETEMENT POREUX	SURFACE VEGETALISEE					REVETEMENT POREUX	SURFACE VEGETALISEE		
T2 Ouest extra rocade	3	Section 3 marches / rocade + termins provisoire	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	25247	-	7 063	18 184	31 039		7 513	23 586	30%	17 673	14 422	3 515	7 310	15%	43%
		P+R et termins 3 Marches	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	5678		1 860	3 818	7 076		1 738	5 338	30%	3 975	3 658	1 250	770	3%	36%
T2 Ouest intra rocade	4BSP	Section Rocade / Marbeuf	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NULLE	20382		1 507	18 875	21 125		1 507	19 618	30%	14 267	16 320	1 819	1 643	10%	17%
	5	Section Marbeuf / L. Guilloux	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	3604		20	3 584	5 501		20	5 481	30%	2 523	3 317		287	7%	8%
	6	Section Mail F Miterrand	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	5138	147	40	4 951	5 430	147	40	5 243	30%	3 597	2 538	1 370	570	46%	43%
T2 Est	8	Section Quais de Vilaine / Parking					7101	247	586	6 268	13 718	1 270	2 167	10 281	30%	4 971	4 596	2 433	72	24%	35%
		PAUL BERT	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	801	186	14	601	832	223	20	589	30%	561	407	394	-	24%	49%
		PONT DE CHATEAUDUN	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	806	21	52	733	1 614	44	244	1 326	30%	564	394	412	-	42%	51%
		ROBIDOU	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	1396	40	16	1 340	2 324	47	78	2 199	30%	977	857	539	-	35%	39%
		PONT DE STRASBOURG	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	785		-	785	1 448		516	932	30%	550	430	235	-	38%	38%
		FRANCOIS CHÂTEAU	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	1208	-	178	1 030	3 238	356	317	1 965	30%	846	860	348	-	14%	29%
		PLAINE DE BAUD	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	982		178	804	1 152		308	844	30%	687	790	192	-	1%	20%
		PREALES	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	1123		148	975	3 110		684	2 426	30%	796	798	253	72	16%	29%
	9	Section Préâles - giratoire					15070	-	2 373	12 097	26 724	-	6 343	19 775	30%	10 543	12 070	1 518	1 482	0%	20%
		TOURNEBRIDE+giratoire	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	6161		1 573	4 588	7 782		2 238	5 544	30%	4 315	4 470	744	347	2%	27%
		CHAMPS PEANS	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	2401		270	2 131	4 283		270	4 013		1 681	2 078	253	70	2%	
		TAILLIS	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	3395		970	3 025	11 513		4 238	7 275	30%	2 797	3 519	266	210	-12%	12%
		HUBLAIS	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	2513		160	2 353	3 146		203	2 943	30%	1 759	2 003	255	255	14%	20%
	10	Section boucle centre					16941	-	1 342	15 599	23 177	-	3 493	19 684	30%	11 859	12 696	3 410	835	17%	25%
		SPORT NATURE-COUR VILAINE	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	3673		117	3 556	4 444		447	3 997	30%	2 571	3 282	299	92	7%	11%
		COUR VILAINE - MUGUET	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	2597		308	2 289	3 792		403	3 389	30%	1 818	2 022	140	435	10%	22%
		rue croix cousse - MARE PAVEE	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FORTE	6836		310	5 526	9 087		1 333	7 754	30%	4 765	4 165	2 562	109	26%	39%
		rue Bellevue - LA COULEE	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	FORTE	2342		-	2 342	2 726		1 000	1 726	30%	1 639	2 007	136	139	14%	14%
		Bd de Métairie BOURGCHEVREUIL	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	843		7	836	1 535		175	1 360	30%	590	702	141		16%	17%
		CESSON COLLEGE	SEPARATIF	NON OBLIGATOIRE	ZONE INONDABLE PPRI	NAPPE SUB-AFFLEURANTE	650		-	650	1 593		135	1 458	30%	455	518	132		20%	20%
	11	Section Giratoire Paris-Chalotais/Termins					13681	-	3 761	9 920	13 291	-	4 074	9 217	30%	9 577	10 730	2 571	380	-6%	22%
		CHALOTAIS	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	2539		75	2 464	1 548		121	1 427	30%	1 777	2 322	150	67	6%	3%
		BORDAGE	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	3788		179	3 609	2 709		387	2 322	30%	2 652	3 515	273	-	2%	7%
		HAUT GRIPPE	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	321		-	321	420		-	420	30%	225	175	146	-	45%	45%
		CHAMPELLE	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON	MOYENNE	7033		3 507	3 526	8 614		3 566	5 048	30%	4 323	4 718	2 002	313	-17%	33%
	12	P+R et Terminus Riguerdière	SEPARATIF	OBLIGATOIRE	NON		4838		568	4 270	4 838		568	4 270	30%	3 387	636	3 858	344	75%	87%
		TOTAL					117 680	334	19 720	97 566	151 979	1 417	28 063	122 493	30%	82 375	81 643	22 344	13 693	14%	31%

À noter que le projet améliore la situation actuelle en favorisant dans la mesure du possible l'infiltration des eaux pluviales via la réalisation de surfaces perméables. En effet, en situation actuelle, les eaux pluviales de la voirie sont quasiment rejetées à 100% au réseau pluvial.

Par ailleurs, Rennes Métropole ne prévoit pas d'arrosage des espaces verts en dehors des parterres de fleurs, qu'il n'est pas prévu de mettre dans le cadre du projet. Toutes les plantations sont arrosées naturellement à l'exception de la première année de pousse des arbres, en fonction de l'année considérée. Rennes Métropole demande aux entreprises chargées de l'entretien des espaces verts d'utiliser dans ce cas de l'eau de récupération.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

- **MESURES DE RÉDUCTION**
  - $MR_{Eaux\ sup}$. 18 : Gestion des eaux pluviales de la voirie

Localisation de la mesure : surfaces de voiries du projet.

Dans le cadre du guide des espaces publics, Rennes Métropole s'engage à conduire une démarche de désimperméabilisation des sols pour tout nouvel aménagement de voirie. L'engagement pris est double (extrait du Guide ci-après) :

- **Dans les projets en agglomération[1] ces principes s'appliquent également aux surfaces imperméabilisées existantes ou à créer :**

- **Perméabiliser l'espace public en végétalisant ou par l'utilisation de matériaux perméables**

  Pour les opérations visant à requalifier un espace public en agglomération, deux objectifs sont à atteindre :

  - Avoir à minima 30 % de surfaces perméables/végétalisées le périmètre du projet
  - Augmenter les surfaces perméables/végétalisées par rapport à l'état existant si l'état actuel est déjà perméable à plus de 30%

Au stade actuel des études, les résultats montrent que le taux de 30% de surfaces perméables est atteint à l'échelle de chaque projet même si certaines sections sont en dessous du seuil. Pour la ligne T1, le pourcentage de désimperméabilisation par rapport à la situation actuelle est de 12%, contre 14% pour la ligne T2.

Un pré-dimensionnement des ouvrages d'assainissement est en cours de réalisation par Rennes Métropole.

Le recours à l'infiltration des eaux pluviales est maximisé dans la mesure du possible.

A ce stade, le projet T1 a été découpé en 32 secteurs, dont 5 font l'objet d'infiltration (secteurs d'infiltration obligatoire). Le projet T2 a quant à lui été découpé en 38 secteurs, dont 8 font l'objet d'infiltration (secteurs d'infiltration obligatoire).

Exemple de la T1 : Secteur Cerisaie – Germain Léonard

Le volume total de rétention est de 36,5 m^3 (prédimensionnement).

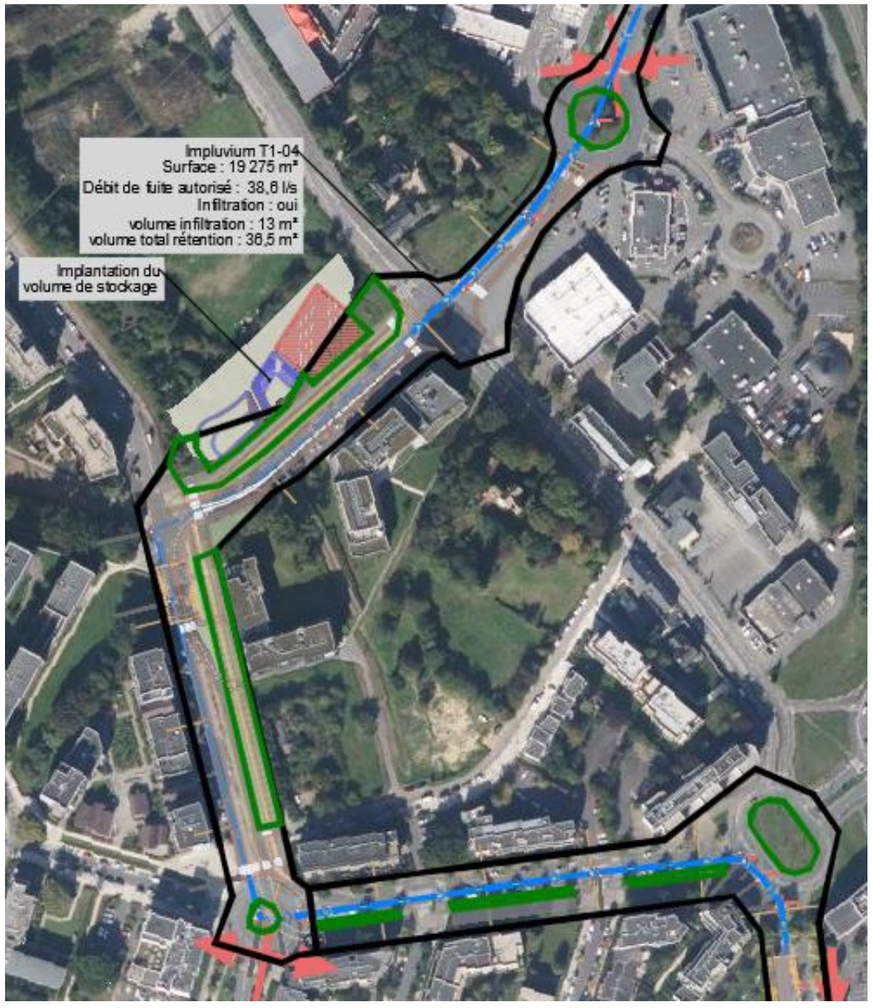
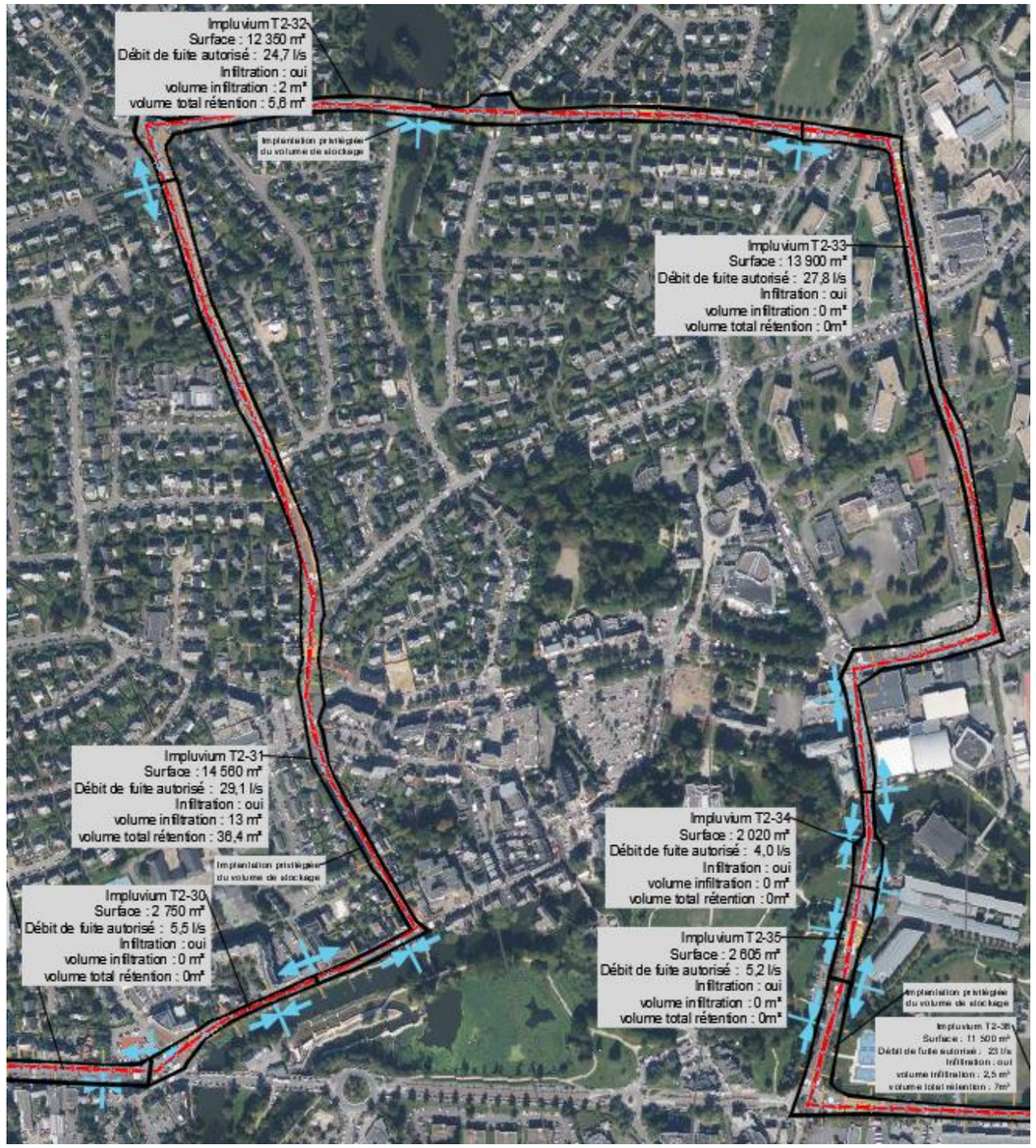


Figure 13 : Secteur Cerisaie – Germain Léonard

Exemple T2 : Secteur Boucle de Cesson-Sévigné

Trois secteurs sont concernés par de l'infiltration.



Les études affineront par la suite le système d'assainissement.

- **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est jugé négligeable.

1.3.3.2.2.2 Impacts qualitatifs

- **IMPACTS**

Les eaux infiltrées seront épurées par les premiers centimètres de sol.

- **MESURES DE RÉDUCTION**

Le système d'assainissement permettra une dépollution des eaux pluviales.

- **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est jugé négligeable.

1.3.3.3 IMPACTS SUR LES EAUX SOUTERRAINES ET MESURES ASSOCIÉES

1.3.3.3.1 Impacts sur les eaux souterraines en phase travaux et mesures associées

1.3.3.3.1.1 Impacts quantitatifs

❑ **IMPACTS**

❖ Utilisation de l'eau

Les phases de travaux peuvent générer des besoins en eau, essentiellement liés à l'arrosage des terres mises à nue pour limiter l'envol de poussières et assurer un meilleur compactage mais aussi pour alimenter les centrales de fabrications et les aires de nettoyage.

L'approvisionnement en eau du chantier peut provenir :

- De pompages dans un cours d'eau ;
- De forages dans une nappe souterraine ;
- De la récupération dans des bassins ou retenues collinaires ;
- D'achat d'eau à un syndicat ou un particulier ;
- D'acheminement d'une ou plusieurs citernes.

Les pompages dans les cours d'eau voire dans une nappe souterraine peuvent s'avérer impactant, en particulier en période de basses eaux.

L'approvisionnement en eau du chantier s'effectuera par le biais de citernes. Ainsi, aucun pompage ne sera réalisé dans la nappe pour les besoins en eau du chantier. Aucune mesure n'est nécessaire.

❖ Obstacle à l'écoulement

Lors d'un chantier, les travaux de terrassements sont susceptibles d'interagir avec les nappes d'eau souterraine en présence. Les principaux travaux de terrassement du projet concernent :

- La réalisation de la couche de forme de la voirie ;
- Les travaux relatifs aux ouvrages d'art, murs de soutènement et murs anti-crues, avec notamment la réalisation des fondations ;
- La réalisation des ouvrages d'assainissement ;
- Les modelés de terrain pour les aménagements paysagers et les aménagements sur les berges.

Pour rappel, des ouvrages de la BSS (Banque de données du sous-sol du BRGM) à proximité de la Vilaine en centre-ville de Rennes mentionnent des données de profondeur d'eau dont la valeur minimale répertoriée est de 1,4 m.

Ces résultats démontrent la présence d'une nappe pouvant se situer à faible profondeur sur le secteur d'étude.

Par ailleurs, des piézomètres ont été posés sur site aux endroits où la nappe peut être proche du terrain naturel. Les premiers résultats démontrent que la nappe semble assez profonde par rapport aux travaux prévus, à l'exception d'un secteur sur la ligne T2 à Cesson-Sévigné (les travaux sont néanmoins limités sur ce secteur). Cependant, la présence de ces nappes sera à prendre en compte dans le choix du dispositif d'assainissement qui sera mis en place (infiltration des eaux ou non). À noter que les nappes sont plus proches du sol durant la période hivernale et au début du printemps (valeur relevée la plus faible : 1,04 m de profondeur).

Les terrassements liés aux travaux de réalisation de la voirie seront faits sur l'emplacement de la future chaussée à une profondeur de l'ordre de 70 cm, et ponctuellement 1,50 m. Concernant les chaussées infiltrantes, elles seront généralement sous les pistes cyclables et donc à une profondeur d'environ 50 cm.

Les terrassements liés à l'assainissement seront situés entre 1 et 3 m de profondeur, les terrassements les plus profonds étant liés à la reprise des branchements d'eaux pluviales.

En fonction des résultats complets du suivi piézométrique, des mesures seront prévues si nécessaire en phase travaux selon la période de réalisation des terrassements.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Modéré

❑ **MESURES**

❖ $MR_{Eaux\ sout.}$ 1 : Suivi piézométrique sur une année complète

Localisation de la mesure : zones où la nappe est susceptible d'être proche du terrain naturel.

Comme évoqué ci-avant, un suivi piézométrique est en cours de réalisation sur une année complète. Des piézomètres ont été implantés à des endroits où la nappe est susceptible d'être proche du terrain naturel.

Les résultats de ce suivi ne sont pas encore disponibles.

Ils permettront de statuer sur le risque d'interaction avec la nappe durant les travaux de terrassement.

❖ $MR_{Eaux\ sout.}$ 2 : Adaptation de la période de terrassement

Localisation de la mesure : zones de terrassements du projet avec un risque avéré d'interaction avec la nappe.

Sur les secteurs à enjeu en fonction des résultats du suivi piézométrique, le planning des terrassements sera adapté pour tenir compte de cette problématique. Les terrassements seront réalisés dans la mesure du possible en période de basses eaux afin de minimiser le recours à d'éventuels dispositifs de rabattement de la nappe.

De plus, aucun terrassement ne sera réalisé en cas de forte pluie.

❖ $MR_{Eaux\ sout.}$ 3 : Pompages provisoires de la nappe (en cas de risque d'interaction avéré)

Localisation de la mesure : zones de terrassements du projet avec un risque avéré d'interaction avec la nappe.

En cas de risque d'interaction avéré avec la nappe, des pompages provisoires seront mis en place afin d'assécher le fond de fouille. Le débit de pompage sera estimé par la réalisation d'essais de pompage. En fonction du débit, le projet pourrait être soumis à déclaration ou autorisation loi sur l'eau (rubrique 1.2.1.0 de la nomenclature loi sur l'eau).

En cas de dépassement des seuils de déclaration ou d'autorisation, un dossier loi sur l'eau sera transmis à la Police de l'eau avant le démarrage des pompages.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est qualifié de faible.

1.3.3.3.1.2 Impacts qualitatifs

❑ **IMPACTS**

Les sources de pollutions des eaux souterraines peuvent être directes et indirectes, via les eaux de surfaces. Le rabattement des nappes phréatiques, c'est-à-dire leur abaissement temporaire pour la réalisation de travaux divers, peut être une source de pollution. Les pollutions de surfaces peuvent se diffuser en profondeur par divers contacts lors de l'opération de rabattement, notamment avec les engins de chantier ou les eaux de ruissellement, et polluer les nappes sous-jacentes. De plus, les pollutions peuvent ensuite se diffuser d'une masse d'eau souterraine à une autre.

Par ailleurs, la qualité des eaux souterraines peut être indirectement impactée par des eaux superficielles polluées. De plus, les nappes sont vulnérables aux pollutions au droit du secteur d'implantation du projet (secteur d'infiltration majoritaire). **Des mesures sont donc à prévoir en phase travaux.**

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Eaux\ sup}$. 2 à 18

Les mesures présentées précédemment concernant la qualité des eaux superficielles permettront de limiter le risque d'atteinte des eaux souterraines (*$MR_{Eaux\ sup}$. 2 à 18*).

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

1.3.3.3.2 Impacts sur les eaux souterraines en phase exploitation et mesures associées

1.3.3.3.2.1 Impacts quantitatifs

❑ **IMPACTS**

En phase exploitation, le projet ne prévoit pas de pompages en nappe et n'aura, de ce fait, aucun impact.

Il est admis que les ouvrages d'infiltration et le toit de la nappe doivent être séparés par une certaine épaisseur afin d'éviter toute interaction directe, dénommée « zone non saturée ».

Selon le mémento technique 2017 de l'ASTEEE, *« une épaisseur minimale de 50 cm à 1 m est généralement requise »* pour la zone non saturée.

La profondeur de la tranchée d'infiltration sera adaptée de manière à avoir systématiquement 1 m au-dessus du toit de la nappe.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.3.3.3.2.2 Impacts qualitatifs

❑ **IMPACTS**

Les incidences énumérées en phase exploitation pour les eaux superficielles sont valables pour les eaux souterraines.

Il est admis que les ouvrages d'infiltration et le toit de la nappe doivent être séparés par une certaine épaisseur afin de permettre une dépollution des eaux via le sol avant que celles-ci n'atteignent la nappe, dénommée « zone non saturée ».

Selon le mémento technique 2017 de l'ASTEEE, « une épaisseur minimale de 50 cm à 1 m est généralement requise » pour la zone non saturée.

La profondeur de la tranchée d'infiltration sera adaptée de manière à avoir systématiquement 1 m au-dessus du toit de la nappe.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Faible

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

Le système d'assainissement permettra une dépollution des eaux pluviales.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

1.3.3.4 IMPACTS SUR LE RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT ET MESURES ASSOCIÉES

1.3.3.4.1 Impacts sur le réseau d'assainissement en phase travaux et mesures associées

Pour rappel, Rennes Métropole (Direction de l'assainissement) est le gestionnaire des réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées sur son territoire.

1.3.3.4.1.1 Eaux pluviales

❑ **IMPACTS**

Des modifications ponctuelles du réseau d'eaux pluviales sont prévues : modifications de points de captage. Ces points de captages seront mieux dimensionnés et mieux placés pour tenir compte du programme de désimperméabilisation.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact négatif, aucune mesure n'est prévue.

1.3.3.4.1.2 Eaux usées

❑ **IMPACTS**

Il n'est pas prévu de recourir à des coupures des réseaux en exploitation, les travaux étant majoritairement en surface. La continuité de service public sera ainsi garantie. Aucun dévoiement n'est prévu au droit des ouvrages Trambus étant donné qu'il s'agit d'infrastructures classiques de voiries.

Pour autant, afin d'éviter des réinterventions des gestionnaires sur leur réseau, les tracés du projet leur ont été communiqués afin qu'ils puissent anticiper d'éventuels renouvellements de réseaux.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.3.3.4.2 Impacts sur le réseau d'assainissement en phase exploitation et mesures associées

1.3.3.4.2.1 Eaux pluviales

- **IMPACTS**

Le projet améliore la situation actuelle en favorisant dans la mesure du possible l'infiltration des eaux pluviales. En effet, en situation actuelle, les eaux pluviales de la voirie sont quasiment rejetées à 100% au réseau pluvial. Le réseau pluvial se trouvera donc soulagé d'un certain volume d'eau.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

- **MESURES**

En l'absence d'impact négatif, aucune mesure n'est prévue.

1.3.3.4.2.2 Eaux usées

- **IMPACTS**

Le projet n'aura aucune incidence sur le réseau d'eaux usées en phase exploitation.

Seuls les sanitaires chauffeurs seront raccordés au réseau d'eaux usées, sans impact en termes de volume à collecter (volume négligeable).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

- **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.3.3.5 MOYENS DE SURVEILLANCE, D'ENTRETIEN, D'INTERVENTION EN PHASE TRAVAUX ET MESURES DE SUIVI EN PHASE EXPLOITATION

1.3.3.5.1 Gestionnaire

La Direction de l'assainissement de Rennes Métropole aura à charge la gestion des ouvrages d'assainissement qui seront mis à en place.

1.3.3.5.2 En phase travaux

Durant le chantier, la surveillance des travaux sera assurée par la maîtrise d'ouvrage. **Un suivi environnemental du chantier sera mis en place.**

Les entreprises en charge de la réalisation des travaux établiront un **Plan de Respect de l'Environnement (PRE)** dans lequel elles s'engageront sur les moyens de protection de l'environnement à mettre en œuvre.

Les responsables d'entreprises devront également **sensibiliser le personnel du chantier** sur les risques que peuvent occasionner les travaux de terrassement près des cours d'eau ainsi que les risques d'accident possibles en matière de pollution des eaux (superficielles et souterraines).

En cas de pollution accidentelle, un Plan d'Organisation et d'Intervention (POI) assurera la mise en œuvre des moyens efficaces de protection et de dépollution.

Un plan d'intervention en cas d'incident majeur sera élaboré préalablement par le maître d'œuvre avec les services instructeurs de manière à définir :

- Les modalités de récupération et d'évacuation des substances polluantes ainsi que le matériel nécessaire au bon déroulement de l'intervention) ;
- La liste des personnes et organismes à prévenir en priorité, avec leurs coordonnées (service de la Police de l'Eau, Protection Civile, ARS, maître d'ouvrage) ;
- La liste des personnes responsables du chantier avec leurs coordonnées (maître d'œuvre, etc.) ;
- Le nom et le téléphone des responsables du chantier et des entreprises spécialisées pour ce genre d'intervention ;
- Les modalités d'identification de l'incident (nature, volume des matières concernées).

La Police de l'eau sera informée de tout incident.

1.3.3.5.3 En phase exploitation

La gestion des eaux usées et des eaux pluviales est assurée en **régie par la Direction de l'assainissement de Rennes Métropole** composée d'environ 200 agents, dont près de 120 agents consacrés exclusivement à la partie exploitation. Toutes les installations sont vérifiées annuellement et les interventions d'entretien sont programmées en fonction des besoins.

En cas de pollution accidentelle, une astreinte permanente permet de réagir dans les plus brefs délais. La collectivité possède un parc de matériel suffisant à l'exploitation des réseaux et des infrastructures de traitement ou de stockage (camion, pompe, protection contre les pollutions…).

1.3.4 IMPACTS DES RISQUES MAJEURS ET MESURES ASSOCIÉES

1.3.4.1 RISQUES NATURELS

❑ **RAPPEL DES ENJEUX**

THEME		ENJEUX	SENSIBILITE
Risques naturels	Risques d'inondation	-PGRI Loire-Bretagne 2022-2027 -TRI Vilaine de Rennes à Redon -PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet. -AZI et zones inondables hors PPRi identifiées au PLUi de Rennes Métropole. -Risque de remontée de nappe au-dessus du terrain naturel sur la majorité de la zone d'étude. -Risque d'inondation par ruissellement urbain.	Forte
	Risques liés aux mouvements de terrain	-Zone de sismicité 2 (risque faible) -Risque de retrait-gonflement des argiles nul à faible. Une zone de risque modéré à l'extrémité Ouest de la zone d'étude immédiate du T2.	Modérée

❑ **RISQUE D'INONDATION**

➢ **Impacts du risque d'inondation en phase travaux et mesures associées**

❑ **IMPACTS**

Les installations de chantier et le matériel utilisé pour les travaux sont susceptibles de perturber l'écoulement des eaux en cas de fortes pluies et de crues de la Vilaine et de l'Ille.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ MR_{Inond} 1 : Installations de chantier hors zones inondables

Localisation de la mesure : concerne les zones inondables.

La localisation précise de toutes les installations de chantier (bases vie, zones de dépôt ou autres) n'est pas encore déterminée à ce stade des études. Les emplacements choisis évolueront en lien avec le phasage des travaux. P**our rappel, les zones d'installation de chantier seront installées majoritairement sur des parkings publics existants. Les espaces végétalisés seront systématiquement évités.**

Cependant, aucune installation de chantier ne sera implantée sur les zones réglementaires du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet et dans les zones inondables identifiées dans la zone d'étude.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

➢ **Impacts du risque d'inondation en phase exploitation et mesures associées**

❑ **IMPACTS**

Le projet traverse des zones réglementaires du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet et est alors concerné par des zones inondables. En l'absence de mesures, il est donc susceptible de perturber l'écoulement des eaux en cas de crues et d'aggraver de ce fait le risque d'inondation.

Le bureau d'études Aquagéosphère a évalué l'impact hydraulique du projet.

Ce chapitre a pour objectif de présenter les aménagements prévus dans le cadre du projet des lignes Trambus T1 et T2, en mettant particulièrement l'accent sur ceux implantés en zone inondable.

Les travaux qui seront réalisés laissent à penser que **l'impact sur les inondations sera très limité, voire totalement neutre. Aucun nouvel ouvrage ne sera construit sur le réseau hydrographique, et les ouvrages existants ne feront pas l'objet de modifications**. Par ailleurs, au droit des secteurs réaménagés, **les voiries resteront proches des cotes existantes**, avec seulement quelques adaptations pour les trottoirs et les arrêts par exemple. Ces aménagements entraîneront des remblais de l'ordre de +/- 15 cm, et uniquement sur des emprises limitées.

La ligne T1 s'étendra sur un linéaire de 13 km, dont 4,8 km seront communs avec la ligne T2, et comportera 31 stations, dont 13 partagées avec cette dernière. La ligne T2, quant à elle, aura un linéaire de 15 km et comptera également une trentaine de stations.

S'agissant d'aménagements sur des voiries existantes déjà circulées par des transports en commun, le projet s'attachera à améliorer la performance des lignes tout en limitant l'impact des adaptations fonctionnelles sur l'existant.

Afin de marquer l'identité Trambus, les stations seront toutes similaires. Les longueurs des quais varieront de 20 à 45 m, selon le matériel roulant et le nombre de lignes de bus utilisant ces quais simultanément. Les quais auront une largeur de 3,50 m, et la voie au droit du quai sera de 3,00 m de large par sens. La largeur des voies de bus étant généralement de 3,50 m, des bordures spécifiques de part et d'autre du quai constitueront une zone de transition permettant de réduire la largeur de la voie à 3,00 m, facilitant l'alignement des Trambus sur les quais. Les bordures des quais seront en granit de fabrication spéciale selon une hauteur de vue de 18 cm.

Par ailleurs, il convient également de souligner la volonté du projet de favoriser l'infiltration des eaux dans le sol. Les lignes T1 et T2 prévoient respectivement une désimperméabilisation de 12% et 17% de leurs surfaces. Ce processus résulte principalement de l'aménagement de surfaces perméables minérales en remplacement de

surfaces existantes imperméables. De plus, une partie des surfaces imperméables restantes des lignes sera déconnectée du réseau. Ainsi, 14 % des surfaces imperméables projetées de la ligne T2 seront redirigées vers des structures réservoirs infiltrantes.

Afin de présenter les différents aménagements envisagés, les lignes ont été découpées en 4 secteurs :

- T1 ;
- T2 Ouest Extra Rocade ;
- T2 Ouest Intra Rocade ;
- T2 Est.

A noter que l'ensemble des sections de la ligne T1 reprises en zone inondable est commun à la ligne T2. Les aménagements concernés sont donc traités dans les chapitres relatifs à la ligne T2.

Les figures présentées dans les pages suivantes identifient les différents secteurs et lignes en les superposant à la carte d'aléa inondation pour l'aléa de référence. L'ensemble des données d'aléa fournies dans ce document provient de l'étude de révision du PPRI (Plan de Prévention des Risques d'Inondation) en cours.

La carte des aléas issue de l'étude de révision du PPRI en cours a été privilégiée à celle du PPRI en application pour les raisons suivantes :

- La carte des aléas du PPRI en application se base sur les résultats d'une étude datant de 2007. Les résultats obtenus par la nouvelle étude sont plus fiables, car issus d'une modélisation plus récente, elle-même basée sur des données actuelles ;
- L'emprise de la zone inondable, les niveaux d'aléas et les cotes des plus hautes eaux fournis par l'étude de révision du PPRI en cours sont les plus contraignants.

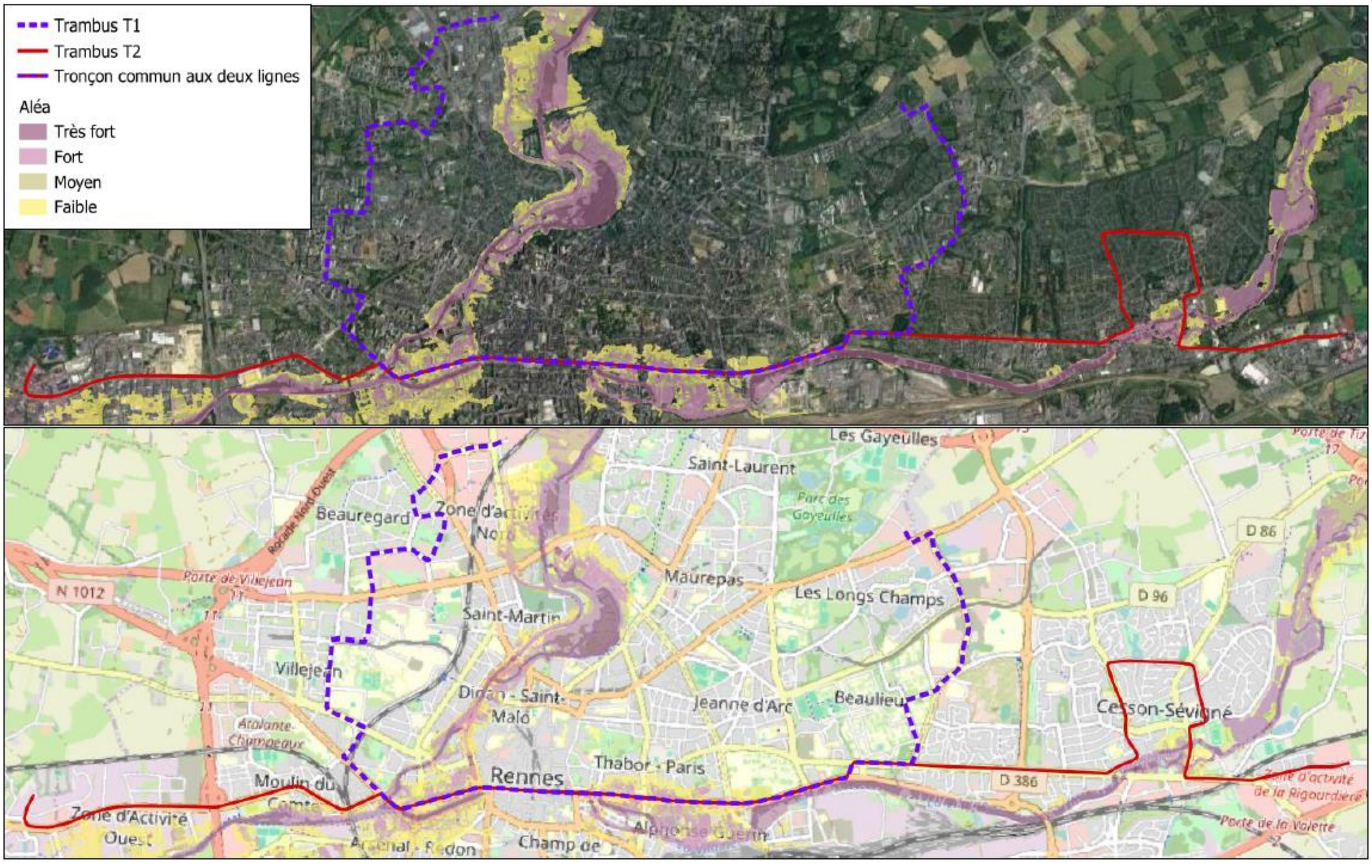


Figure 14 : Tracé des lignes TRAMBUS et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

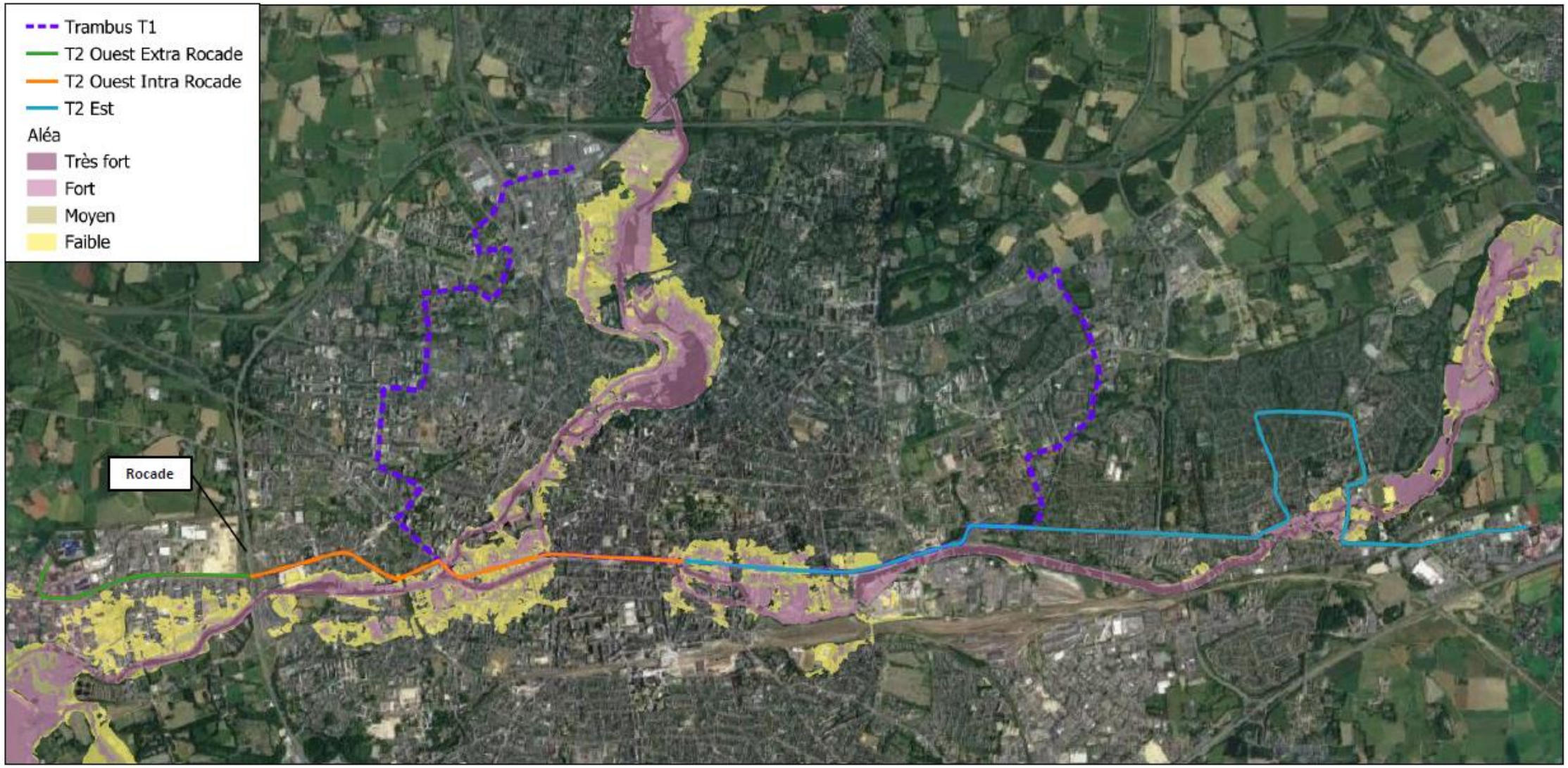


Figure 15 : Identification des différents secteurs de la ligne T2 et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

➢ Présentation des aménagements du secteur T2 Ouest Extra Rocade

Il est principalement prévu sur ce secteur :

- La création/modification de 3 stations bus (Trois marches, Berthault, Le Maistre) intégrant :
  - Des quais de longueur 40 m et largeur 3,50 m. Des bordures spécifiques de part et d'autre du quai qui constitueront une zone de transition permettant la réduction de la largeur de la voie, facilitant l'alignement des Trambus sur les quais. Les bordures des quais seront en granit de fabrication spéciale, selon une hauteur de vue de 18 cm. À l'arrière de cette bordure, une dalle de calage de 50 cm en granit viendra rigidifier le quai. Ces derniers seront revêtus en pavés drainants avec des massifs d'infiltration ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts ;
- En rive Nord de la voie de circulation, la création d'une voie supplémentaire dédiée au Trambus par élargissement de la chaussée sur le trottoir existant ;
- La mise en place de bordures granit en rive de chaussées, tout en conservant les bordures existantes coté terre-plein central ;
- En rive Sud de la voie de circulation, la réfection du tapis sur la voie existante dédiée au transport en commun ;
- L'aménagement d'un parking relais à proximité du terminus des Trois Marches.

Parmi l'ensemble des aménagements cités, seul le parking relais Trois Marches est repris en zone d'aléa faible, le secteur étant soumis aux débordements du cours d'eau de la Flume. Le parking a fait l'objet d'une modélisation spécifique de la Flume, destinée à évaluer l'impact de l'aménagement sur l'aléa de référence.

Figure 16 : Aménagements T2 Ouest Extra Rocade et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

➢ Présentation des aménagements du secteur T2 Ouest Intra Rocade

Le secteur T2 Ouest Intra Rocade a été découpé en trois sections. Les aménagements envisagés pour chacune d'entre elles sont détaillés dans les chapitres et illustrations suivantes.

❖ Section 1 : rocade au boulevard Marbeuf

Sur le tronçon de la rue de Lorient compris entre la rocade et le boulevard Marbeuf, il est envisagé :

- La requalification de 2 stations bus (Roazhon Park, Géniaux) intégrant :
  - L'agrandissement ou reprise des quais existants (longueur 20 m pour l'arrêt Roazhon Park, 40 m pour l'arrêt Géniaux et largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations.
- Le réaménagement du parvis du Roazhon Park ;
- La création d'un terre-plein central végétalisé d'une largeur variable de 1,40 m à 4 m sur toute la section.

Hors circulation Trambus, les chaussées existantes seront conservées et ne feront pas l'objet d'une reprise de structure mais seulement d'un reprofilage éventuel et d'une réfection du tapis.

L'intégralité de cette section est située hors zone d'aléa inondation.

❖ Section 2 : boulevard Marbeuf au mail François Mitterrand

Sur le tronçon compris entre le boulevard Marbeuf et le mail Francois Mitterrand, il est envisagé :

- La requalification d'une station bus (Kerviller Papeteries) intégrant :
  - L'agrandissement ou reprise des quais existants (longueur 20 m et largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations.

En dehors des stations, les chaussées existantes seront conservées et feront l'objet d'une réfection du tapis en cas de mise en œuvre d'enrobé hydrodécapé (carrefour Lorient/Kerviler et section sous le pont SNCF).

Une approche de nivellement a été étudiée dans le cadre du présent AVP. Les principes actuels sont conservés sauf adaptations nécessaires au droit de la station Papeteries.

L'ensemble des aménagements de cette section, hormis la portion de chaussée sous le pont de la SNCF qui fera l'objet d'une réfection, sont situés hors zone d'aléa inondation. Néanmoins, cette portion ne fera pas l'objet d'une modification de nivellement.

❖ Section 3 : mail François Mitterrand

Au droit du tronçon du mail François Mitterrand, commun à la future ligne Trambus T1, il est envisagé :

- La requalification de 3 stations bus (Chèques Postaux, Mail, Pont de Bretagne) intégrant :
  - L'agrandissement des quais existants (longueur 45 m et largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations.
- De créer une piste cyclable bidirectionnelle sur le Mail, à l'arrière de l'alignement d'arbres ;
- De sécuriser les cheminements piétons en supprimant les voies de contournement des quais ;
- De créer un carrefour à feux pour une traversée piétonne reliant le pont de Bretagne à la croix de la Mission.

En dehors des stations, des voies nouvelles et des surlargeurs à créer, les chaussées existantes seront conservées. Une approche de nivellement a été étudiée dans le cadre de l'AVP. Les principes actuels (pente en travers du mail vers la rive sud) seront conservés hormis quelques adaptations au droit des stations Trambus.

L'ensemble de cette section est repris en zone d'aléa inondation hormis l'arrêt Pont de Bretagne.

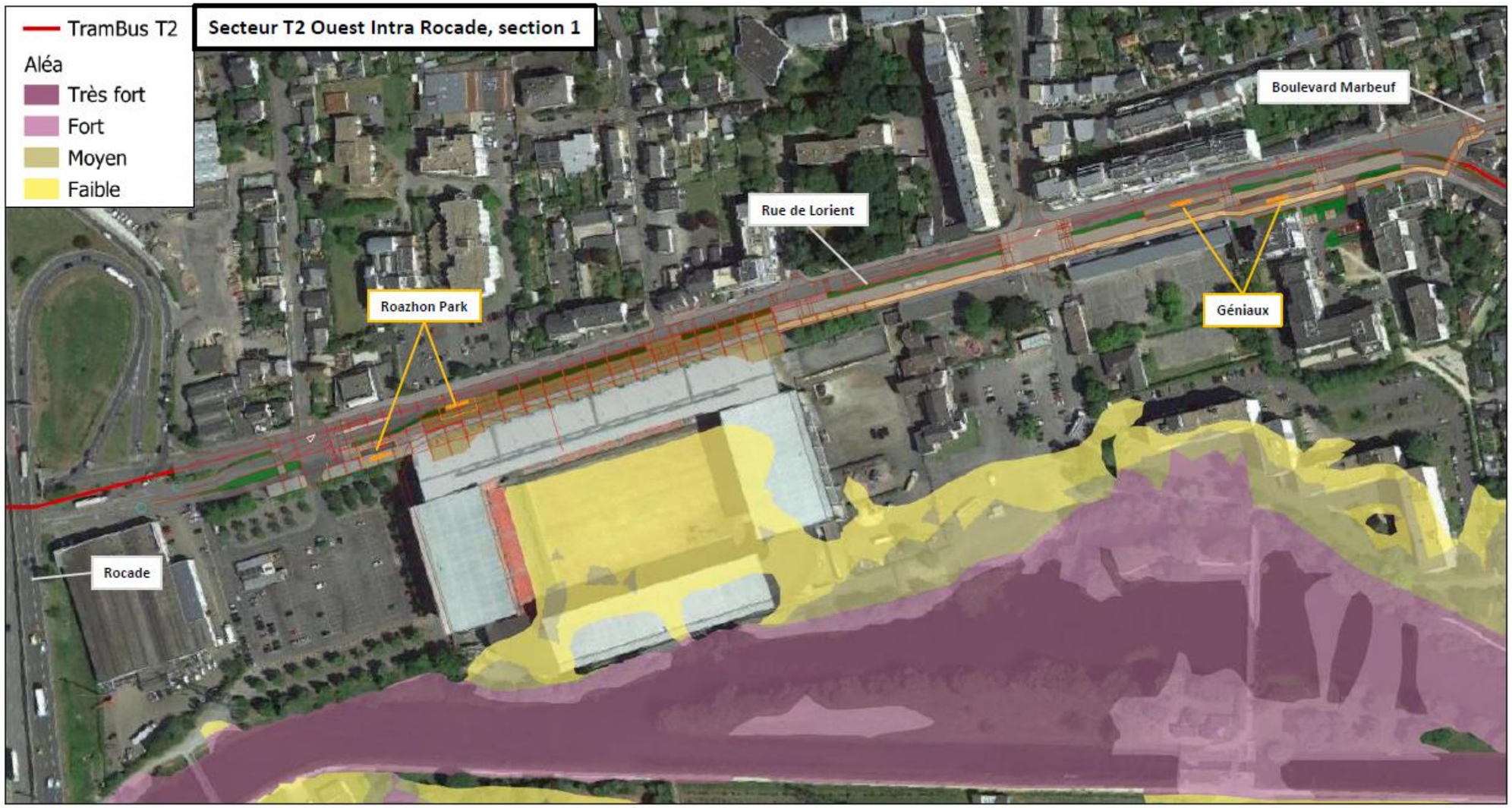


Figure 17 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 1 : rocade au boulevard Marbeuf ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

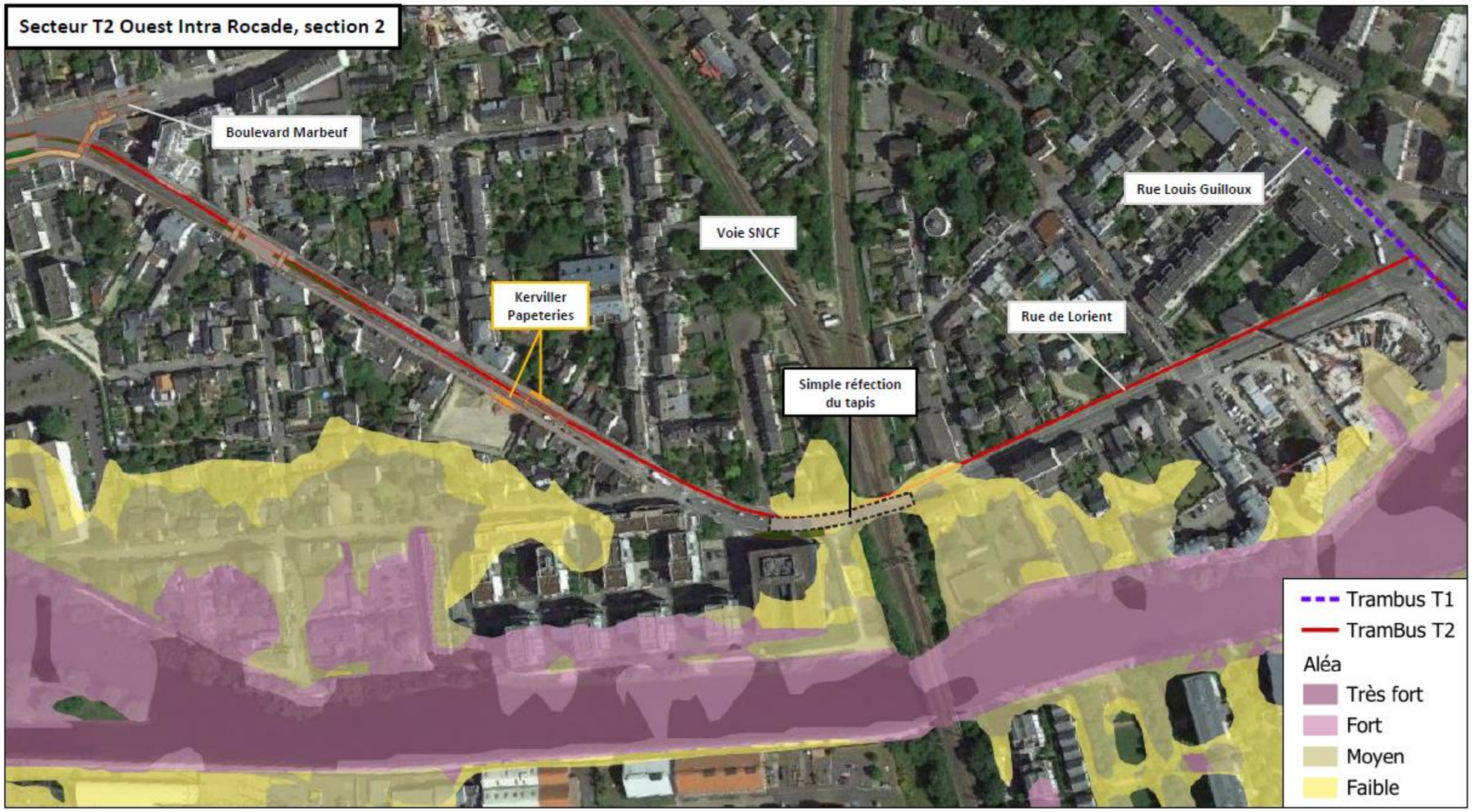


Figure 18 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 2 : boulevard Marbeuf au mail François Mitterrand ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

Figure 19 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 3 : mail François Mitterrand ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

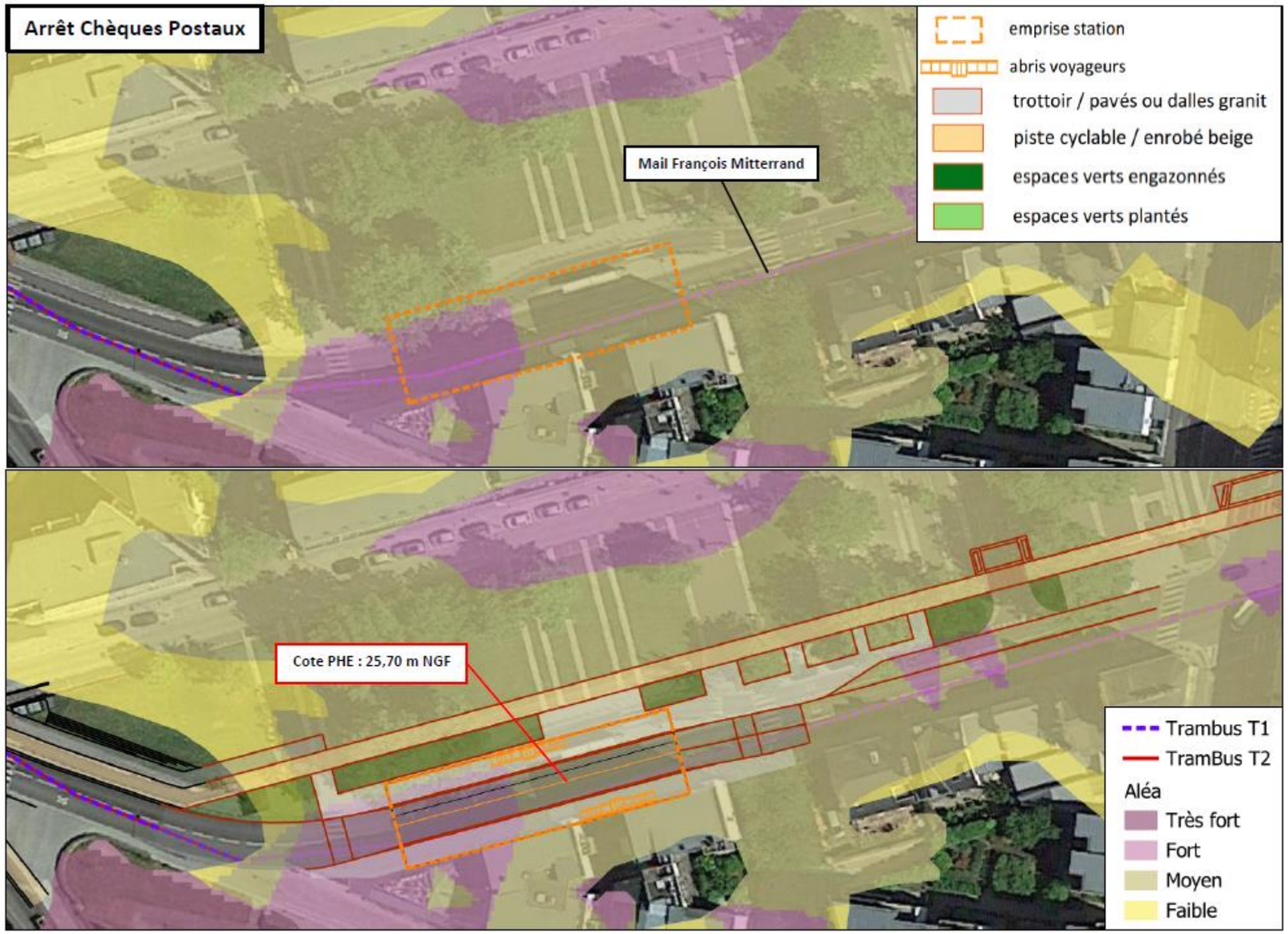


Figure 20 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 3, arrêt Chèques Postaux ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

Figure 21 : Aménagements T2 Ouest Intra Rocade, section 3, arrêt Mail ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

➢ Présentation des aménagements du secteur T2 Est

Le secteur T2 Est a été découpé en trois sections. Les aménagements envisagés pour chacune d'entre elles sont détaillés dans les chapitres et illustrations suivantes.

❖ Section 1 : quai de Vilaine au parking Préales

Cette section s'étend du Quai de Vilaine au parking relais les Préales. Elle est commune à la ligne T1 et présente un linéaire de 2 470 m. Il y est prévu :

- La requalification de 7 stations bus (Paul Bert, Pont de Châteaudun, Robidou, Pont de Strasbourg, François Château, Plaine de Baud, Préales) intégrant :
  - L'agrandissement des quais existants (longueur 45 m et largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations ;
- La reprise des structures de chaussées (grave bitume + tapis) sur le quai de Richemont.

Parmi les arrêts requalifiés sur cette section, seuls 2 d'entre eux sont repris en zone inondable :

- L'arrêt Pont de Châteaudun qui est repris en zone d'aléa moyen à fort, avec une majorité de son emprise en zone d'aléa moyen ;
- L'arrêt Robidou qui est repris en zone d'aléa moyen à fort, avec une grande majorité de son emprise en zone d'aléa moyen.

L'arrêt Paul Bert est lui repris en limite de zone soumise à un aléa faible.

Les autres arrêts de la section ne sont pas concernés par l'aléa inondation.

❖ Section 2 : parking Préales au giratoire Rennes-Paris

Cette section s'étend du parking relais les Préales au giratoire reliant les rues de Rennes et de Paris. Elle représente un linéaire de 2 400 m. Il y est prévu :

- La requalification de 4 stations bus (Tournebride, Champs Péans, Taillis et Hublais) intégrant :
  - L'agrandissement des quais existants (longueur 40 m et largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations ;
- Le percement du giratoire du Taillis afin de prioriser le passage de la ligne T2 ;
- L'allongement/accentuation des chicanes routières au droit des stations réduisant la vitesse des automobilistes ;
- L'élargissement des parties végétalisées existantes et la plantation d'arbres dans les bandes d'espaces verts ;
- La suppression de quelques stationnements, au droit de l'allongement des stations.

L'ensemble du tronçon est localisé hors zone de risque inondation, aucun des aménagements cités précédemment n'est donc concerné par l'aléa.

❖ Section 3 : Boucle Cesson centre

Cette section s'étend du giratoire reliant les rues de Rennes et de Paris jusqu'au giratoire reliant les rues de Paris et de la Chalotais. Elle représente un linéaire de 3 100 m. Il y est prévu :

- La requalification/création de 7 stations bus (Sport et Nature, Muguet, Mare Pavée, La Coulée, Bourgchevreuil, Cesson Collège et Chalotais) intégrant :
  - L'agrandissement ou la reprise des quais existants (longueur 20 m et largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations.
- La reprise de portions de voirie et de certains carrefours :
  - Le réaménagement du débouché de la rue des Roses sur le Cours Vilaine pour permettre la création de la station "Sport et Nature". Il est également prévu dans cette zone de réagencer le parking en rive sud de la rue. Enfin, il est envisagé d'élargir l'emprise publique au droit du carrefour Cours Vilaine ainsi que les chaussées et trottoirs qui n'étaient pas aux normes.
  - Création d'une piste cyclable bidirectionnelle en rive Est de la rue Croix Connue Nord ;
  - La réfection partielle des structures de chaussée, notamment entre les arrêts Chalotais et Bordage.

Sur l'ensemble des aménagements de cette section, seul l'arrêt Chalotais est repris en partie en zone inondable, selon un aléa fort.

De plus, la portion de voirie qui sera reprise entre les arrêts Chalotais et Bordage est située en partie en zone d'aléas faible à fort. Néanmoins, la surface concernée est fortement restreinte et ce secteur de voirie fera seulement l'objet d'une réfection partielle des structures de chaussée. Les cotes projet resteront ainsi proches de celles de la voirie existante.

L'arrêt Sport et Nature est lui situé en limite de zone inondable selon un aléa fort.

❖ Section 4 : Giratoire Paris-Chalotais au parking Rigourdière

Cette section s'étend du giratoire reliant les rues de Paris et de la Chalotais jusqu'au terminus de la ligne, le futur parking relais Rigourdière. Elle représente un linéaire de 1 500 m. Il y est prévu :

- La création/modification de 2 stations bus (allongement de la station Bordage à 40 m et adaptation de la station Haut Grippé) :
  - L'agrandissement/élargissement (longueur 20 à 40 m, largeur 3,50 m), avec la création de structures réservoirs avec revêtements de surfaces en pavés drainants et la pose de bordures spécifiques en granit de largeur 50 cm ;
  - La réfection des chaussées au droit des arrêts et la création/amélioration de traversées piétonnes de part et d'autre des stations ;
- Des réfections partielles des structures de chaussées rue de Paris ;
- La création, rue de la Rigourdière, de voies bus spécifiques dans le sens entrant vers Rennes (rive Nord).

L'intégralité de la section est située hors zone d'aléa.

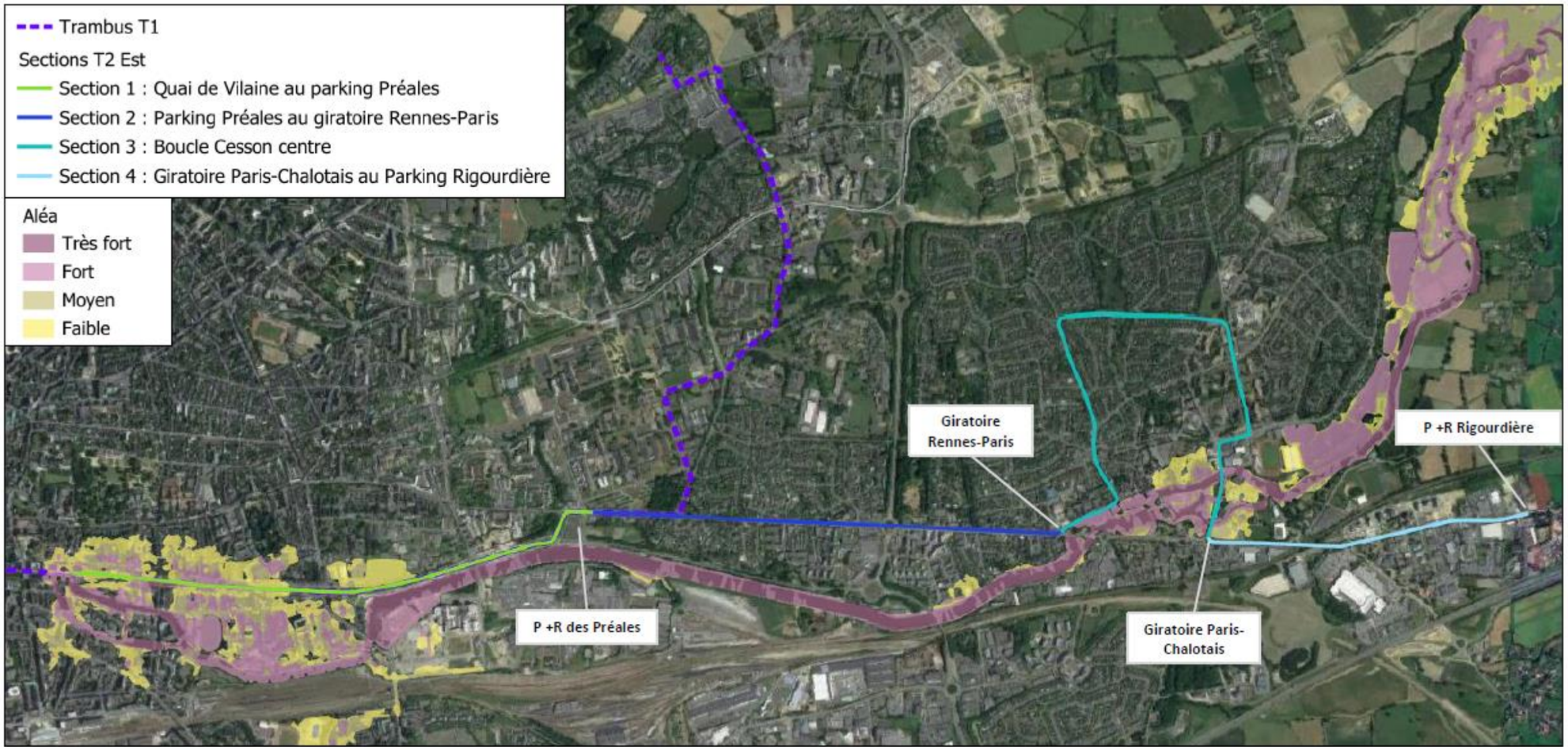


Figure 22 : Identification des différentes sections du secteur T2 Est et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

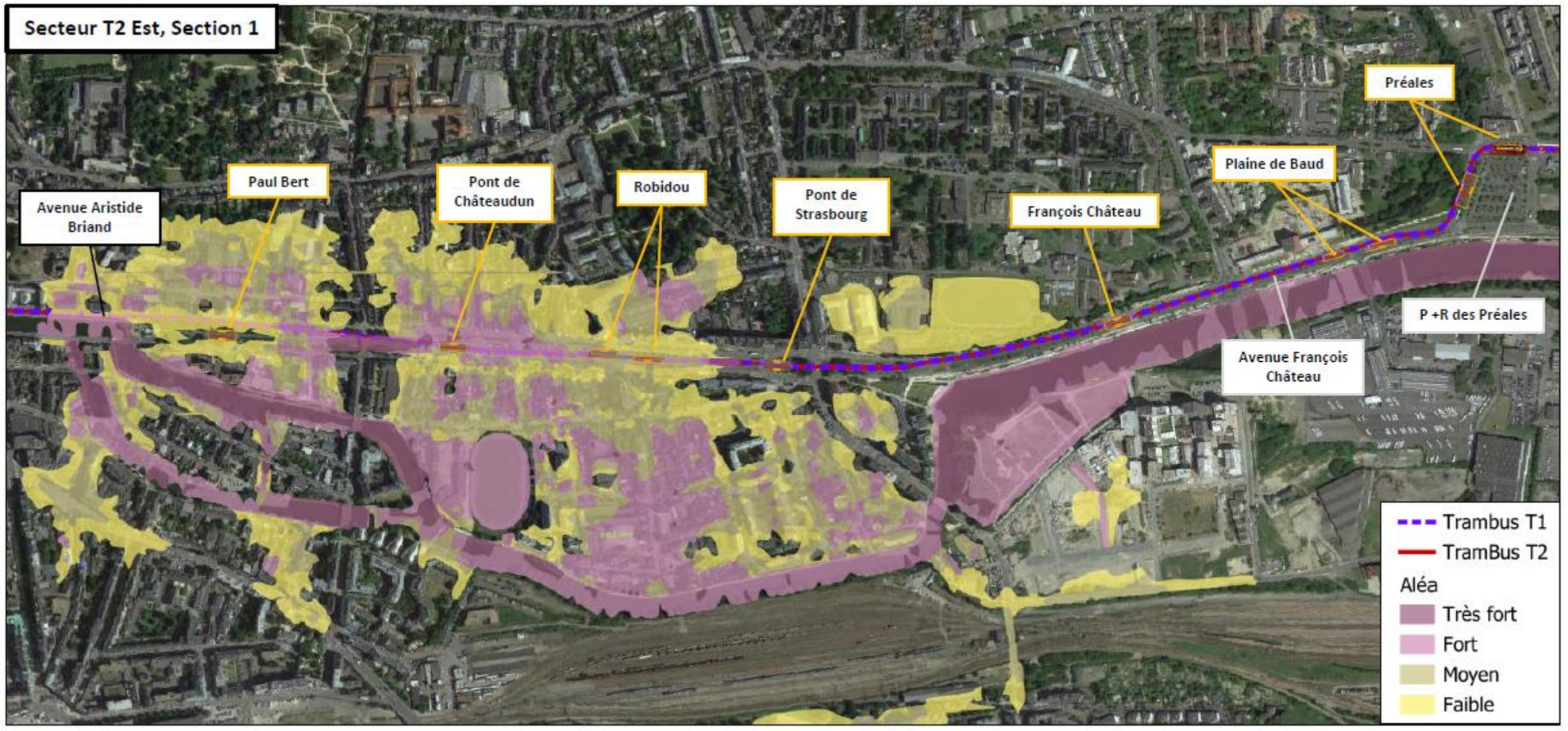


Figure 23 : Aménagements T2 Est, Section 1 : Quai de Vilaine au parking Préales ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

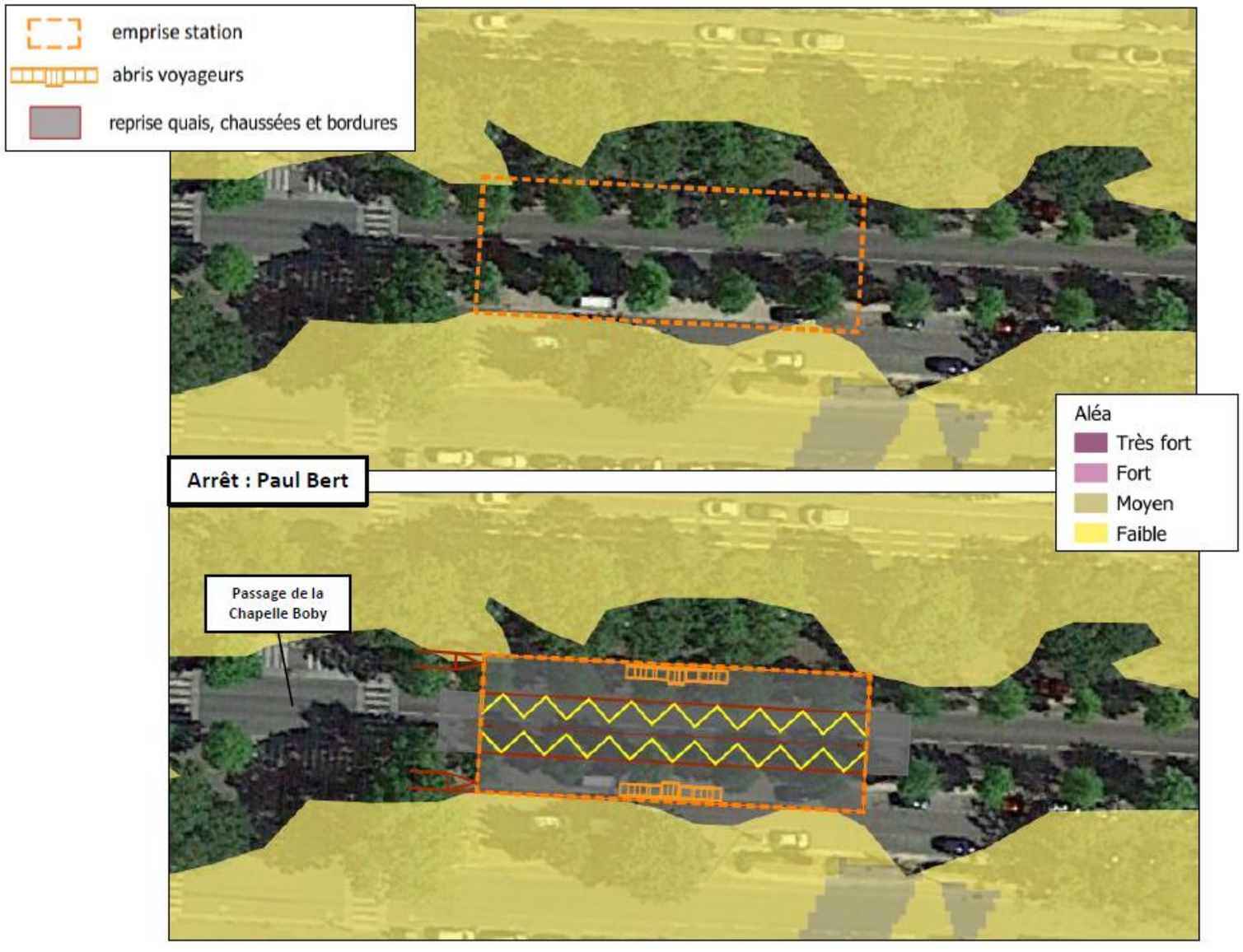


Figure 24 : Aménagements T2 Est, Section 1, arrêt Paul Bert ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

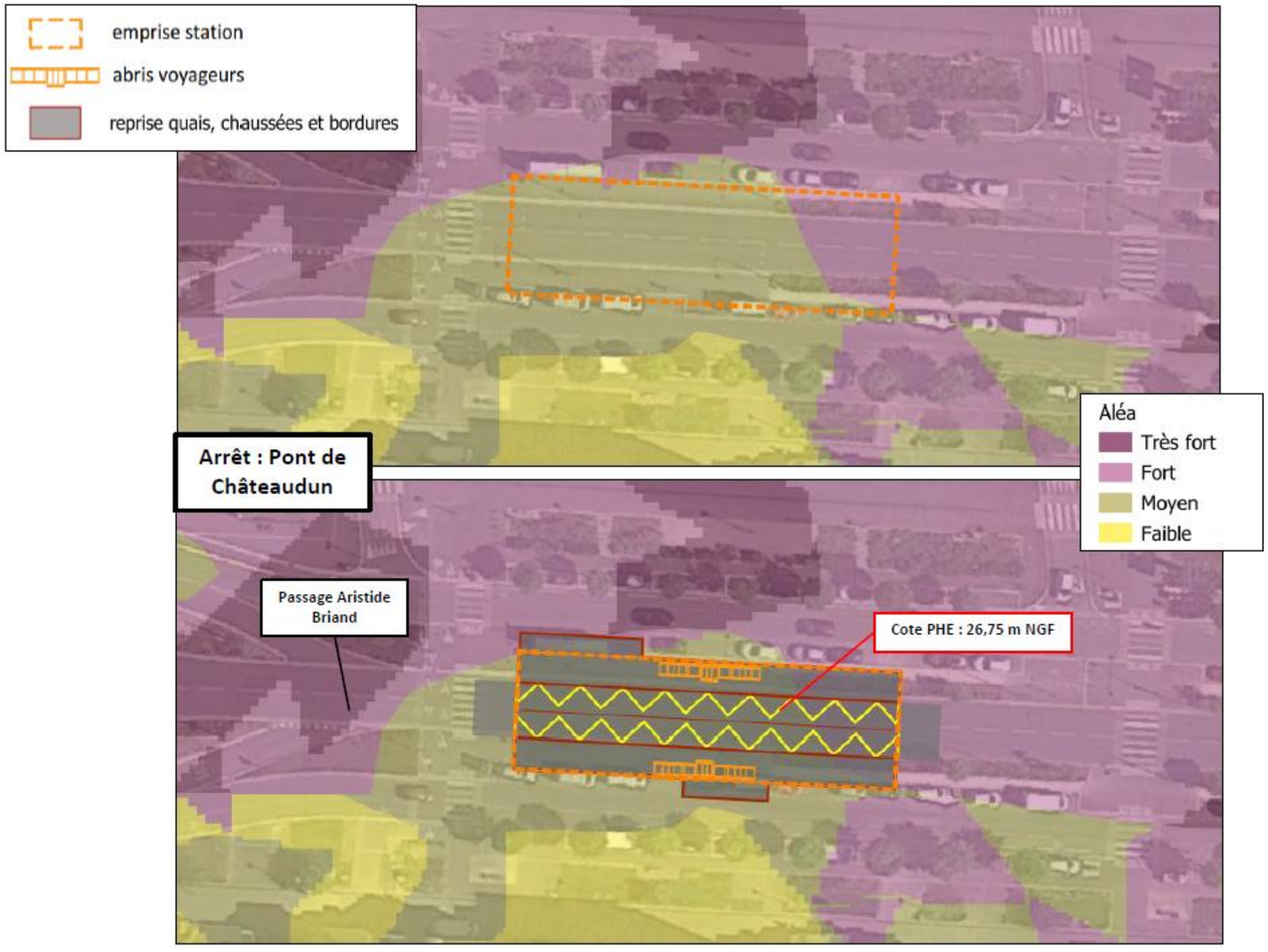


Figure 25 : Aménagements T2 Est, Section 1, arrêt Pont de Châteaudun ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

Figure 26 : Aménagements T2 Est, Section 1, arrêt Robidou et cartes des aléas issue de la révision du PPRi en cours

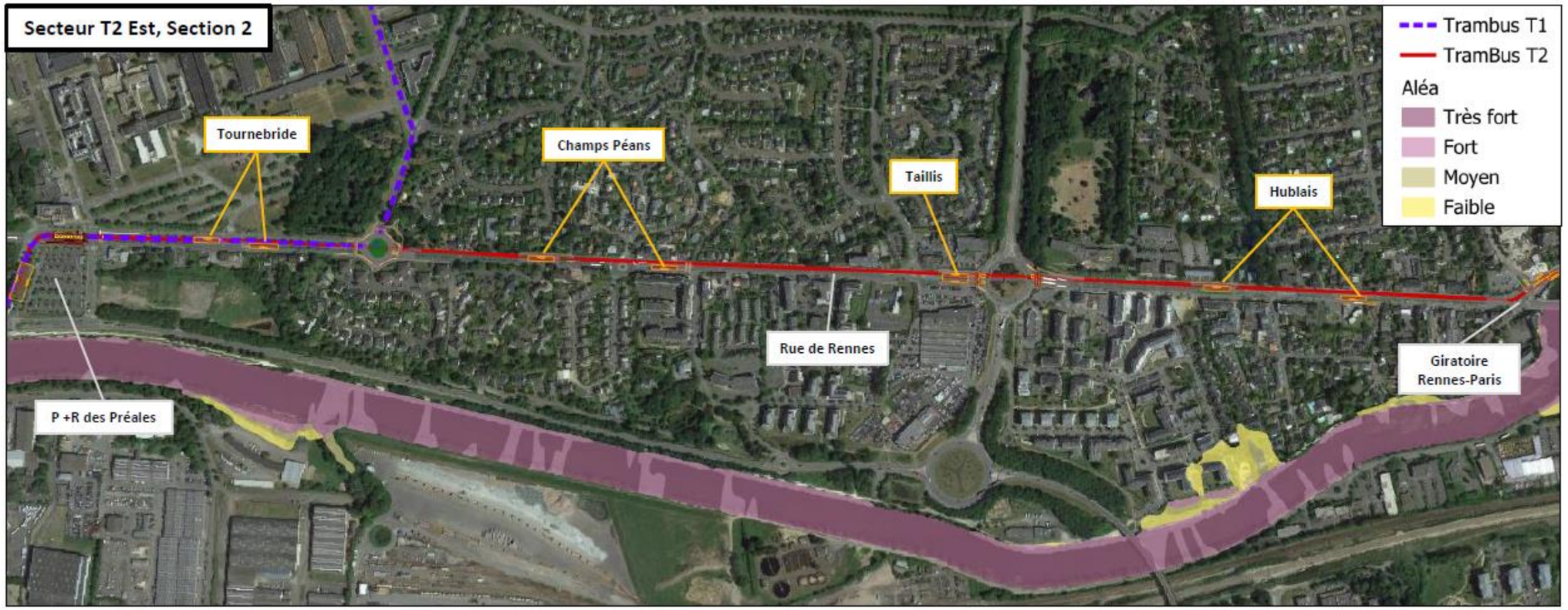


Figure 27 : Aménagements T2 Est, Section 2 : parking Préales au giratoire Rennes-Paris ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

Figure 28 : Aménagements T2 Est, Sections 3 et 4 : giratoire Rennes-Paris au P+R Rigourdière ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

Figure 29 : Aménagements T2 Est, Section 3, arrêt Sport ; et Nature et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

Figure 30 : Aménagements T2 Est, Section 3, rue et arrêt Chalotais ; et carte des aléas issue de la révision du PPRi en cours

➢ Justification de l'absence d'impact hydraulique sur le secteur de la Vilaine

Pour conclure, les travaux envisagés sont de nature à générer un impact sur les inondations qui sera seulement très limité, voire totalement neutre. Comme mentionné précédemment, aucun nouvel ouvrage ne sera construit sur le réseau hydrographique, et les infrastructures existantes ne feront pas l'objet de modifications.

Par ailleurs, s'agissant d'aménagements sur des voiries existantes déjà circulées par des transports en commun, le projet s'attachera à améliorer la performance des lignes tout en limitant l'impact des adaptations fonctionnelles sur l'existant.

Dans les secteurs réaménagés, les voiries resteront proches des cotes actuelles, avec seulement quelques ajustements, notamment pour les trottoirs et les arrêts. Ces adaptations entraîneront des remblais de l'ordre de ±15 cm, et uniquement sur des emprises limitées.

Parmi l'ensemble des aménagements prévus sur les lignes, on retrouve principalement, en zone inondable, la requalification ou l'agrandissement de cinq stations de bus. Toutefois, chacune de ces stations générera des remblais limités à quelques dizaines de mètres cubes, répartis sur plusieurs kilomètres de linéaire. **Ces aménagements ne seront ainsi pas de nature à réduire significativement le champ d'expansion de crue de la Vilaine, ni à perturber les écoulements en lit majeur. Il n'y aura donc pas d'impact significatif sur l'aléa inondation et la vulnérabilité des zones concernées.**

Comme mentionné précédemment, le parking relais Trois Marches, situé à l'extrémité ouest de la ligne T2, se trouve également en zone inondable, exposée aux débordements du cours d'eau de la Flume. **La modélisation hydraulique réalisée sur ce secteur est présentée dans le chapitre suivant.**

➢ Résilience et remise en état

Sur les différents tronçons de la ligne situés en zone inondable de la Vilaine, aucun équipement spécifique lié à l'exploitation n'est prévu. En effet, les seuls éléments sensibles pourraient être les armoires électriques alimentant les distributeurs automatiques de titres de transport. Cependant, celles-ci seront positionnées sur les quais, eux-mêmes implantés à une hauteur de +18 cm par rapport à la chaussée. De plus, les équipements électriques sont généralement installés dans la partie haute des armoires techniques, réduisant ainsi leur vulnérabilité.

Toutefois, pour les arrêts situés en zone inondable, ces équipements électriques seront positionnés au-dessus des cotes PHE + 30 cm définies pour la crue de référence par l'étude de révision du PPRI.

Par ailleurs, même si les distributeurs venaient à être inondés et nécessitaient un temps de séchage et de remise en état avant leur remise en service, cela ne perturberait pas l'exploitation de la ligne. En effet, seule la vente de billets serait impactée, et il est prévu, dans ce cas, de maintenir la vente de titres par le chauffeur.

Les lignes ne nécessiteront pas non plus de système de recharge des bus à chaque station, celui-ci étant prévu uniquement au terminus. Les bus seront donc autonomes sur les tronçons repris en zone inondable, et l'aménagement des lignes ne nécessitera pas de remise en état particulière par rapport aux voiries existantes.

Enfin, les bancs et arrêts de bus prévus sur les lignes étant ancrés au sol, ils ne risquent pas d'être emportés par les eaux en cas de crue. Pour les arrêts repris en zone inondable, des abris-bus sans bardages latéraux seront privilégiés, ou à défaut, des bardages surélevés par rapport au sol afin de limiter au maximum la prise à l'eau, réduisant ainsi les risques de dégradation de l'abri.

➢ Incidences de l'aménagement du parking relais Trois Marches sur l'aléa inondation

Certaines portions des futures lignes Trambus sont localisées en zone d'aléa inondation au risque de débordement de l'Ille, de la Vilaine et de la Flume. Au regard de ces éléments, la DDTM 35 a été sollicitée et a donné son accord pour ne pas réaliser de modélisation de la Vilaine sur le secteur de la ligne T2 au vu des aménagements envisagés.

À l'extrémité ouest de la ligne T2, le projet Trambus prévoit l'aménagement du terminus Trois Marches, accompagné d'un parking relais résultant du réaménagement d'un parking existant, situé à proximité d'une maison qui sera démolie dans le cadre du projet.

L'illustration ci-après présente l'occupation du sol à l'état actuel.

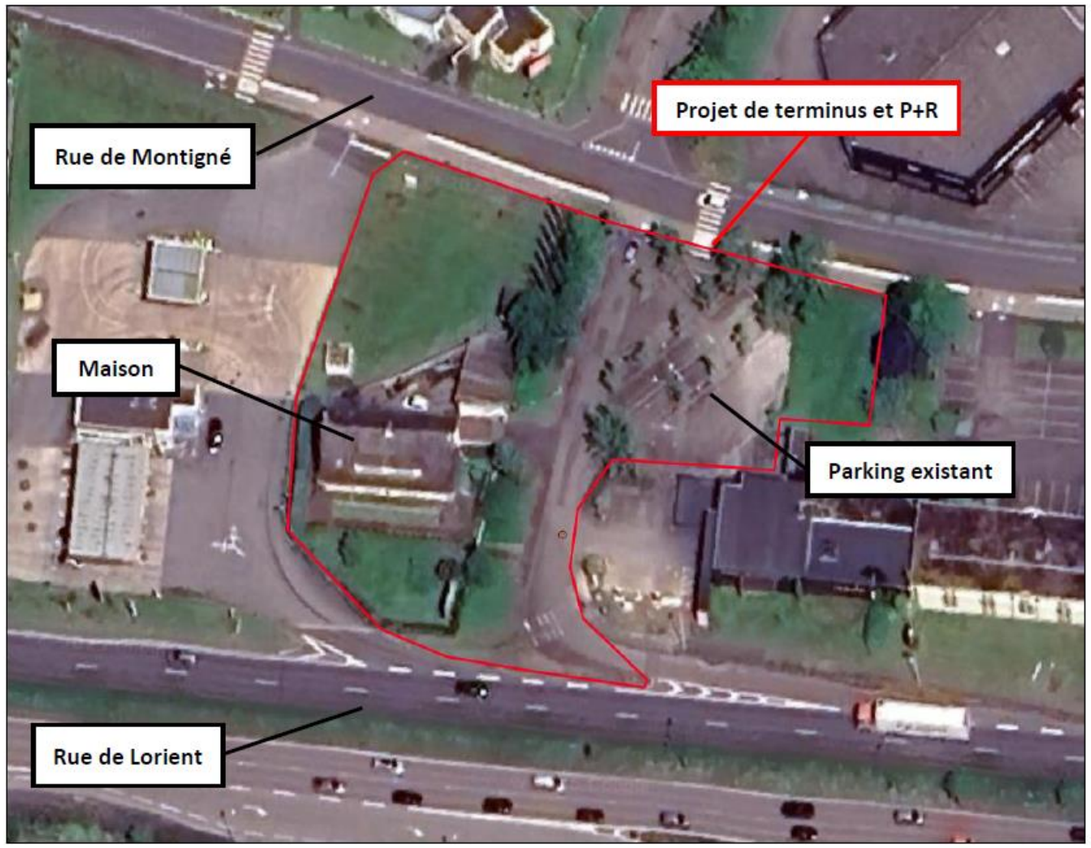


Figure 31 : Localisation du futur projet en situation existante (Source : Aquagéosphère)

Le projet se situe en zone d'aléa faible selon le PPRi du bassin de la Vilaine.

La présente étude a pour objectif de réaliser une modélisation de la Flume pour la crue de référence du PPRi, ici la crue centennale. Elle vise à caractériser l'impact du projet de terminus et de parking-relais sur l'aléa de référence, afin de garantir la transparence hydraulique du projet sur les écoulements en crue, ou de réduire son impact par le biais d'aménagements spécifiques.

➢ Réseau hydrographique à proximité du projet

À l'extrémité ouest de la ligne T2, le parking-relais des Trois Marches prévu est situé 450 m à l'est du lit mineur de la Flume, un affluent de la Vilaine. À 500 m au sud du parking se trouve la confluence de la Flume avec la Vilaine.

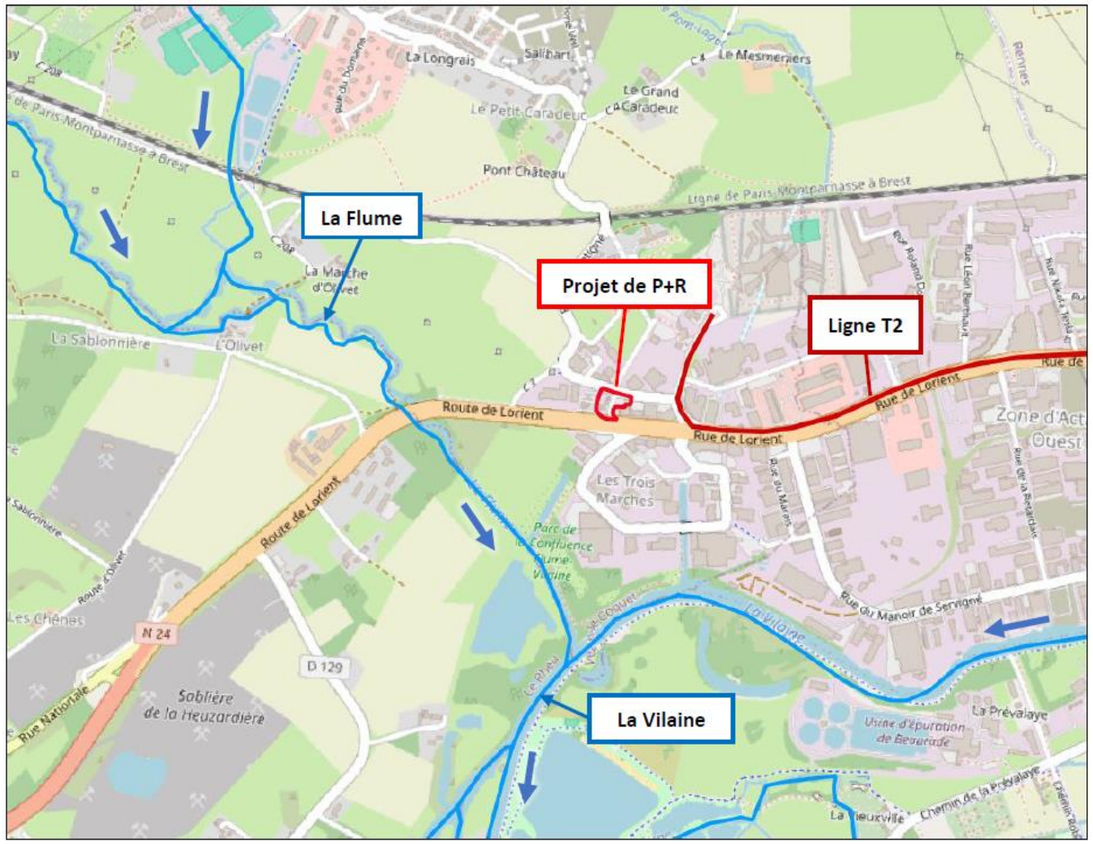


Figure 32 : Contexte hydrographique à proximité du projet (Source : Aquagéosphère)

➢ Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi)

La Métropole de Rennes est soumise au risque naturel d'inondation par débordement de la Vilaine et de ses affluents. **Le territoire est à ce titre couvert par un Plan de Prévention des Risques inondations (PPRi) approuvé par arrêté préfectoral en décembre 2007. Ce PPRi est actuellement en cours de révision**. L'événement de référence sur le secteur d'étude est l'événement centennal.

Au stade de la présente étude, une nouvelle carte d'aléa a déjà été produite. Les résultats obtenus par la nouvelle étude peuvent être considérés comme plus fiables, car issus d'une modélisation plus récente, elle-même basée sur des données plus actuelles. **C'est pourquoi, la modélisation hydraulique de la présente étude a été calée sur cette nouvelle délimitation de l'aléa inondation.**

D'après la carte d'aléa du PPRi en application, le projet de P+R est repris en zone inondable par débordement de la Flume, selon **un aléa faible** (Hauteurs d'eau < 0,5 m).

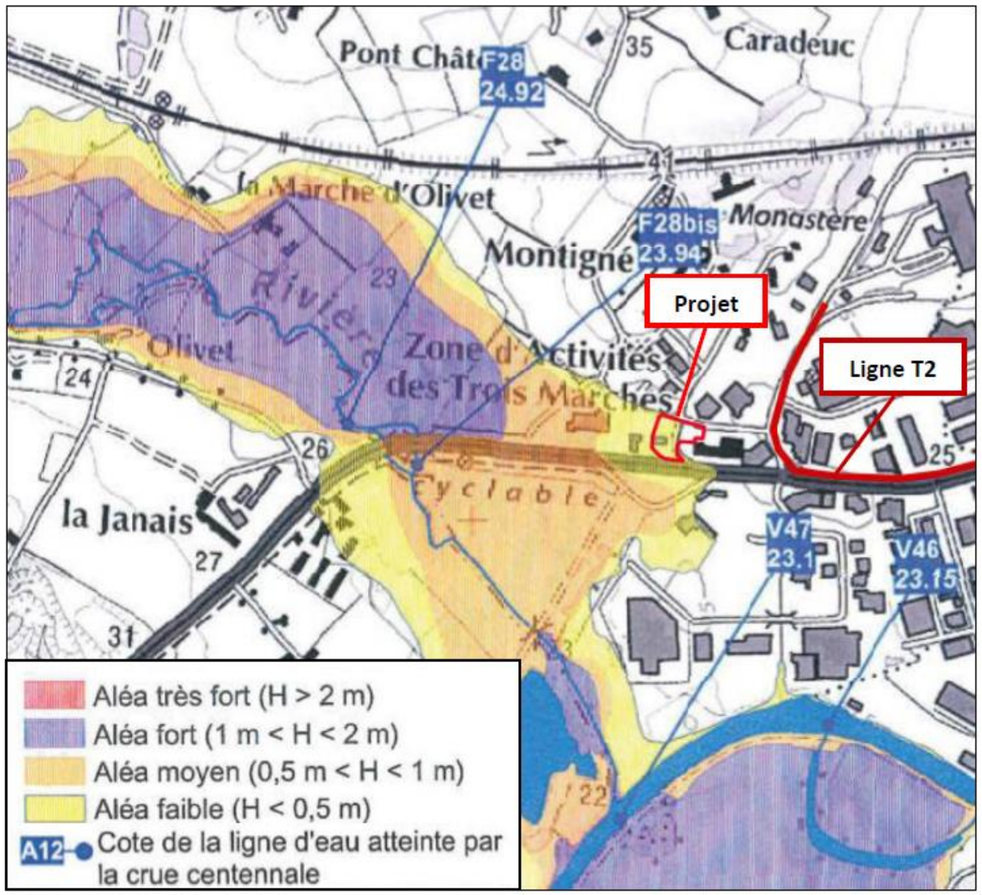


Figure 33 : Carte d'aléa du PPRi en application du bassin de la Vilaine, Ille et Illet (2007) (Source : Aquagéosphère)

La carte d'aléa inondation révisée présente également une zone inondable d'aléa faible au droit du projet de parking relais.

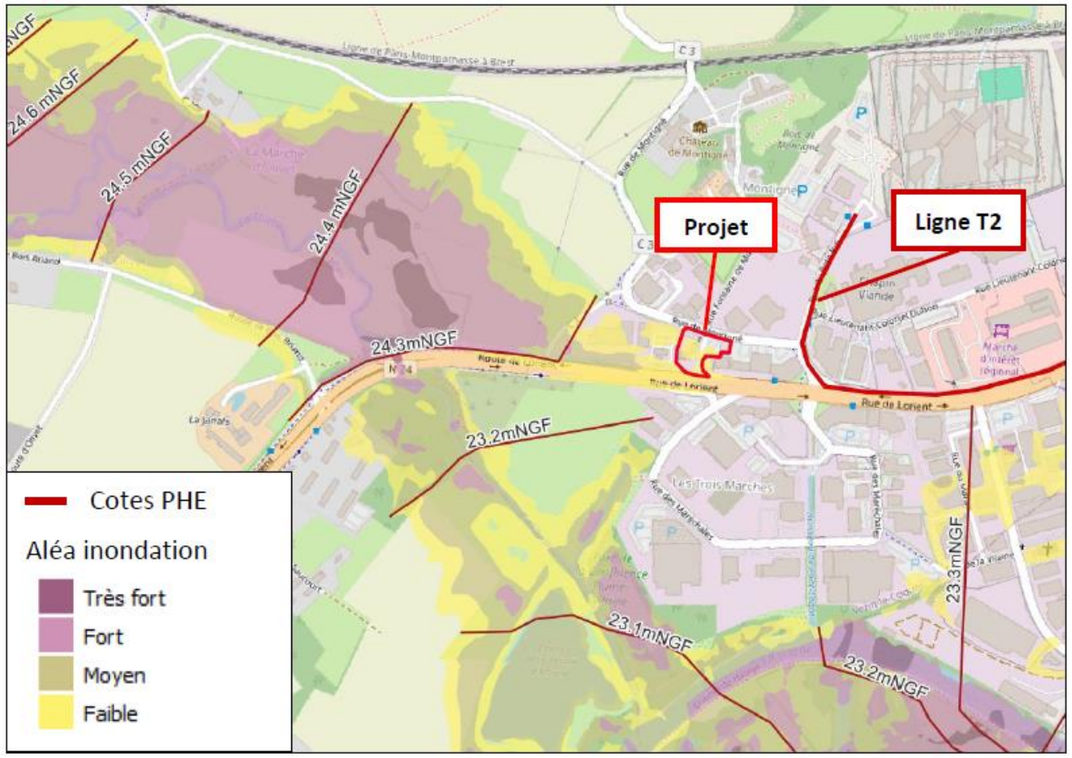


Figure 34 : Carte d'aléa du PPRi du bassin de la Vilaine, Ille et Illet en cours de révision au niveau de la confluence de la Flume avec la Vilaine (2024) (Source : Aquagéosphère)

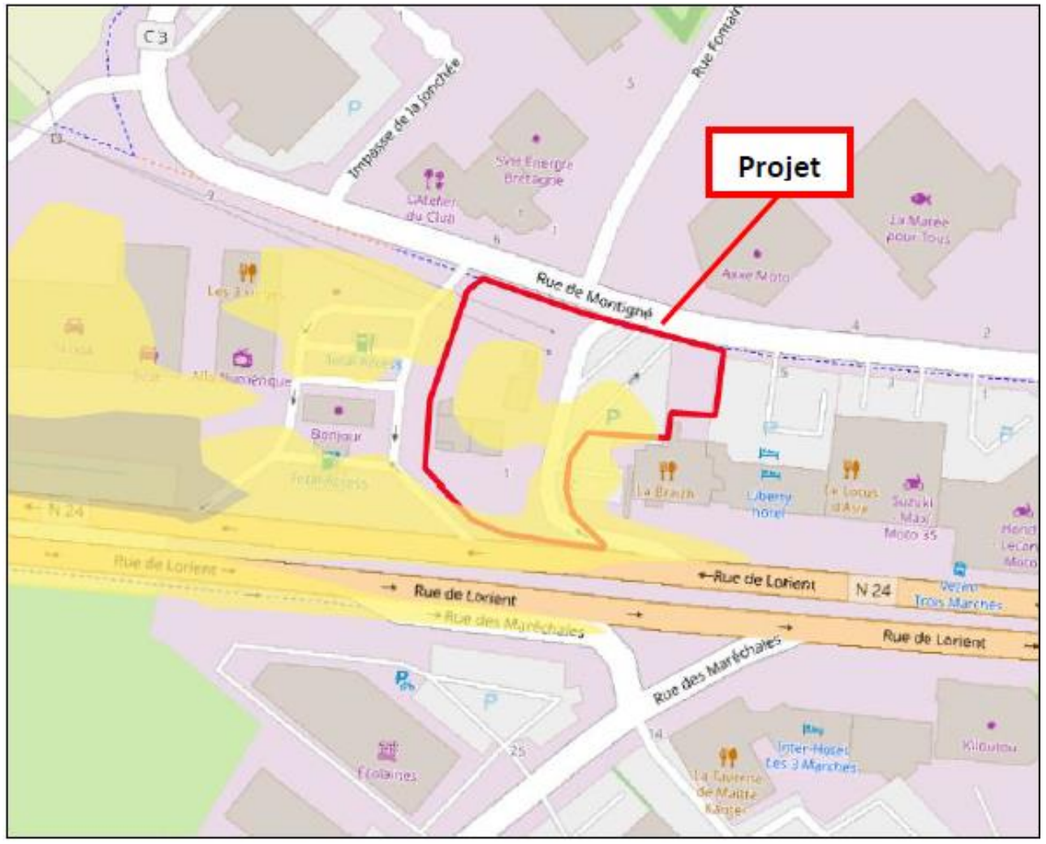


Figure 35 : Carte d'aléa du PPRi du bassin de la Vilaine, Ille et Illet en cours de révision au droit du projet (2024) (Source : Aquagéosphère)

➢ Construction du modèle hydraulique

❖ Présentation du modèle

Le logiciel HEC-RAS 2D permet de modéliser toute zone assujettie à des écoulements multidirectionnels. Il simule les variations du niveau d'eau et des débits en réponse à une quantité de variables (précipitation, évaporation, rugosité du lit…).

HEC-RAS 2D est particulièrement adapté aux milieux tels que les plaines inondables ou les zones urbaines et dispose d'un domaine d'application vaste (risque d'inondation et analyse détaillée des champs d'expansion, rupture de barrage et de digue).

La propagation des ondes de crue s'appuie sur un maillage créé à partir de données topographiques surfaciques. La création de ce maillage est une étape importante pour la modélisation. Les cotes des points du maillage sont obtenues à partir du MNT (Modèle Numérique de Terrain) utilisé.

Les simulations permettent d'obtenir les cotes, les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement sur le secteur étudié.

L'illustration suivante présente les étapes pour la construction du modèle hydraulique.

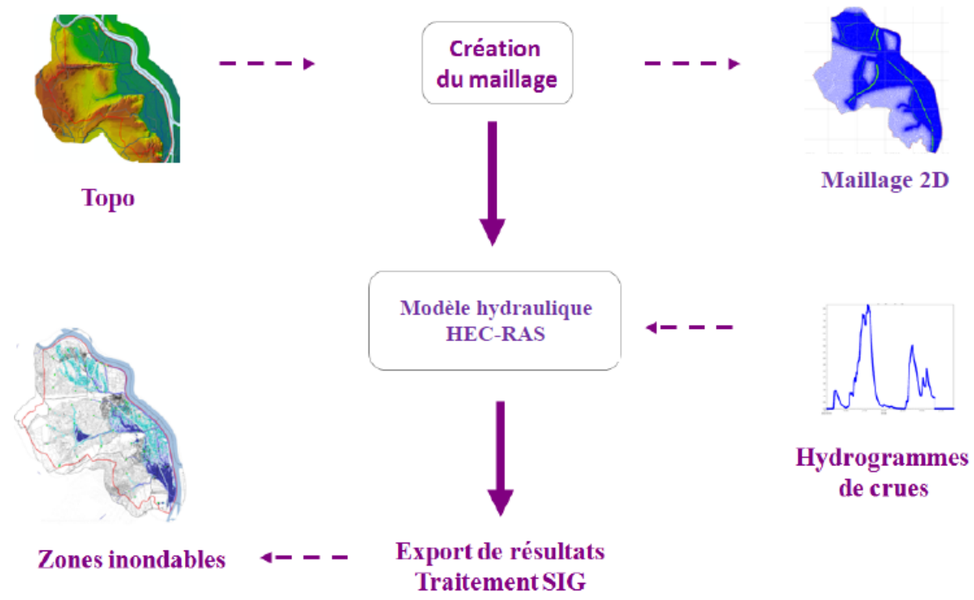


Figure 36 : Principales étapes liées à la construction d'un modèle hydraulique (Source : Aquagéosphère)

L'étude hydraulique comprend les étapes suivantes :

- **Construction d'un modèle hydraulique 2D** à partir des données topographiques obtenues auprès de l'IGN, la DDTM 35 et la Métropole de Rennes ;
- **Modélisation de la situation existante** : Calage du modèle hydraulique sur les résultats de l'étude de révision du PPRi ;
- **Modélisation de la situation aménagée** : Intégration du nivellement de projet au MNT du modèle.

❖ Emprise du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique couvre une emprise de l'ordre de 120 hectares. Son emprise s'étend près de 1 km en amont du projet et 500 m en aval.

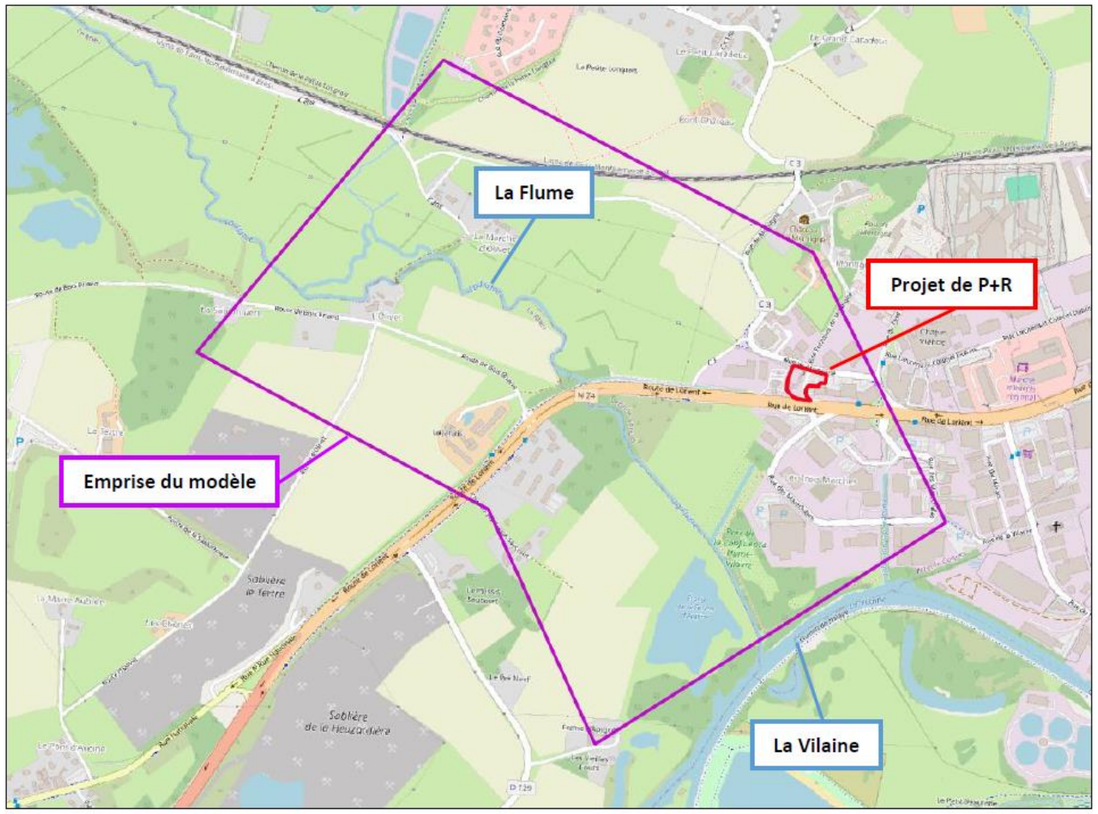


Figure 37 : Emprise du modèle (Source : Aquagéosphère)

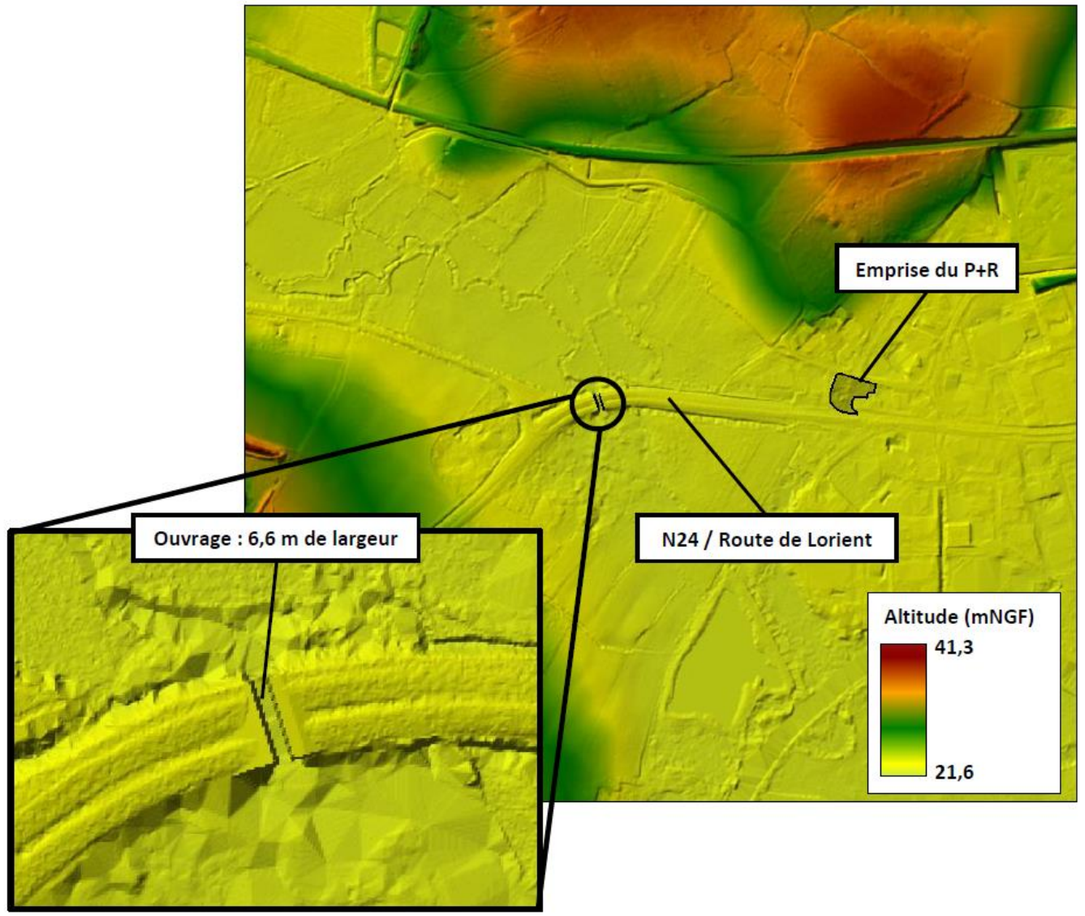


Figure 38 : Modèle numérique de terrain utilisé dans le cadre de la modélisation (Source : RGE Alti, ajusté au niveau de l'ouvrage hydraulique) (Source : Aquagéosphère)

❖ Données topographiques

La présente modélisation 2D repose sur un Modèle Numérique de Terrain (MNT) généré à partir du **RGE Alti de l'IGN, d'une résolution de 1 m**. C'est cette donnée qui a été utilisée dans le cadre de l'étude de révision du PPRi en cours et sur laquelle doit se caler la présente modélisation.

Aucun profil en travers permettant de représenter plus fidèlement que le RGE Alti le lit mineur de la Flume n'est disponible sur le secteur d'étude. Par conséquent, la donnée topographique utilisée en lit mineur est également le RGE Alti d'une résolution de 1 m.

La figure suivante présente le MNT généré sur la zone d'étude après ajustement de la topographie au niveau de l'ouvrage hydraulique de franchissement de la Flume par la N24.

❖ Coefficient de rugosité

Le coefficient de rugosité est un paramètre essentiel du modèle hydraulique. Il est directement lié à l'occupation des sols du secteur d'étude, dans la mesure où il traduit l'aptitude d'une surface à freiner ou à accélérer les écoulements. De manière générale, une augmentation du coefficient de rugosité (coefficient de Manning) induit une diminution de la vitesse d'écoulement et parallèlement une augmentation des lignes d'eau. A contrario, une diminution de ce coefficient accélère l'écoulement, ce qui entraîne une diminution des lignes d'eau.

Les coefficients de rugosité, définis en fonction du type d'occupation du sol, utilisés dans le cadre de la présente modélisation sont repris de l'étude hydraulique réalisée par le bureau d'études DHI menée en vue de la révision du PPRi. L'occupation du sol utilisée repose sur la base de données OCS GE produite par l'IGN, avec quelques ajustements, notamment autour du projet de P + R et pour l'intégration du lit mineur de la Flume.

Figure 39 : Occupation du sol sur l'emprise du modèle (Source : OCS GE avec ajustements) (Source : Aquageosphère)

Tableau 3 : Coefficients de Manning sélectionnés (Source : Aquageosphère)

Occupation du sol	Coefficient de Manning
Zones bâties	0,2
Zones non bâties	0,015
Zones à matériaux minéraux	0,03
Surface d'eau	0,035
Formations herbacées	0,04
Forêts et haies (feuillus, arbustes)	0,1
Lit mineur	0,05

➢ Création du maillage

La construction d'un modèle hydraulique passe par la création d'un maillage. Chaque maille intègre une information topographique et un coefficient de rugosité. Après modélisation, des valeurs de débits, de hauteurs d'eau et de vitesses viennent compléter les données topographiques de base.

La discrétisation spatiale se fait par la génération d'un maillage recouvrant l'emprise du modèle (éléments finis). Le maillage peut avoir une résolution variable (par exemple, il est pertinent de densifier le maillage au droit d'ouvrages ou zones d'intérêt). HEC-RAS enregistre l'information topographique des bords de chaque maille ainsi qu'une courbe de remplissage pour l'intérieur de celle-ci. Un coefficient de rugosité moyen est ensuite associé à chaque maille.

De plus, l'intégration de lignes de structure dans le modèle permet de forcer le maillage à suivre les contours du terrain, où les changements d'altitude sont brusques (route, digue, etc.).

Les tailles de mailles retenues dans le cadre de la présente modélisation sont les suivantes :

- Un premier maillage grossier avec des **mailles de 5 m** de côté qui couvre l'ensemble de l'emprise du modèle, pour modéliser l'ensemble des zones qui ne présentent pas d'enjeux particuliers, sans alourdir le modèle ;
- Un maillage fin avec des **mailles de 2 m** de côté sur la zone de projet, afin de modéliser plus précisément ce secteur à enjeux ;
- Un maillage très fin avec des **mailles de 1 à 2 m** de côté dans le lit mineur de la Flume, pour représenter fidèlement le cours d'eau et ses variations spatiales (pente, berges, profondeur, etc.) Le maillage a également raffiné au droit d'éléments remarquables de la topographie (routes surélevées, talus, zones de stockage des eaux, etc.).

Il convient de noter que le logiciel HEC-RAS 2D fonctionne à une échelle plus fine que la maille en conservant une trace de l'information initiale apportée par le MNT (Modèle Numérique de Terrain). À cet égard, chaque maille possède une information détaillée et peut produire des résultats encore plus précis que la résolution du maillage.

Le maillage utilisé pour la réalisation du modèle est illustré sur la figure en page suivante.

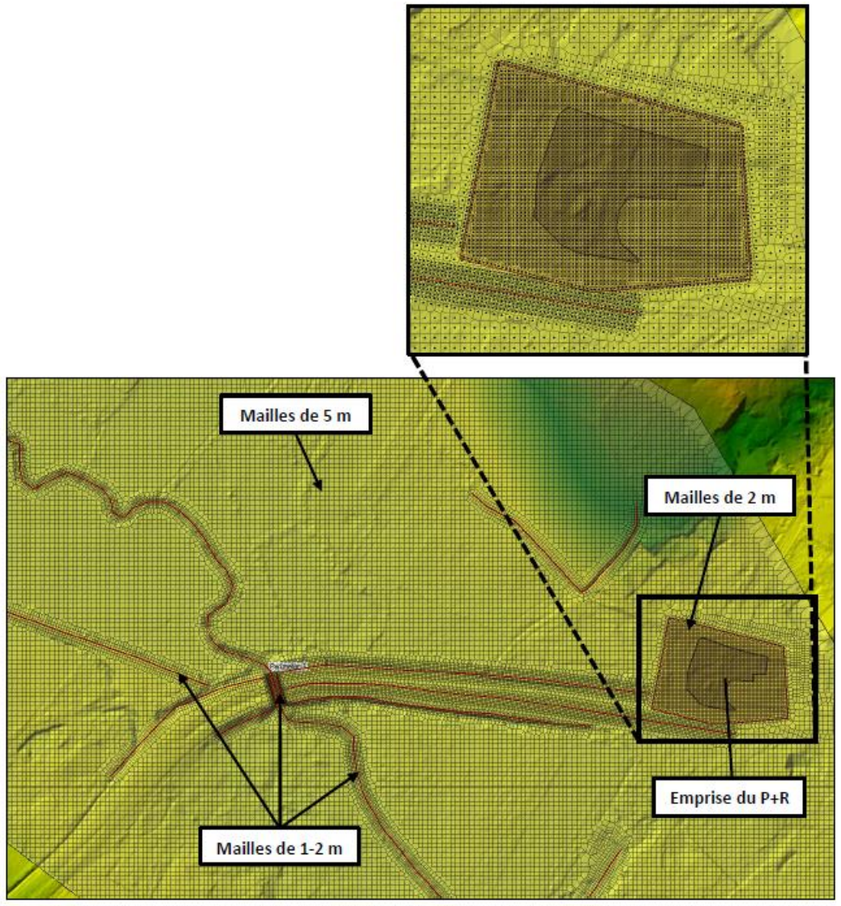


Figure 40 : Description du maillage spatial pour la modélisation hydraulique (Source : Aquageósphère)

❖ Conditions limites

➢ *Condition limite amont*

Tel qu'évoqué précédemment, la crue de référence considérée dans le cadre du PPRi est la crue centennale. C'est donc cet évènement qui est utilisé afin de caler le modèle de la présente étude et d'apprécier l'impact du projet de parking relais sur les dynamiques d'inondation de la Flume.

La condition limite amont est constituée par un hydrogramme de crue injecté dans le modèle.

Celui-ci a été directement extrait de l'étude hydraulique réalisée par le bureau d'étude DHI en vue de la révision du PPRi sur le bassin de la Vilaine. **Le débit de pointe de la Flume pour l'évènement centennal est estimé à 50 m³/s.**

L'hydrogramme injecté dans le modèle est présenté sur l'illustration suivante.

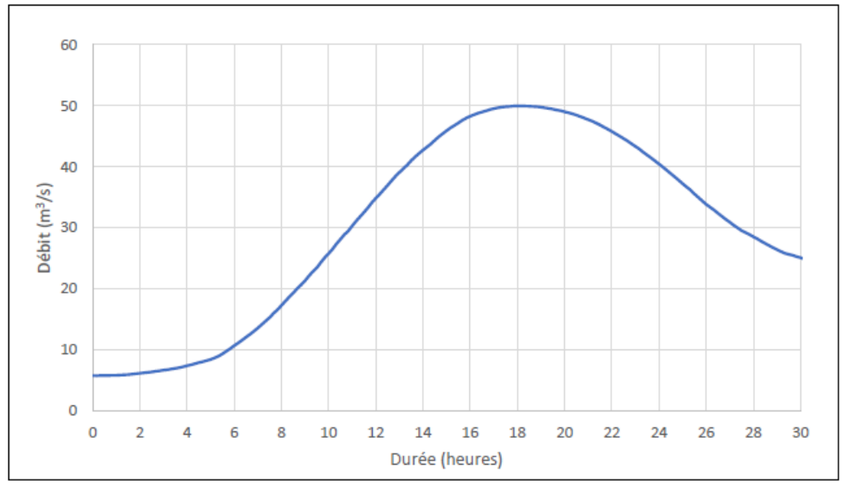


Figure 41 : Hydrogramme de crue centennale injecté dans le modèle (Source : Aquageósphère)

L'injection dans le modèle se présente sous la forme d'une injection dans le cours d'eau localisée sur la figure en page suivante.

➢ *Condition limite aval*

La condition aval du modèle est constituée par la topographie issue du MNT (pente naturelle). La limite aval du modèle a été placée à distance suffisante de la zone d'étude afin d'éviter qu'un effet de bord ne vienne perturber les résultats au droit du projet.

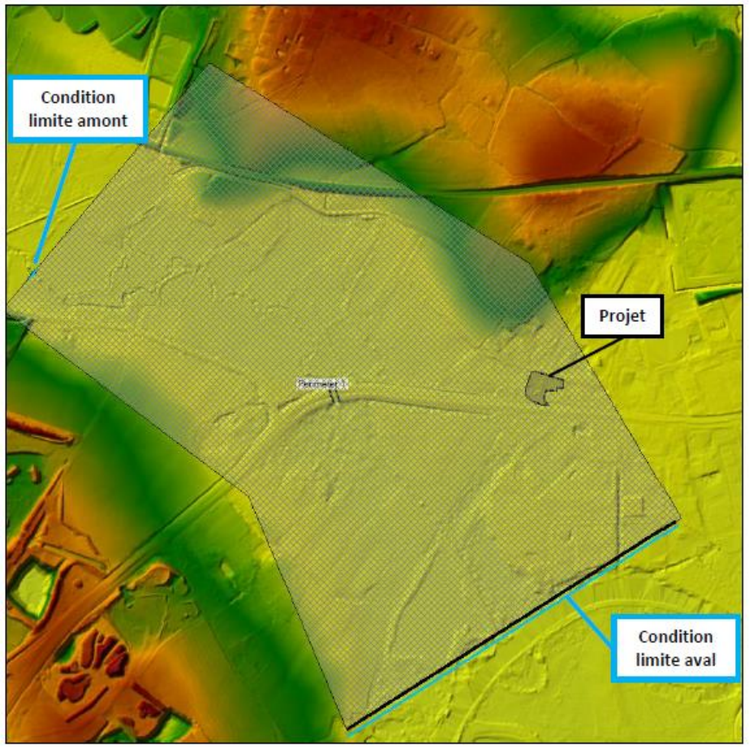


Figure 42 : Localisation des conditions limites (Source : Aquagéosphère)

- **Résultats de la modélisation pour la crue centennale**
  - Calage du modèle et situation existante
- ***Paramètre de calage***

Comme expliqué précédemment, l'hydrogramme d'injection et les coefficients de Manning ont été repris de l'étude réalisée par DHI pour la révision du PPRi, sur laquelle cherche à se caler la présente modélisation. Ces paramètres d'entrée ont donc été considérés comme fixe pour le calage du modèle.

Par ailleurs, les essais menés sur le choix de la condition limite aval, ont mis en évidence un faible impact de cette dernière sur les résultats de niveaux d'eau du secteur d'étude et plus particulièrement au droit du projet de P+R. De plus, la limite aval du modèle a été placée à une distance suffisante de la zone d'étude afin d'éviter qu'un effet de bord ne vienne perturber les résultats au droit du projet. C'est pourquoi le choix de la condition limite aval n'a également pas été considéré comme un élément de calage du modèle. Le passage des eaux de la Flume sous la route N24 / Route de Lorient est principalement assuré par la présence d'un ouvrage hydraulique, représenté dans le RGE Alti et mis en évidence en figure suivante. Toutefois, en l'absence de relevé de géomètre disponible sur cet ouvrage, celui-ci n'a pu être représenté plus fidèlement dans le modèle hydraulique.

Le calage du modèle a donc été réalisé en jouant sur la largeur du lit mineur de la Flume au niveau de l'ouvrage. Les meilleurs résultats de calage, en termes d'emprise inondée et de cote de ligne d'eau ont été obtenus lorsque la largeur de l'ouvrage est de 6,60 m.

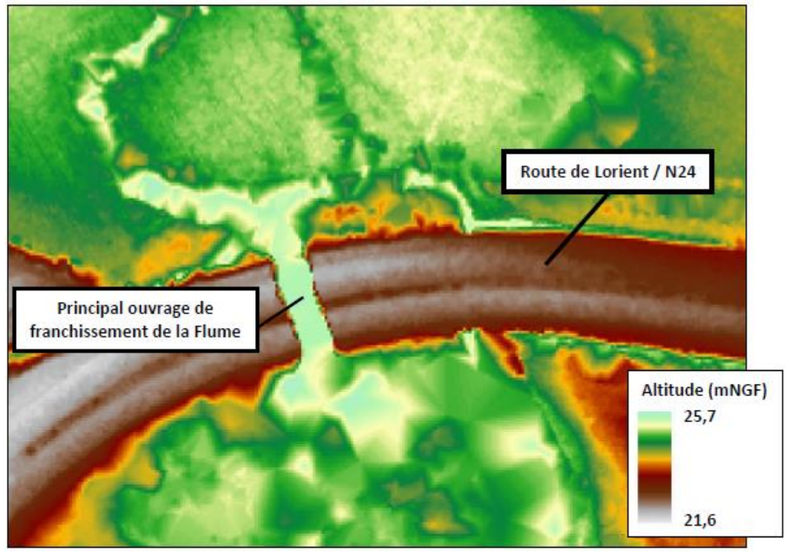


Figure 43 : Localisation des ouvrages hydrauliques de franchissement de la N24 sur le RGE Alti (Source : Aquagéosphère)

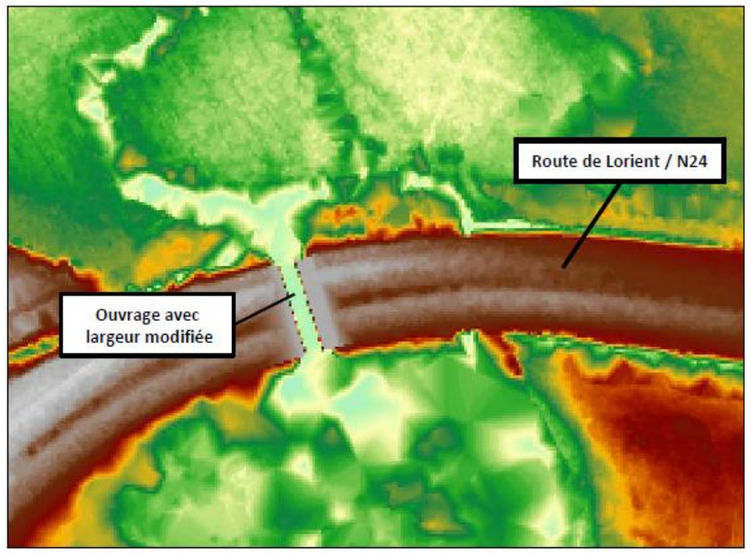


Figure 44 : Modification de la largeur de l'ouvrage de franchissement sous la route de Lorient dans le cadre du calage du modèle (Source : Aquagéosphère)

➢ *Résultats de calage*

L'illustration ci-après présente les hauteurs d'eau maximales modélisées à l'échelle du secteur d'étude et les sens d'écoulement modélisés pour la crue de référence.

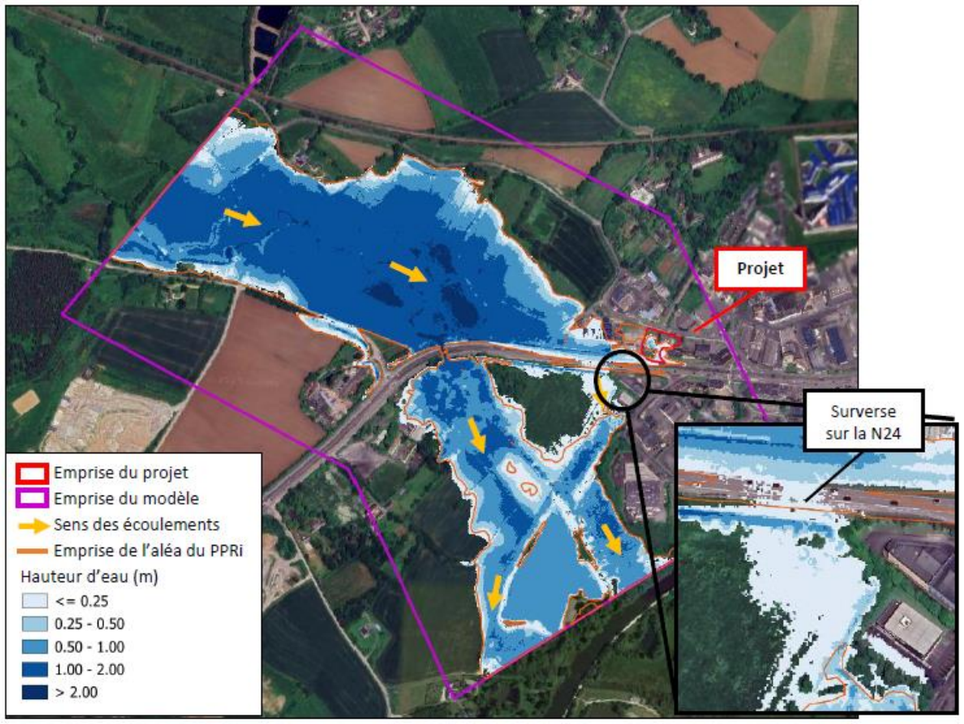


Figure 45 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence (Source : Aquagéosphère)

Les résultats de modélisation obtenus sont similaires à ceux présentés par l'étude de révision du PPRi. On observe une bonne corrélation au niveau de l'emprise des zones inondables, notamment au niveau du projet de P+R. On distingue cependant une surverse de la route N24 à l'est de la modélisation, qui n'est pas présente sur la carte d'aléa du PPRi. En aval de l'ouvrage hydraulique présent au niveau de la N24, l'emprise de la crue de référence modélisée est également légèrement supérieure à l'emprise du PPRi.

Cette différence d'emprise de crue observée par rapport à l'étude de révision du PPRi peut tout d'abord s'expliquer par la différence de taille de mailles utilisées. En effet, l'étude de révision du PPRi se base sur une modélisation à grande échelle, avec des mailles atteignant jusqu'à 100 m² au droit des zones à enjeux, et 900 m² en dehors.

De plus, les différences identifiées sur la partie aval du modèle peuvent également s'expliquer par l'utilisation de données topographiques Lidar par le bureau DHI sur l'ensemble de la partie se situant au sud de la N24. Cependant, cette donnée n'a pas pu nous être transmise dans le cadre de cette étude.

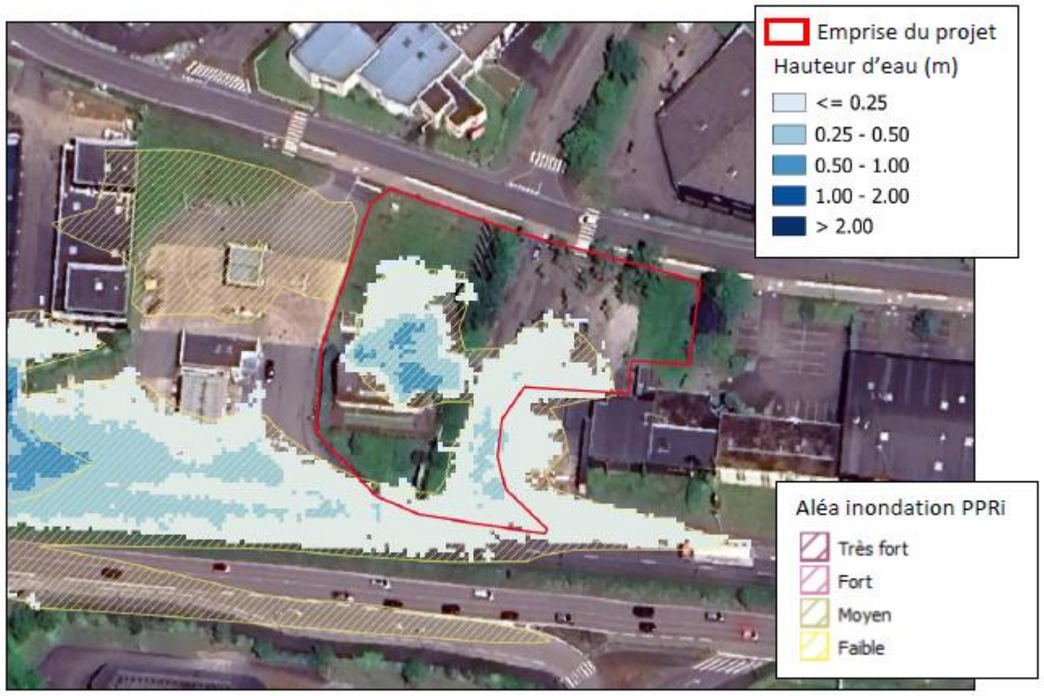


Figure 46 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence au droit du projet (Source : Aquagéosphère)

Les éléments donnés dans les paragraphes précédents pourraient également expliquer le léger écart observé par rapport aux cotes de Plus Hautes Eaux (PHE) de l'étude de révision du PPRi. Le tableau ci-dessous compare les cotes PHE obtenues lors de la modélisation avec celles du PPRi.

Tableau 4 : Comparaison des cotes des Plus Hautes Eaux entre le PPRi et la modélisation (Source : Aquagéosphère)

Profils	Cote PPRi (mNGF)	Cote modélisation (mNGF)
1	24,6	24,34
2	24,5	24,34
3	24,4	24,33
4 (Projet)	24,3	24,33
5	23,2	23,35
6	23,1	22,9 – 23,2
7	23	22,9 – 23

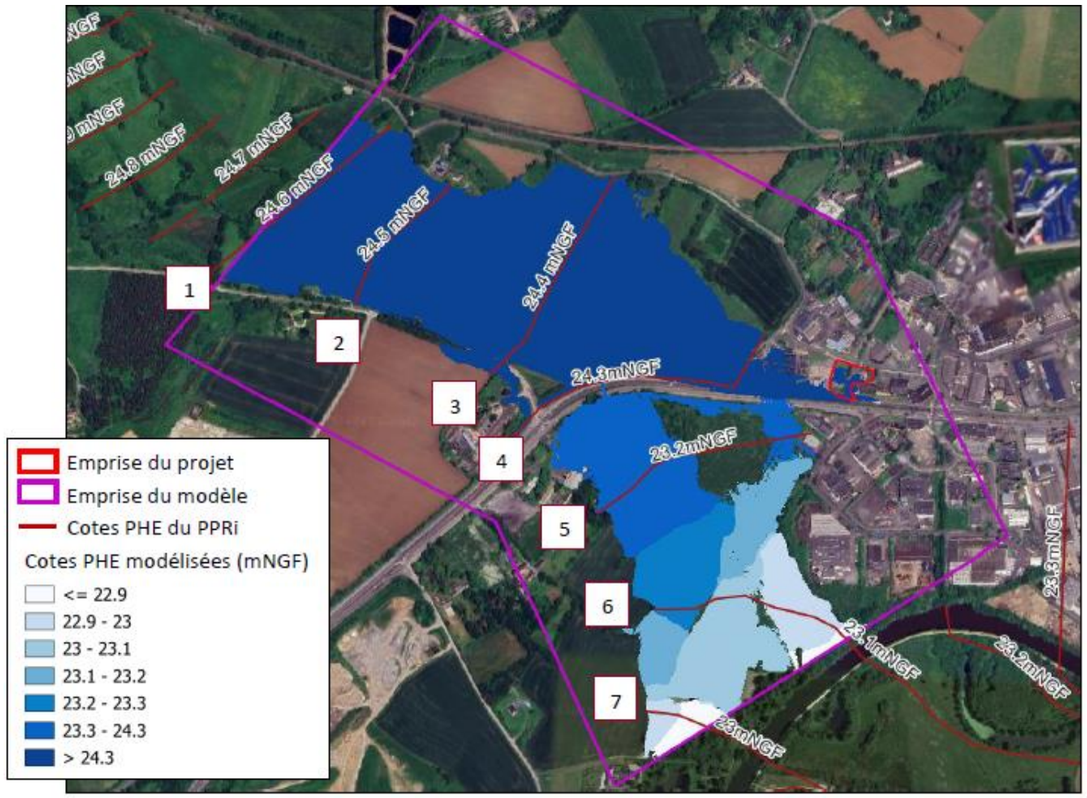


Figure 47 : Comparaison des résultats de la modélisation hydraulique avec le PPRi (cotes PHE) (Source : Aquagéosphère)

Les cotes de Plus Hautes Eaux restent cependant similaires, plus particulièrement **au droit du projet de P+R où la cote PHE obtenue est de 24,33 mNGF, contre une cote de 24,3 mNGF indiquée par l'étude de DHI.**

➢ *Résultats en situation existante*

Une fois le modèle calé sur l'étude de révision du PPRi, le MNT au sein de l'emprise du P+R a été légèrement remanié, afin d'affiner la modélisation de la situation existante. En effet, dans le cadre de l'aménagement du parking-relais, la maison actuellement située sur le terrain sera détruite. Toutefois, celle-ci n'est pas représentée dans les données topographiques utilisées pour le calage du modèle et l'étude de DHI.

Afin de caractériser le plus fidèlement possible l'impact du projet sur le risque inondation, la maison et son garage attenant ont donc été intégrés à la modélisation en situation existante, sous la forme d'une surélévation du terrain naturel.

L'illustration suivante présente les résultats de hauteurs d'eau obtenus au droit du projet après intégration de ces éléments.

À noter que ce sont ces résultats qui ont été considérés pour réaliser la carte de différence des niveaux d'eau entre les situations existante et aménagée.

Figure 48 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation existante pour la crue de référence au droit du projet avec intégration des bâtiments à supprimer (maison, garage) (Source : Aquagéosphère)

On observe que l'ajout de la maison et du garage dans le MNT modifie légèrement l'emprise de la crue, l'eau ne pouvant plus occuper l'espace occupé par ces remblais. Toutefois, l'emprise inondée n'est pas affectée ailleurs et **la cote PHE reste à 24,33 mNGF au droit du projet.**

Sur l'emprise du projet, les hauteurs d'eau sont majoritairement inférieures à 0,25 m. La zone entre la maison et son garage représente une légère cuvette où les eaux s'infiltrent aux alentours du pic de crue. Les hauteurs d'eau y varient entre 0,25 m et 1,00 m.

➢ Analyse de la sensibilité

❖ Préambule

L'objectif d'une analyse de sensibilité est de permettre à l'utilisateur d'évaluer l'impact relatif des paramètres d'entrée sur les résultats de la simulation. L'analyse de sensibilité est définie comme étant la quantification de l'effet d'une ou de plusieurs variables d'entrée sur la ou les variables de sortie.

Dans le cadre de ce modèle, l'analyse a pour but de quantifier l'influence **des coefficients de rugosité du sol** et du **débit d'entrée** sur les hauteurs d'eau maximales simulées au droit de la zone d'étude.

Pour ces paramètres, l'étude de sensibilité a été établie pour 3 valeurs : la première étant la valeur de référence calculée, les 2 autres constituant les marges de sensibilité à – 10 % et + 10 %.

Le taux de variation (Ts) est alors calculé en pourcentage :

$$T_s = \frac{V_E - V_{E\,ref}}{V_{E\,ref}} * 100$$

- $V_{E\,réf}$: Valeur de référence de la variable analysée ;
- V_E : Valeur correspondant à une variation donnée de la variable analysée.

L'analyse de sensibilité est réalisée dans le cadre de la modélisation de la crue centennale.

Trois points du modèle sont comparés (à l'amont de l'ouvrage hydraulique, sur l'emprise et en aval du projet). Ces trois points sont présentés sur l'illustration ci-dessous.

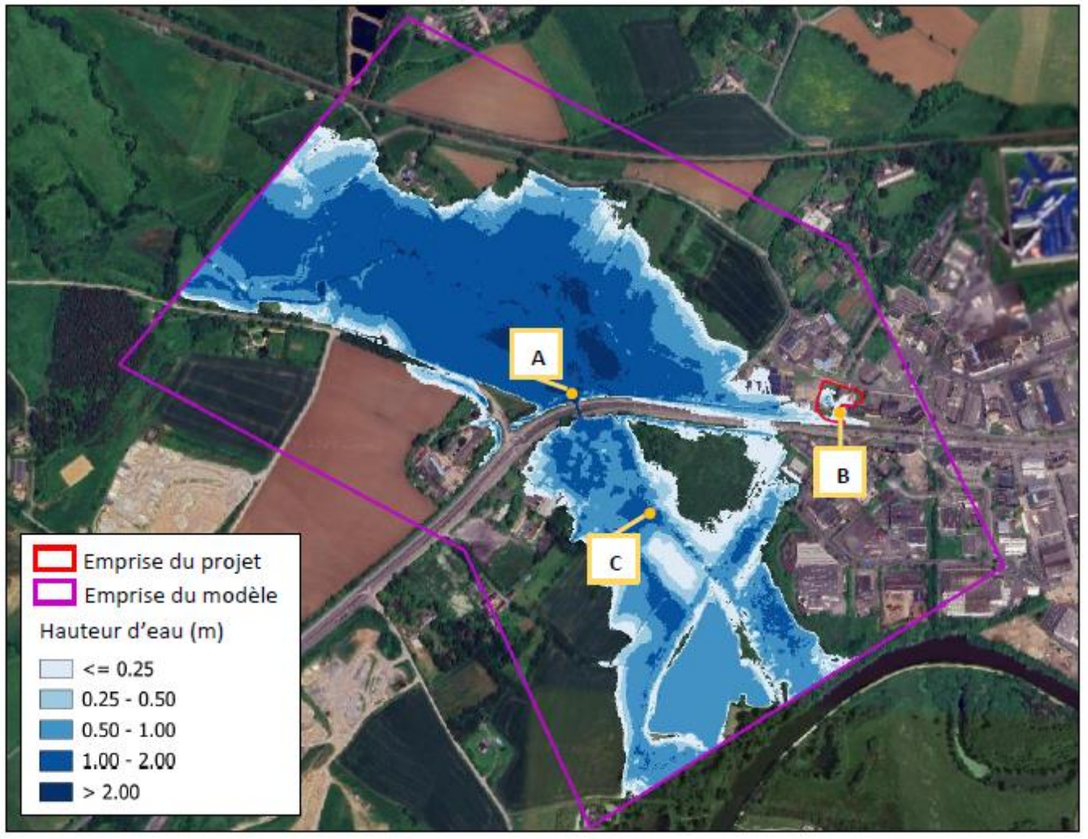


Figure 49 : Localisation des points utilisés pour l'analyse de sensibilité (Source : Aquagéosphère)

❖ Test de sensibilité sur les débits et coefficients de rugosité

Le débit utilisé est le débit centennal tandis que les coefficients de rugosité utilisés sont issus de l'étude réalisée par DHI. Les résultats présentés sur les tableau et illustration suivantes montrent une faible sensibilité du modèle aux variations des coefficients de rugosité et de débits, notamment au sein des zones présentant de faibles hauteurs d'eau.

Tableau 5 : Variations de la hauteur d'eau maximale modélisée (Source : Aquageosphère)

	Point de l'analyse de sensibilité					
	A		B		C	
	Hauteur d'eau maximale modélisée (m)					
	2,33		0,29		1,24	
	Variations de la hauteur d'eau maximale modélisée					
	%	cm	%	cm	%	cm
Hauteur d'eau (n-10%)	- 3,0	- 7	- 24,1	- 7	- 1,6	- 2
Hauteur d'eau (n+10%)	1,7	4	13,8	4	1,6	2
Hauteur d'eau (Q-10%)	- 0,4	- 1	0,0	0	0,0	0
Hauteur d'eau (Q+10%)	3,4	8	24,1	7	3,2	4

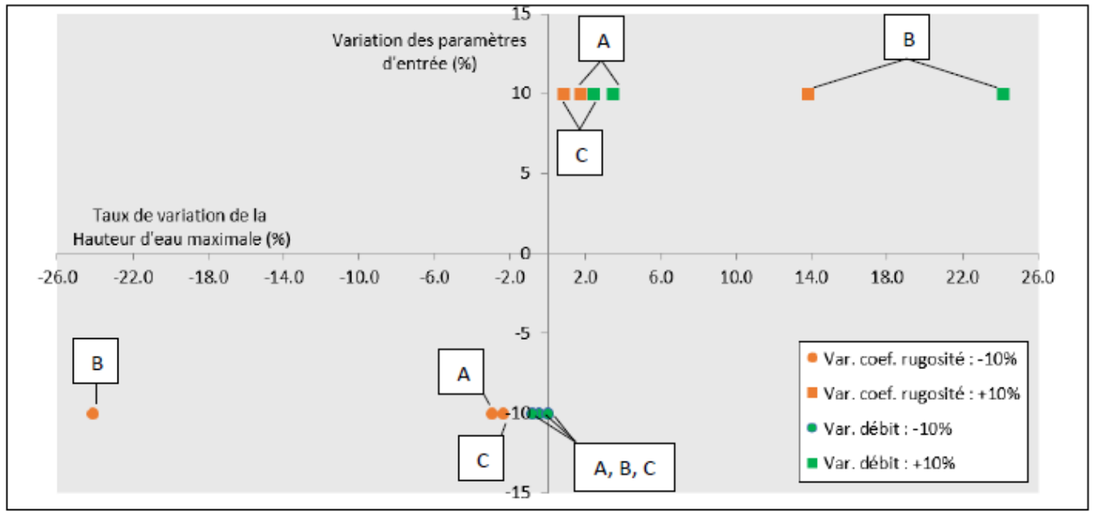


Figure 50 : Variations de la hauteur d'eau maximale modélisée en fonction de la variation des coefficients de rugosité et du débit d'entrée du modèle (Source : Aquageosphère)

Les résultats obtenus indiquent qu'une variation de 10% des débits d'entrée et des coefficients de rugosité de Manning induisent une variation de 1 à 24% de la hauteur d'eau maximale en sortie. Cela correspond à des variations comprises entre 1 et 8 cm selon les simulations, ce qui reste modéré en comparaison aux hauteurs d'eau simulées au droit des points de l'analyse de sensibilité.

Il convient de noter que, du fait des faibles hauteurs d'eau modélisées sur l'emprise du projet, de faibles variations de hauteur d'eau représentent des taux pouvant atteindre de forts pourcentages (Point B). En effet, pour les points localisés dans des zones où les hauteurs d'eau sont importantes (Points A et C), les pourcentages des taux de variation restent faibles.

❖ Conclusion de l'analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité réalisée démontre que les hauteurs d'eau au sein du lit de la Flume sont peu sensibles à des variations des paramètres d'entrée (rugosité et débit). Les pourcentages de variations les plus importants sont observés au droit du projet (Point B) où les hauteurs d'eau sont faibles.

Par ailleurs, le modèle a pu être calé sur l'étude de révision du PPRi en considérant le même hydrogramme d'entrée et les mêmes coefficients de rugosité de Manning. Sur cette base, ces paramètres d'entrée sont conservés.

➢ Situation projetée

❖ Description des aménagements

Le projet porte sur l'aménagement du terminus Trois Marches à l'ouest de la ligne T2 et de son parking-relais associé. Le parking existant de 18 places sera remanié en un parking de 37 places. Un terminus de recharge électrique pour les Trambus composé de deux quais de descente et un quai de montée distinct pour les usagers sera créé.

Figure 51 : Plan d'aménagement du projet (Source : Rennes Métropole)

Les coefficients de rugosité sont considérés à 0,015 pour l'ensemble des voiries, parking et quais, et à 0,04 pour les espaces enherbés créés.

Le plan de nivellement fourni a permis de créer un nouveau MNT au sein de l'emprise du projet à partir des cotes projetées et des cotes existantes conservées. Celui-ci a été intégré à la modélisation afin d'évaluer l'impact du projet sur les niveaux d'eau pour la crue de référence.

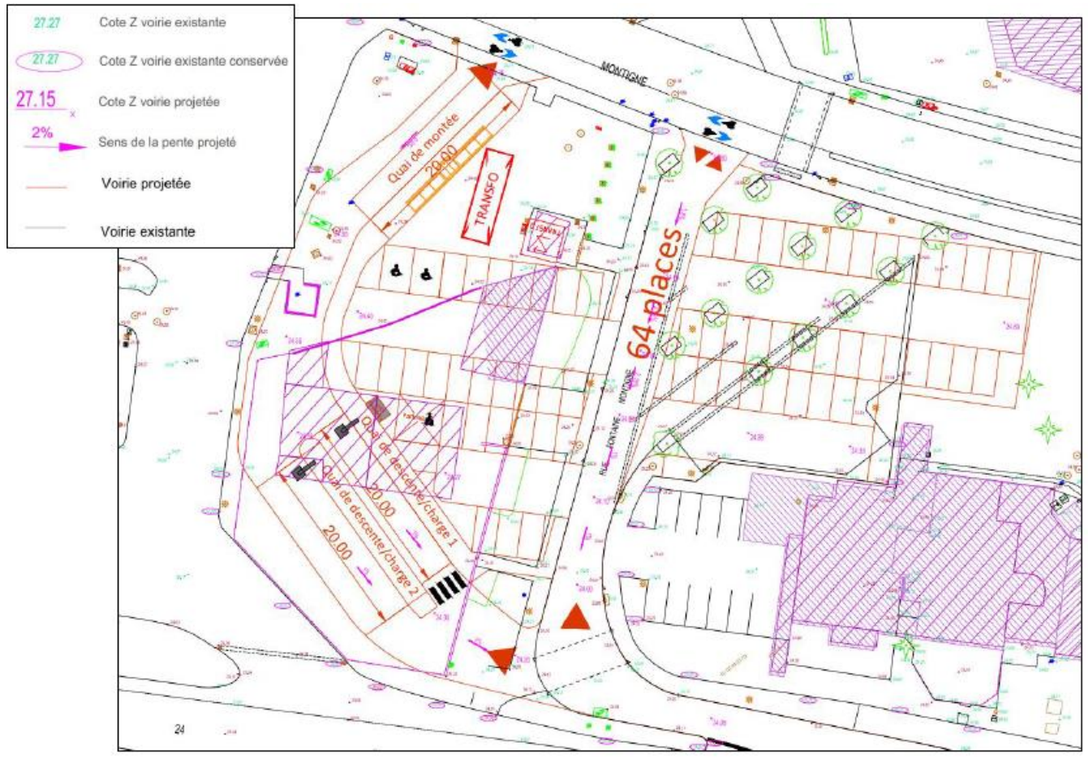


Figure 52 : Plan de nivellement du projet (Source : Rennes Métropole)

Les quais de descente/charge et de montée ont été intégrés au modèle hydraulique par une surélévation de 18 cm du terrain naturel. De la même façon, les bâtiments (poste de transformation et WC) sont représentés dans le modèle.

À noter que s'agissant d'aménagements sur un parking en partie déjà existant, le projet s'attache à limiter au maximum la création de remblais en zone inondable, en restant proche des cotes existantes. De plus, la démolition de l'habitation existante présente dans l'emprise du projet et reprise en zone inondable selon l'étude de révision du PPRi, permettra d'obtenir un équilibre déblais/remblais neutre voire positif.

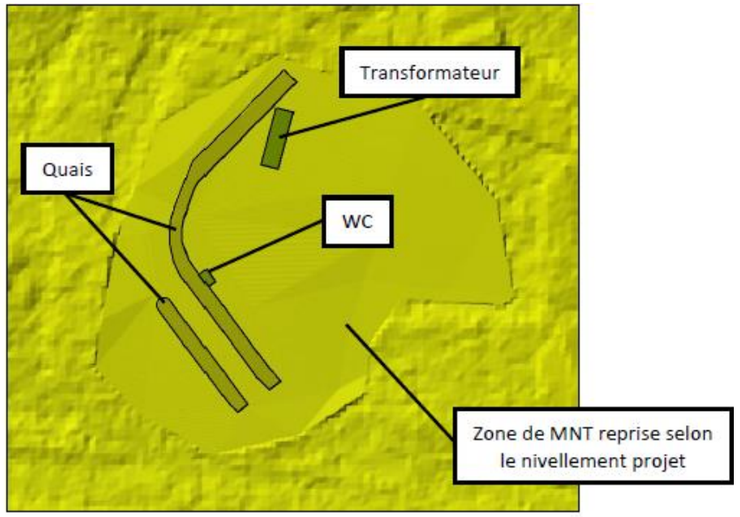


Figure 53 : Intégration du MNT de projet et des bâtiments et voirie créés dans le cadre du projet (Source : Aquagéosphère)

❖ Hauteurs d'eau modélisées et impact du projet

L'illustration suivante présente les hauteurs d'eau maximales modélisées en situation aménagée au droit du projet.

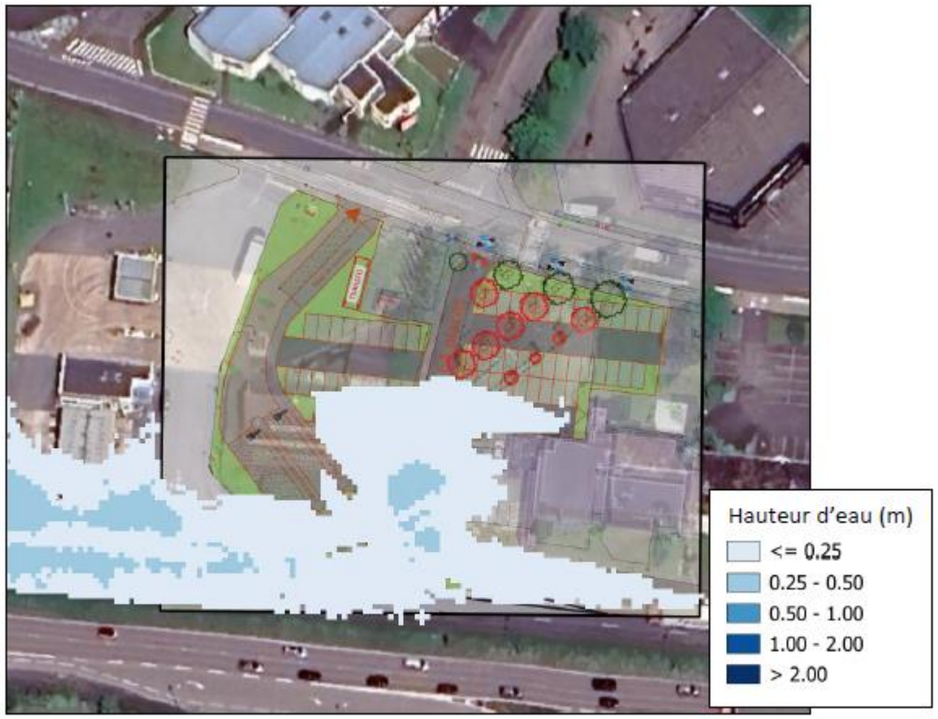


Figure 54 : Hauteurs d'eau maximales modélisées en situation aménagée pour la crue de référence au droit du projet (Source : Aquagéosphère)

Les hauteurs d'eau obtenues en situation aménagée au droit du projet sont majoritairement inférieures à 25 cm et atteignent localement jusqu'à 30 cm.

L'illustration ci-après représente la carte de différence des hauteurs d'eau en situations existante et aménagée. Les zones en vert représentent les zones n'étant plus inondées en situation aménagée. Les zones jaunes à rouges représentent les zones où l'inondation se répand en situation aménagée.

Figure 55 : Différences de zones d'inondation entre les situations existante et aménagée (Source : Aquagéosphère)

L'aménagement du terminus et P+R modifie en partie l'emprise de la crue centennale au sein du projet. Au nord de celui-ci, des parties inondées en situation existante ne le sont plus en situation aménagée. Au sud-ouest, l'emprise de la crue est légèrement étendue et se développe en partie au niveau des quais de descente, des parkings à venir et de la bande gazonnée de la zone. Malgré cela, les zones inondées en situation existante et qui le restent en situation aménagée ne connaissent pas une hausse du niveau d'eau.

Ainsi, **la cote PHE (Plus Hautes Eaux) sur le secteur du projet n'est pas impactée**. Les zones d'expansion et de résorption de crue se compensent en termes de volumes de rétention, résultant en une augmentation nulle de la cote d'inondation.

Du fait de l'impact nul sur la cote d'inondation, nous pouvons conclure que le projet de terminus et de parking-relais n'aura pas d'impact significatif sur l'aléa inondation. De plus, en dehors de l'emprise du projet, l'emprise de la crue reste inchangée.

➢ Prise en compte du risque d'inondation dans l'aménagement du parking-relais

Tel qu'évoqué précédemment, s'agissant d'aménagements sur un parking en partie déjà existant, le projet s'attache à limiter au maximum la création de remblais en zone inondable, en restant proche des cotes existantes. De plus, la démolition de l'habitation existante présente dans l'emprise du projet et reprise en zone inondable selon l'étude de révision du PPRi, permettra d'obtenir un équilibre déblais/remblais neutre voire positif.

Par ailleurs, les installations techniques sensibles à l'eau seront implantées, a minima, 30 cm au-dessus de la cote PHE estimée au droit du projet pour l'aléa de référence, soit à une cote de 24,63 mNGF.

Le projet d'aménagement prévoit également des éléments de clôtures ponctuels, toutefois, ils seront de type panneaux treillis sans soubassement, permettant un écoulement des eaux sans difficulté.

Enfin, la partie du parking relais reprise en zone inondable sera signalée comme telle, par l'implantation de panneaux indicatifs.

➢ Conclusion

Rennes Métropole porte le projet de création de nouvelles lignes de transport au sein de l'agglomération rennaise (35) pour l'horizon 2030. Entre autres, deux nouvelles lignes de Trambus T1 et T2 sont en projet. La ligne T2 traversera la métropole d'est en ouest, de Vezin le Coquet à Cesson Sévigné et sur une longueur de 14,9 km. Deux parcs relais sont prévus de part et d'autre de la ligne. À l'ouest, le terminus 3 Marches de la ligne T2 sera associé à un parking relais P+R. Celui-ci se situe en zone d'aléa faible selon le PPRi du bassin de la Vilaine.

Au regard de ces éléments, la DDTM 35 a demandé que soit caractérisé l'impact du projet sur les lignes d'eau aux alentours du projet. La présente étude a ainsi pour objectif de réaliser une modélisation de la Flume pour la crue de référence du PPRi, afin d'évaluer l'incidence du projet sur l'aléa inondation.

Le projet se situe à 500 m du cours de la Flume, se plaçant ainsi au voisinage direct de sa zone d'expansion de crue. La métropole de Rennes est soumise au risque naturel d'inondation par débordement de la Vilaine et de ses affluents. Le territoire est à ce titre couvert par un Plan de Prévention des Risques inondations (PPRi) approuvé par arrêté préfectoral en décembre 2007. Ce PPRi est actuellement en cours de révision et la carte d'aléa inondation révisée présente une zone inondable par débordement de la Flume d'aléa faible au droit du projet.

Une modélisation hydraulique a été réalisée sur le logiciel HEC-RAS 2D. Les données topographiques du RGE Alti de l'IGN, d'une résolution de 1 m, ont été utilisé sur l'ensemble du modèle. Les coefficients de Manning ont été repris de l'étude réalisée par le bureau d'études DHI pour la révision du PPRi. La condition limite amont correspond à l'injection de l'hydrogramme de la crue centennale extrait de l'étude réalisée par DHI, dont le débit de pointe est de 50 m^3/s. À défaut de données topographiques disponibles des ouvrages présents au sein du modèle, le calage a été réalisé en modifiant la largeur du lit mineur de la Flume au droit du franchissement de la route de Lorient / N24 jusqu'à atteindre l'emprise et les cotes PHE de la carte d'aléa du PPRi en cours de révision.

Une fois le modèle calé en situation existante, le plan de nivellement fourni au droit du projet a permis de créer un nouveau MNT (Modèle Numérique de Terrain) qui a été intégré à la modélisation afin de représenter les aménagements du parking relais au sein du modèle.

L'aménagement du terminus et P+R modifie en partie l'emprise de la crue centennale au sein du projet. Au nord de celui-ci, des parties inondées en situation existante ne le sont plus en situation aménagée. Au sud-ouest, l'emprise de la crue est légèrement étendue et se développe en partie au niveau des quais de descente, des parkings à venir et de la bande gazonnée de la zone. Malgré cela, les zones inondées en situation existante et qui le restent en situation aménagée ne connaissent pas une hausse du niveau d'eau. Ainsi, la cote PHE (Plus Hautes Eaux) sur le secteur du projet n'est pas impactée. Les zones d'expansion et de résorption de crue se compensent en termes de volumes de rétention, résultant en une augmentation nulle de la cote d'inondation.

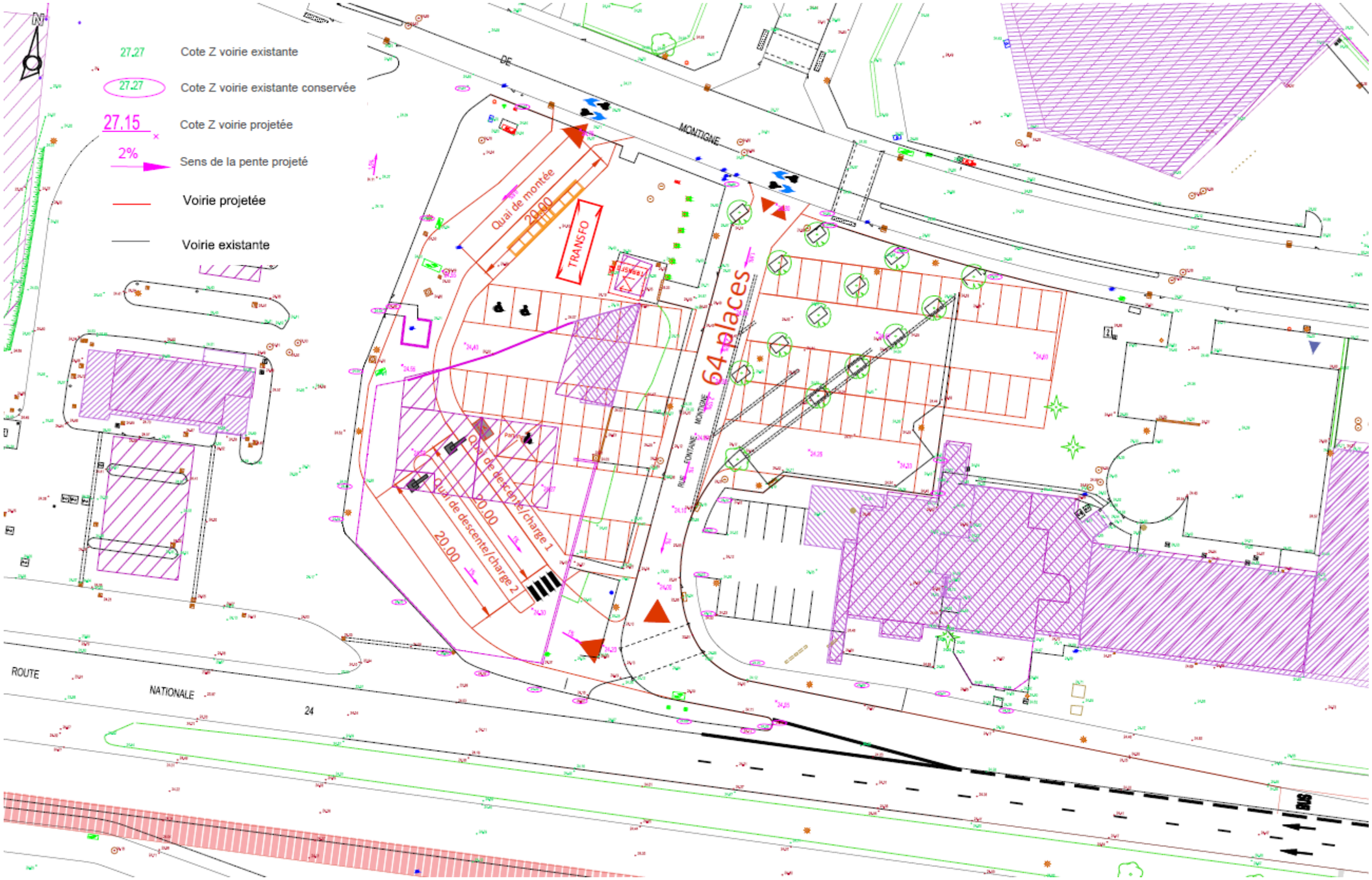


Figure 56 : Plan de nivellement – P+R et terminus 3 Marches (Source : Rennes Métropole)

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Négligeable

Il est à noter que le projet n'aura aucun impact sur les digues de protection situées le long de la Vilaine.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ MR_{Inond} 2 : Compatibilité avec le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet

Localisation de la mesure : zones réglementaires du PPRi.

Le projet sera compatible avec le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet (voir chapitre 5.1.1.2.2 « Compatibilité avec le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet »).

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel est qualifié de nul.

❑ RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

➢ Impacts du risque de mouvements de terrain en phase travaux et mesures associées

❑ IMPACTS

Les opérations réalisées lors de la phase travaux peuvent générer des effets de tassement, des modifications de la structure des premières couches du sol et de la stabilité du sol. Cet impact, initié en phase travaux est susceptible de perdurer dans le temps.

Pour rappel, le projet est concerné par un risque nul à faible de retrait-gonflement des argiles et se situe en zone de sismicité 2 (risque faible). Il n'est pas recensé d'autres types de risques de mouvements de terrain au droit du projet.

Pour rappel, **les aménagements sont principalement superficiels sans fondations profondes et sont donc peu sensibles au risque de mouvements de terrain.**

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Faible

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ MR_{Sol} 1 : Gestion du risque géotechnique

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

La mesure « *MR_{Sol} 1 Gestion du risque géotechnique* » présentée précédemment au chapitre 1.3.1 « Impacts sur le sol et le sous-sol et mesures associées » permettra de garantir la stabilité et la pérennité des aménagements réalisés.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

➢ Impacts du risque de mouvements de terrain en phase exploitation et mesures associées

❑ IMPACTS

En phase exploitation, il ne sera pas recensé d'autres incidences sur la stabilité des sols. En effet, les mesures permettant d'assurer la stabilité des ouvrages seront mises en œuvre dès la phase travaux.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est nécessaire.

1.3.4.2 RISQUES TECHNOLOGIQUES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME		ENJEUX	SENSIBILITE
Risques technologiques	Risque lié aux TMD	-L'ensemble de la zone d'étude est concerné par le risque TMD par voies routières. La RN24 fait notamment partie des principales voies routières soumises à ce risque. -L'ensemble de la zone d'étude est concerné par le risque TMD par voies ferroviaires, le projet recoupant ponctuellement certaines voies ferrées. -2 canalisations de gaz recoupées par la zone d'étude immédiate du T2 à son extrémité Est.	Modérée
	Risque industriel	-Nombreuses installations industrielles dont des ICPE sont recensées à proximité de la zone d'étude immédiate. -Pas de PPRT.	
	Sites et sols pollués	-Nombreux sites de la CASIAS, dont certains à proximité de la zone d'étude immédiate.	

❑ RISQUE LIÉ AU TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES (TMD)

➢ Impacts du risque de transport de matières dangereuses (TMD) en phase travaux et mesures associées

❑ IMPACTS

❖ Risque de TMD par voie routière

L'ensemble du secteur d'étude est concerné par le risque TMD par voies routières. La RN24 fait notamment partie des principales voies routières soumises à ce risque.

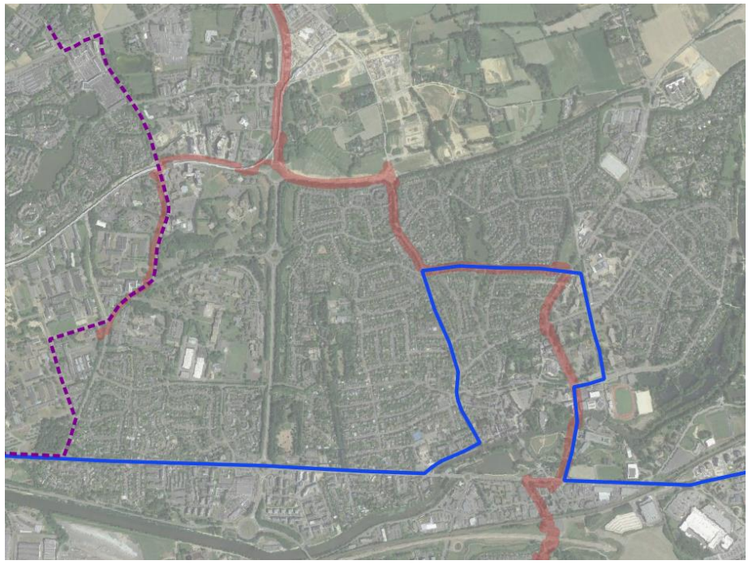
Un plan de circulation sera défini pour la phase chantier et garantira la sécurité des déplacements des usagers de la voirie. Les déviations éventuelles seront indiquées par une signalétique appropriée.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Négligeable

❖ Risque de TMD par canalisations de transport de gaz

Deux canalisations de gaz gérées par GRT Gaz recoupent les emprises du projet. D'après les données du BRGM, leurs localisations sont les suivantes :

- Ligne T1 : la canalisation se situe au droit de la RD197 à la limite communale Rennes/ Cesson-Sévigné ;
- Ligne T2 : la canalisation se situe au droit de la rue de Bellevue et de la rue de Chalotais à Cesson-Sévigné.



En violet : T1 ; En bleu : T2 ; En rouge : canalisation de gaz.

Figure 57 : Rappel de la localisation des canalisations de gaz (Source : Géorisques/ BRGM)

En l'absence de mesures, le projet est susceptible de détériorer ces canalisations durant les travaux de terrassements. Des incidences graves sur les employés des entreprises de travaux, la population avoisinante ou l'environnement pourraient en résulter (explosion, inflammation, toxicité du rejet de gaz, etc.).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❖ Risque de TMD par voie ferroviaire

L'ensemble de la zone d'étude est concerné par le risque TMD par voies ferroviaires, le projet recoupant ponctuellement certaines voies ferrées. C'est le cas de la ligne T1 au niveau de la rue Louis Guilloux et de la ligne T2 au niveau de la rue de Lorient à Rennes et de la rue de Paris à Cesson-Sévigné.

Le risque TMD est cependant jugé négligeable, le projet franchissant la voie ferrée via des ponts.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Négligeable

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ MR$_{Risques\ techno.}$ 1 : Mesures pour les travaux au droit des canalisations de gaz

Localisation de la mesure : au niveau des canalisations de gaz de Cesson-Sévigné.

Plusieurs actions seront mises en place concernant la présence des canalisations de gaz :

- **Réunions préalables et régulières avec le concessionnaire concerné (GRDF / GRT Gaz),** pour expliciter le projet d'aménagement et suivre les opérations de dévoiements de réseaux ;
- **Réalisation d'investigations complémentaires** (sondages physiques et pas seulement radars), répartis sur l'ensemble du projet.

Ainsi, le risque relatif à la présence de canalisation de gaz sera pris en considération durant le chantier.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

➢ Impacts du risque de transport de matières dangereuses (TMD) en phase exploitation et mesures associées

❑ **IMPACTS**

❖ Risque de TMD par voie routière

L'ensemble du secteur d'étude est concerné par le risque TMD par voies routières. La RN24 fait notamment partie des principales voies routières soumises à ce risque.

Les aménagements liés au projet permettront une circulation plus apaisée sur la voirie via le report modal vers les transports en commun. Le trafic routier sera amoindri sur certains axes, diminuant ainsi le risque relatif au TMD. L'impact du projet est donc positif.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

❖ Risque de TMD par canalisations de transport de gaz

Aucune incidence sur les canalisations de gaz n'est attendue en phase exploitation.

❖ Risque de TMD par voie ferroviaire

Aucune incidence par rapport au risque de TMD par voie ferroviaire n'est attendue en phase exploitation.

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

❑ RISQUE LIÉ À LA PRÉSENCE D'INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE)

➢ Impacts liés aux ICPE en phase travaux et mesures associées

❑ **IMPACTS**

❖ Impacts sur les ICPE en présence

Une seule ICPE est localisée en bordure du projet.

Tableau 6 : Rappel de l'ICPE localisée en bordure de la ligne T1 (Source : Géorisques)

NOM	ADRESSE	REGIME ICPE	ETAT
Université de Rennes 1	Chaufferie centrale de Beaulieu - 263 avenue du Général Leclerc 35042 Rennes	Enregistrement	En exploitation avec titre

Figure 58 : Rappel de la localisation de l'ICPE Université de Rennes 1 (Source : Géorisques)

Le projet n'aura cependant aucun impact sur cette dernière. En effet, l'emprise projet sera limitée aux abords du site de l'ICPE, au niveau de l'avenue du Général Leclerc et de la RD197.

❖ Substances employées en phase travaux

Au cours de la phase travaux, les substances employées et activités exercées sont susceptibles d'être concernées par la nomenclature ICPE (emploi de liquides inflammables, production de béton, station d'enrobage, stockage de déchets, etc.).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ $MR_{Risques\ techno.}$ 2 : Autorisations ou déclarations requises concernant les substances ou activités classées ICPE

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Préalablement à la réalisation d'activités ou à l'utilisation de substances classées ICPE en phase travaux, le Maître d'ouvrage veillera à ce que les entreprises travaux sollicitent les éventuelles autorisations ou déclarations requises. Cette obligation sera rendue contractuelle dans le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE). Le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage veilleront au respect des prescriptions fixées dans les arrêtés ICPE.

Par ailleurs, les accès aux ICPE seront maintenus durant toute la durée du chantier.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

➢ Impacts liés aux ICPE en phase exploitation et mesures associées

❑ IMPACTS

Le projet n'aura aucun impact sur les ICPE en présence en phase exploitation.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

❑ RISQUE LIÉ À LA PRÉSENCE DE SITES ET SOLS POLLUÉS

➢ Impacts liés aux sites et sols pollués en phase travaux et mesures associées

❑ IMPACTS

Les emprises du projet étant majoritairement situées sur le domaine public, **aucun enjeu de pollution des sols n'est constaté à ce stade des études. Cependant, il n'est pas rare que les remblais sous voirie se révèlent non-inertes, voire relèvent de la catégorie des déchets non dangereux.**

Par ailleurs, le projet n'impactera pas les sites SIS (Secteurs d'Informations sur les Sols) recensés à proximité.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ MR_{Sol} 5 : Études de pollution

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Des études visant à vérifier une éventuelle pollution des sols (notamment les remblais sous voirie) seront réalisées sur les secteurs sensibles, cette étude quantifiera et qualifiera les sols pollués et permettra d'accompagner le maître d'ouvrage pour les conditions d'élimination.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel est qualifié de négligeable.

➢ Impacts liés aux sites et sols pollués en phase exploitation et mesures associées

❑ IMPACTS

Aucun impact lié aux sites et sols pollués n'est recensé en phase exploitation.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.4 IMPACTS SUR LE MILIEU NATUREL ET MESURES ASSOCIÉES

Pour rappel, l'effet décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement, indépendamment du territoire ou de l'habitat, tandis que l'impact représente la transposition de cette conséquence du projet sur une échelle de valeurs. Il peut donc être défini comme le croisement entre l'effet et la sensibilité du territoire ou de la composante touchée.

Nous distinguons :

- 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**, qui résultent « de la somme et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés conjointement par plusieurs projets dans le temps et dans l'espace. Ils peuvent conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux. Dans certains cas, le cumul des effets séparés de plusieurs projets peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire à un effet supérieur à la somme des effets élémentaires » (Guide MEDDTL, 2011).

Les effets peuvent également être distingués en fonction de leur durée : nous distinguons alors les effets **temporaires** (liés au chantier) des effets **permanents** (liés à la phase d'exploitation). A noter que des effets temporaires peuvent aboutir à des impacts permanents, comme par exemple la destruction irréversible d'un milieu.

Ces effets sont décrits ci-après de manière globale, avant de préciser leur nature ramenée au présent projet, en fonction des informations disponibles. Pour chaque effet décrit, les types d'impacts sont précisés. Ceux-ci seront évalués dans la suite du rapport pour chacun des groupes taxonomiques étudiés.

1.4.1 IDENTIFICATION DES EFFETS DU PROJET

1.4.1.1 EFFETS DIRECTS ET INDIRECTS

1.4.1.1.1 Effets directs permanents

1.4.1.1.1.1 Dégagements d'emprises

Dans le cadre du présent projet, le dégagement d'emprise correspond essentiellement aux opérations de décapage.

Le décapage des terres consiste à retirer les matériaux non commercialisables qui recouvrent le gisement, afin de permettre l'exploitation de ce dernier. Ces matériaux non commercialisables sont le sol organique (terre végétale de surface), puis l'horizon altéré (terres ou stériles de découverte).

Ces opérations de décapage entraînent la disparition des biotopes et des biocénoses en place sur les terrains aménagés.

Type d'impact et incidence associés : altération ou destruction d'habitats, destruction d'individus

1.4.1.1.1.2 Déconstruction de bâtiments/abattage d'arbres

Le patrimoine bâti ancien, les bâtiments présentant des cavités, des anfractuosités ou des entrées libres et les arbres à cavités, constituent des habitats privilégiés par les espèces dites anthropophiles. Des phases de déconstruction et d'abattage d'arbres sont nécessaires malgré cet attrait écologique, pour des raisons sécuritaires (habitations dégradées ou insalubres, présence d'amiante etc.) ou stratégiques.

La déconstruction d'un bâtiment et l'abattage d'arbres à cavités constitue une perte définitive d'habitats anthropiques.

Type d'impact et incidence associés : altération ou destruction d'habitats, destruction d'individus

1.4.1.1.1.3 Modifications des composantes environnantes

La phase d'exploitation du site pourra être à l'origine de dérangements pour la faune. Il pourra s'agir de perturbations dues au bruit, aux lumières, à l'augmentation de la fréquentation, etc.

Toutefois, au vu du contexte du site (zone urbaine), cette perturbation reste à relativiser.

Types d'impacts associés : perturbation des espèces

1.4.1.1.2 Effets temporaires

Les travaux constituent l'origine principale des effets temporaires d'un projet. Ces derniers, bien que limités dans le temps, peuvent être à l'origine d'impacts permanents sur le milieu naturel, en détruisant le milieu de façon parfois irrémédiable, ou des individus d'espèces. Les chantiers sont également à l'origine de dérangements non négligeables sur les espèces, qui prennent fin en même temps que les travaux. Une organisation raisonnée de ces derniers permet souvent d'en limiter les impacts sur le milieu naturel.

1.4.1.1.2.1 Zones de dépôts temporaires / pistes de chantier

Lors des travaux, des zones de dépôts temporaires et des pistes spécialement conçues pour la circulation des engins de constructions sont souvent créées sur des **zones non comprises dans l'enceinte du projet lui-même ou dont la destruction/altération n'était pas prévue.**

Or, il est important de souligner que les conséquences des zones de dépôts seulement liées aux travaux sont le plus souvent à considérer comme des impacts permanents, les dépôts perturbant et détruisant souvent de façon irrémédiable le milieu du lieu de dépôts. Par conséquent, il est indispensable de prendre en compte un périmètre comprenant ces potentielles zones et la nature des perturbations. Dans certains cas, le choix d'emplacement des travaux est tout aussi important que celui du projet lui-même.

Dans le cadre du présent projet, les emprises travaux sont déjà délimitées.

Types d'impacts associés : altération ou destruction d'habitats

1.4.1.1.2.2 Modifications des composantes environnantes

Les travaux constituent une source de dérangement non négligeable du fait des modifications des composantes environnantes qu'ils engendrent. La perturbation est liée à la nature et à l'organisation des travaux. Le bruit du chantier et les passages des engins sont les principales causes de dérangement, en augmentant de façon considérable le niveau sonore et en engendrant des envols de poussières par exemple. Certains groupes sont plus sensibles à ces dérangements en fonction de leur écologie et de la période de l'année où ceux-ci ont lieu.

Types d'impacts associés : perturbation des espèces

1.4.1.1.2.3 Création de pièges / circulation d'engins

Les chantiers sont des zones dangereuses pour la faune sauvage. Les pièges sont nombreux et peuvent avoir des conséquences sur une population locale. Notamment, la création de milieux temporaires (bassins de décantation, trous par exemple) peut s'avérer dangereuse, du fait de leur durée de vie très courte. Des espèces pionnières peuvent en effet s'y installer et être détruites lors du remaniement de ces milieux.

De plus, la circulation des engins induit un risque d'écrasement et/ou de collision pouvant avoir des conséquences plus ou moins importantes en fonction du nombre de véhicules, de la situation de la voie par rapport aux axes de déplacements…

Types d'impacts associés : destruction d'individus

1.4.1.1.2.4 Pollutions liées aux travaux

L'entretien, le nettoyage et le stationnement des engins (voire un accident) peuvent engendrer des pollutions accidentelles (fuites d'hydrocarbures, déversements de produits chimiques, incendies, rejets…).

Les risques résident essentiellement en la pollution de la ressource en eau par infiltration de produits dangereux pour l'environnement ou par ruissellement de ces derniers et atteinte des eaux superficielles.

Dans le cadre du présent dossier, nous partons du principe que, comme dans la majorité des chantiers, des mesures seront prises afin de limiter fortement les risques et d'optimiser les mesures d'urgence à prendre en cas de problème. Ainsi, nous pouvons exclure toute influence significative sur les milieux voisins.

Pas d'impact significatif associé

1.4.1.1.2.5 Remaniements des sols (espèces exotiques envahissantes)

Le remaniement des sols en phase travaux peut favoriser l'apport d'espèces exotiques envahissantes par les engins lors de la phase de travaux, sous la forme de graines ou de rhizomes, soit par l'apport de terres extérieures soit par la mise à nu de terre contenant des graines ou rhizomes de ces espèces.

L'introduction d'espèces, volontaire ou non, est un phénomène en expansion. Aujourd'hui, il est prouvé que leur prolifération après naturalisation entraîne des dommages environnementaux considérables, et notamment la perte de la diversité biologique. En effet, par compétition interspécifique, les espèces exotiques envahissantes s'emparent des niches écologiques naturellement occupées par des espèces indigènes. De plus, le caractère invasif de ces espèces a tendance à favoriser l'homogénéité des surfaces et à diminuer la biodiversité végétale donc par conséquent animale.

Dans le cadre du présent projet, **sept espèces exotiques envahissantes** ont été recensées au sein de l'aire d'étude : le Laurier-palme (*Prunus laurocerasus*), le Laurier-sauce (*Laurus nobilis*), le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*), le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), l'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), la Renouée du Japon (*Raynoutria japonica*) et la Jussie rampante (*Ludwiga peploides*) dans le parc Champagné.

Types d'impacts associés : altération d'habitats

1.4.1.2 EFFETS INDUITS

Rappelons que les effets induits ne sont pas liés au projet lui-même, mais à des modifications induites par le projet. Dans ce cas présent, le projet consiste en le déploiement de 2 lignes de TRAMBUS au sein de la métropole de Rennes. Les tracés reprennent en majorité des voiries existantes et quelques sections sont déjà aménagées en site propre.

Le secteur est déjà très anthorpisés mais cela peut générer une urbanisation aux extrémités de la ville. Cela reste non significatif car l'extension urbaine est aujourd'hui et encadrée par la loi ZAN notamment.

Concernant le milieu naturel, aucun effet induit significatif n'a été mis en évidence dans le cadre du présent projet.

1.4.1.3 SYNTHÈSE DES EFFETS ET TYPES D'IMPACT

Après avoir défini l'ensemble des effets engendrés par le projet, et les avoir associés aux types d'impacts, il nous semble intéressant de synthétiser ces derniers sous la forme d'un tableau présenté ci-dessous. Chaque type d'impact est ensuite repris espèce par espèce (ou par groupe) dans la suite du rapport.

Tableau 7 : Synthèse des principaux effets du projet et des différents types d'impacts

Nature de l'impact	Origine de l'impact / effet	Durée de l'effet	Durée de l'impact
Flore et habitats			
Destruction d'individus d'espèces	Dégagement d'emprises	Temporaire	Temporaire à permanent
	Zones de dépôts temporaires / Pistes de chantier	Temporaire	Permanent
Destruction / altération des habitats	Dégagement d'emprises	Temporaire	Temporaire à permanent
	Zones de dépôts temporaires / Pistes de chantier	Temporaire	Temporaire à permanent
	Pollutions accidentelles liées aux travaux	impact non significatif	
	Modifications des composantes environnantes (Bruit, lumière, vibrations…)	Temporaire	Temporaire à permanent
	Remaniements des sols (espèces exotiques envahissantes)	Temporaire	Temporaire à permanent
	Introduction d'espèces locales et/ou exotiques envahissantes	Temporaire	Permanent
	Plantations	Temporaire	Permanent
Faune			
Destruction d'individus d'espèces	Dégagement d'emprises	Temporaire	Temporaire à permanent
	Déconstruction de bâtiments/abattage d'arbres	Permanent	Temporaire à permanent
	Zones de dépôts temporaires / Pistes de chantier	Temporaire	Permanent
	Création de pièges / circulation d'engins	Temporaire	Permanent
Destruction / altération des habitats	Dégagement d'emprises	Temporaire	Temporaire à permanent
	Déconstruction de bâtiments/abattage d'arbres	Temporaire	Temporaire à permanent
	Zones de dépôts temporaires / Pistes de chantier	Temporaire	Temporaire à permanent
	Pollutions accidentelles liées aux travaux	impact non significatif	
	Modifications des composantes environnantes (Bruit, lumière, vibrations…)	Temporaire	Temporaire à permanent
	Remaniements des sols (espèces exotiques envahissantes)	Temporaire	Temporaire à permanent
	Introduction d'espèces locales et/ou exotiques envahissantes	Temporaire	Permanent
	Plantations	Temporaire	Permanent
Perturbations d'espèces	Modifications des composantes environnantes (Bruit, lumière, vibrations…)	Temporaire	Temporaire à permanent
Ensemble des groupes			
impacts / incidences induits	Aucun effet induit significatif identifié		
impacts / incidences cumulés	Aucun effet cumulé significatif identifié		

1.4.2 ÉVALUATION DES IMPACTS BRUTS DU PROJET

1.4.2.1 SUR LES HABITATS ET ESPÈCES ASSOCIÉES

1.4.2.1.1 Impacts directs et indirects

Tableau 8 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les habitats et la flore associée (1/3)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Habitats et espèces floristiques associées						
Zone résidentielle	**Faible**	Destruction / altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols Modifications des composantes environnantes Plantations	Direct et indirect / Temporaire et permanent	Les zones résidentielles sont très présentes sur le tracé de la zone d'étude. Les marges de cet habitat, essentiellement constituées de surfaces artificialisées et de pelouses urbaines qui ne présentent pas ou peu d'enjeux floristiques, seront localement détruites afin de permettre un aménagement des voies routières. Quelques bâtiments résidentiels seront également démolis pour l'installation de parking asphalté ou de plantations d'arbres. Des essences locales sont à privilégier pour les espèces plantées, puisqu'elles favorisent le gîte et l'alimentation de la faune locale. Une attention devra être portée à ne pas importer ou favoriser l'expansion des espèces exotiques envahissantes. Les impacts sont limités en raison de la faible naturalité des milieux végétalisés des zones résidentielles, souvent largement appauvris et artificialisés.	**Faible**
Zone industrielle et commerciale	**Faible**				Les zones industrielles et commerciales sont encore plus artificialisées que les zones résidentielles. Elles sont également très présentes au sein de la zone d'étude. Les marges de cet habitat, essentiellement constituées de surfaces artificialisées et de milieux ornementaux qui ne présentent pas ou très peu d'enjeux floristiques, seront localement détruites afin de permettre un aménagement des voies routières. Quelques arbres pourraient être plantés localement. Des essences locales sont à privilégier, puisqu'elles favorisent le gîte et l'alimentation de la faune locale. Une attention devra être portée à ne pas importer ou favoriser l'expansion des espèces exotiques envahissantes. Les impacts sont limités en raison de la très faible naturalité des milieux végétalisés de cet habitat, essentiellement appauvris et artificialisés.	**Faible**
Pelouse urbaine	**Faible**				Les pelouses urbaines sont parmi les végétations les plus représentées dans les centres urbains, et les rares patchs de végétation herbacée sont fauchés très régulièrement par les services de la ville. Ces végétations sont peu diversifiées et présentent peu d'intérêt floristique. Elles seront par endroit remplacées par des surfaces imperméabilisées, et à d'autres endroits seront replantées des plantations urbaines. Encore une fois, des espèces locales et indigènes seraient à favoriser pour éviter un appauvrissement encore plus important de la ville. Les impacts sont globalement faibles en raison de l'intérêt moindre de ce type de végétation.	**Faible**
Parcs urbains et aménagements récréatifs	**Faible**				Quelques élargissements et créations de surfaces imperméabilisées vont affecter certains parcs urbains et aménagements récréatifs de la zone d'étude. Des arbres vont être abattus, pour la création de route dédiée au trambus. Certains de ces arbres peuvent présenter des enjeux, bien que la majorité n'en ait pas en raison de leur caractère exogène. Les impacts de ces abattages sont limités car la végétation présente est déjà très anthropisée et fragmentée entre autres par des chemins pédestres. Des arbres seront replantés dans certaines de ces habitats. Des plantations d'essences indigènes et locales seraient à privilégier pour maximiser les gains écologiques de ces plantations. Les essences locales présentent en effet un plus grand intérêt d'un point de vue floristique mais aussi de manière générale pour la faune en termes d'habitat de reproduction et de nourrissage.	**Faible**
Alignement d'arbres	**Faible**				De nombreux alignements d'arbres ponctuent le site. Certains de ces alignements vont être détruits. La plupart des linéaires qui seront abattus sont constitués de jeunes individus le plus souvent non-indigènes et ne présentant pas d'enjeux particuliers. Quelques arbres présentant plus d'intérêt vont ponctuellement être abattus. Les autres ne seront pas modifiés, ou bien seront renforcés via la plantation de nouveaux arbres. Ces milieux n'ont généralement pas d'enjeux floristiques particuliers, mais l'utilisation de plants d'essences locales serait à favoriser pour améliorer la biodiversité du centre urbain.	**Faible**
Surface artificialisée	**Nul**				Les surfaces artificialisées du site sont bien entretenues et ne présentent pas de végétation qui pourrait profiter de la présence d'anfractuosité. Des aménagements pourraient élargir ces zones imperméabilisées via la création de pistes cyclables et trottoirs. Globalement, cet habitat ne présente pas d'enjeux pour la flore, la destruction et les modifications apportées au milieu n'auront donc pas d'impact sur la flore du site.	**Nul**

Tableau 9 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les habitats et la flore associée (2/3)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Habitats et espèces floristiques associées						
Espaces ornementaux (haie, massifs)	**Faible**	Destruction / altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols Modifications des composantes environnantes Plantations	Direct et indirect / Temporaire et perman	Les espaces ornementaux sont des milieux particulièrement antropisés avec une faible naturalité (espèces horticoles souvent non-indigènes). Il s'agit le plus souvent de parterres de fleurs présents en bord de route ou au centre de rond-point. Une majorité de ces parterres ne seront pas affectés par les aménagements réalisés. Ceux qui le sont, seront remplacés par des voies asphaltées et/ou des pelouses urbaines. Globalement, ces végétations n'ont pas d'intérêt intrinsèque et leur modification ne devrait pas avoir d'enjeux particuliers pour la flore indigène. À noter que certaines plantations d'arbres devraient être effectuées sur certains de ces parterres ornementaux. Ces plantations pourraient présenter un plus grand intérêt floristique s'il s'agit d'essences locales.	**Faible**
Terrain vague	**Faible**				La plupart des terrains vagues ne seront pas détruits pour la réalisation des aménagements de la voirie urbaine. Néanmoins, une partie sera démolie sur une parcelle située rue de la Rigourdière, ainsi qu'une seconde rue de Lorient. Ces destructions concernent environ 0,04 ha. Les milieux connexes devraient cependant subir des impacts en raison de la circulation des engins et de l'espace nécessaire à la construction des aménagements. Le cortège de ces terrains étant déjà rudéral, ces impacts seront limités. Néanmoins, ces parcelles altérées accueillent une espèce floristique patrimoniale, le Polypogon maritime, qui devra être protégé du passage des engins pour réduire les impacts liés. Des espèces exotiques envahissantes sont présentes à proximité et devront faire l'objet d'une attention particulière afin de ne pas favoriser leur expansion.	**Faible**
Prairie de fauche mésophile	**Faible**				La majorité des prairies de fauche mésophiles ne sera pas altérée par le projet, mais deux parcelles seront en partie détruites afin de réaménager l'espace urbain. Elles seront remplacées par de la pelouse urbaine et/ou des surfaces imperméabilisées. Ces deux parcelles sont situées rue Robert Duvivier et Avenue Germaine Dulac. Environ 0,160 ha de prairie seront ainsi détruites et 0,07 ha seront impactées indirectement avec une probable rudéralisation du cortège des espèces présentes. en effet, la circulation des engins et les mouvements de terrain pour la réalisation des aménagements risquent de modifier le cortège floristique (présence d'espèces rudérales plus prononcée). Une attention particulière devra être portée afin de ne pas favoriser l'installation d'espèces exotiques envahissantes lors de la phase de chantier.	**Faible**
Friche herbacée	**Faible**				Les quelques friches herbacées présentes sur le site ne seront pas impactées directement par le projet, à l'exception de la friche située le long de la rue de Lorient (N24), qui sera entièrement remplacée par de l'enrobé soit 0,06 ha. Ces végétations sont constituées d'espèces plutôt banales et présentant peu d'enjeux floristiques. Les impacts sont donc plutôt faibles.	**Faible**
Ourlet nitrophile	**Faible**				Les aménagements envisagés devraient détruire 0,124 ha d'ourlet nitrophile sur le site. Une partie est située sur la commune de Saint-Grégoire et devrait être remplacée par un parking entièrement asphalté. L'autre partie est située à l'intersection entre le Boulevard Saint-Jean Baptiste de la Salle et le Boulevard Marbeuf, où des pelouses urbaines piquetées de plantation d'arbres seront installées. Les ourlets nitrophiles ne présentent pas d'enjeux floristiques particuliers. Ils sont très communs et pauvres en diversités.	**Faible**
Fourré arbustif	**Faible**				Quelques fourrés arbustifs sont situés le long des tracés, majoritairement sur des talus assez difficiles d'accès ne permettant pas un entretien par fauche régulier. C'est ainsi que des arbustes ont pu s'y développer. Les végétations y sont plutôt pauvres et peu diversifiées. Ce type de milieu ne devrait pas être concerné par les impacts du projet, à l'exception de 0,003 ha qui seront détruits et recouverts par de l'enrobé rue Robert Duvivier. Après destruction des 0,003 ha, il restera environ 0,115 ha de fourrés qui subiront des effets indirects notamment via les travaux, mais aussi plus durablement puisque la nouvelle surface artificialisée sera directement en contact avec eux. Une attention particulière devra être apportée lors des travaux, afin d'éviter une possible propagation des espèces exotiques envahissantes qui peuvent facilement coloniser les milieux perturbés.	**Faible**

Tableau 10 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les habitats et la flore associée (3/3)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Habitats et espèces floristiques associées						
Fourré à Saule cendré	**Moyen**	Altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols Modifications des composantes environnantes	Indirect / Temporaire et permanent	Ce fourré est dominé par une végétation en partie humide qui encercle la mare à Typha. Il ne devrait pas être directement affecté par les aménagements de la voirie. Aucun arbre ne devrait être abattu, ce qui devrait en théorie permettre la conservation des fonctionnalités écologiques des milieux humides liés à l'habitat. Néanmoins, à cet endroit, un élargissement de la voirie routière sera effectué, ce qui pourrait avoir une incidence indirecte sur le milieu, notamment via l'apport de nutriments plus important. Ces impacts resteront globalement assez faibles.	**Faible**
Bosquet	**Moyen**				Le bosquet ne sera pas directement touché par les aménagements du projet. Néanmoins, la pelouse urbaine attenante sera remplacée par de nouveaux aménagements qui seront donc en contact direct avec le bosquet. Des incidences indirectes sur le cortège végétal herbacé pourraient affecter les espèces présentes dans le milieu, avec une possible rudéralisation du cortège. Ce cortège ne présentant pas d'enjeux particuliers, et les arbres de haut-jet n'étant pas affectés par le projet, les impacts restent très limités.	**Faible**
Mare à Typha	**Moyen**				La mare à Typha se situe en bordure de la zone d'étude et en retrait des travaux réalisés pour la ligne de Trambus. Elle ne devrait pas subir d'impacts importants à la suite des travaux réalisés dans le cadre de ce projet. Les impacts sont estimés à faibles.	**Faible**
Bassin à Phragmitaie	**Moyen**				Le bassin à Phragmitaie ne devrait pas être affecté directement par les travaux. Les aménagements de la voirie à proximité pourraient renforcer les perturbations déjà existantes suite aux écoulements provoqués par la présence des surfaces artificialisées à proximité. Néanmoins, ces impacts seront globalement faibles et le milieu ne devrait pas être particulièrement affecté par les aménagements envisagés.	**Faible**
Cours d'eau	**Moyen**				Les cours d'eau du milieu ne seront globalement pas touchés par les travaux. Le cours d'eau principal est La Vilette,qui est déjà largement canalisé et anthropisé. Les travaux effectués à proximité auront donc peu d'incidence sur la qualité du milieu. Il est en de même pour l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude qui ont largement été remaniés. Néanmoins, si des travaux doivent avoir lieu à proximité, il faudra veiller à ne pas s'en approcher afin de ne pas disséminer des espèces exotiques envahissantes, dont l'une est déjà très présente sur le site, la Jussie rampante.	**Nul**
Haie	**Moyen**				La plupart des haies du tracé ne seront pas affectées par les travaux ou alors de façon indirecte via des écoulements d'éléments découlant de la création de voie bitumée à proximité. Ces impacts ne devraient pas particulièrement affecter l'habitat qui est déjà bien implanté et qui subit déjà en partie ce type de perturbations en raison du contexte très urbanisé du site. Beaucoup d'essences de ces haies sont plantées et	**Faible**
Monoculture	**Faible**				Deux monocultures sont observées le long des linéaires de Trambus T1 et T2 à leur extrémité est. Ces monocultures ne devraient pas être directement affectées par les travaux du projet. À noter que quelques incidences indirectes pourraient avoir lieu en raison de potentielles fuites de matériaux et d'éléments lors de la phase de chantier. Ces impacts potentiels devraient être relativement limités.	**Faible**

Tableau 11 : Évaluation des impacts bruts du projet sur l'avifaune (1/2)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Avifaune						
Avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts : Tourterelle des bois, Linotte mélodieuse et Serin cini etc	**Très fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus en période de nidification (œufs, nichées ou adultes au nid), principalement dans zones plus plus remaniées. Notamment pour la Linotte mélodieuse sur l'aire de parking prévue pour le terminus est de la ligne T2.	**Moyen**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Perte d'habitats favorables à l'alimentation et la reproduction des espèces des milieux ouverts et semi-ouverts.	**Moyen**
		Perturbation des espèces			Perturbation des oiseaux nicheurs en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.) et risque d'abandon des sites de nidification à proximité de la zone de travaux.	**Moyen**
Avifaune des milieux arborés et boisés : Verdier d'Europe et Chardonneret élégant etc	**Fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus en période de nidification (œufs, nichées ou adultes au nid), notamment le Verdier d'Europe et le Chardonneret élégant, susceptibles de nicher dans les arbres et arbustes qui seront abbatus.	**Moyen**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Le projet impactera directement les habitats d'alimentation et de nidification des espèces nichant dans les milieux arbrés. Plusieurs coupes d'arbres, dont des arbres à cavités, seront prévues dans le cadre de réaménaments des zones servant de terminus ainsi que pour la création d'arret de bus et d'élargissement de voirie.	**Moyen**
		Perturbation des espèces			Perturbation des oiseaux nicheurs en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.) et risque d'abandon des sites de nidification à proximité de la zone de travaux.	**Moyen**
Avifaune des milieux bâtis : Martinet noir et Moineau domestique etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus en période de nidification (œufs, nichées ou adultes au nid). Une maison favorable à la reproduction du Moineau domestique sera notamment détruite.	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Le projet affectera peu les habitats de reproduction des espèces des milieux bâtis. Toutefois le projet aura un impact sur des habitats favorables à l'alimentation.	**Faible**
		Perturbation des espèces			Perturbation des oiseaux nicheurs en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.) et risque d'abandon des sites de nidification à proximité de la zone de travaux.	**Moyen**
Avifaune des milieux humides : Martin-pêcheur d'Europe et Bouscarle de cetti etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus en période de nidification (œufs, nichées ou adultes au nid).	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Le projet n'impact pas directement les habitats de nidification des espèces de ce cortège.	**Faible**
		Perturbation des espèces			Perturbation des oiseaux nicheurs en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.) et risque d'abandon des sites de nidification à proximité de la zone de travaux.	**Moyen**

Tableau 12 : Évaluation des impacts bruts du projet sur l'avifaune (2/2)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Avifaune						
Avifaune nicheuse de proxmité et de passage : Corbeau freux, Goéland argenté, Goéland brun etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Les sites de nidification sont situés en dehors de la zone projet. Le risque de destruction d'individus est donc très limité.	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Perte d'habitats favorables à l'alimentation de certaines espèces avec l'artificialisation des sols à cause de l'élargissement de la voirie par endroits.	**Faible**
		Perturbation des espèces			Perturbation des oiseaux nicheurs en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.) et risque d'abandon des sites de nidification à proximité de la zone de travaux.	**Moyen**
Avifaune en période internuptiale : Martin-pêcheur d'Europe et Fuligule morillon etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	A ces périodes, les oiseaux étant très mobiles, le risque de destruction d'individus est quasi nul.	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Le projet impactera des habitats d'alimentation des espèces présentes en période internuptiale, notamment les espèces des milieux milieux arborés, des milieux semi-ouverts et des milieux bâtis. Plusieurs coupes d'arbres seront prévus dans le cadre de réaménaments des zones servant de terminus ainsi que pour la création d'arret de bus et d'élargissement de voirie.	**Moyen**
		Perturbation des espèces			Perturbation des oiseaux en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.).	**Faible**

Tableau 13 : Évaluation des impacts bruts du projet sur l'herpétofaune et l'entomofaune

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Herpetofaune						
Amphibiens	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque d'écrasement d'individus en déplacement	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	La majorité des habitats favorables à la reproduction ne sont pas impactés par le projet. Des boisements à proximité de la zone de travaux sont favorables à l'hivernage et l'estivage. Les impacts sont donc considérés comme faible pour ce groupe d'espèces.	**Faible**
		Perturbation des espèces			Perturbation des amphibiens en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.).	**Faible**
Reptiles	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus (adultes, juvéniles et œufs) lors des travaux, notamment de Lézard des murailles.	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	La perte d'habitats favorables à la reproduction et l'alimentation est jugée faible au vu de la zone déjà très urbanisée. Le projet a donc peu d'impact sur les habitats du Lézard des murailles. Les habitats favorables à la Couleuvre d'Esculape (espèce potentielle) se trouvent en limite de la zone de travaux.	**Faible**
		Perturbation des espèces			Perturbation des reptiles en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.).	**Faible**
Entomofaune						
Entomofaune	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus, notamment de Grand capricorne. Toutefois ce risque est réduit car les arbres favorables à cette espèce à enjeux et protégée sont conservés.	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Perte d'habitats favorables à l'entomofaune avec la coupe d'arbres et du réaménaments des zones servant de terminus ainsi que pour la création d'arret de bus et d'élargissement de voirie. Les milieux humides favorable à la reproduction de l'entomofaune liée aux milieux humides ne sont pas impactés.	**Faible**
		Perturbation des espèces			Perturbation des insectes en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.).	**Faible**

Tableau 14 : Évaluation des impacts bruts du projet sur les mammifères

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Analyse	Niveau d'impact
Mammifères						
Mammifères terrestres (hors chiroptères) : Lapin de garenne etc	**Fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus, principalement de deux espèces menacées : Lapin de garenne et Putois d'Europe (espèce potentielle) ainsi que de deux espèces protégées avec le Hérisson d'Europe et l'Ecureuil roux.	**Moyen**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Le projet impactera des habitats d'alimentation et/ou de reproduction mammifères, notamment deux espèces menacées : Lapin de garenne et Putois d'Europe (espèce potentielle) ainsi que de deux espèces protégées avec le Hérisson d'Europe et l'Ecureuil roux. . Plusieurs coupes d'arbres seront prévues dans le cadre de réaménaments des zones servant de terminus ainsi que pour la création d'arret de bus et d'élargissement de voirie. Les habitats favorable au Camapgnol amphibie (espèce potentielles) se seront pas impactés par le projet.	**Moyen**
		Perturbation des espèces			Perturbation du cycle biologique des mammifères en phase de travaux (bruit, vibration, poussière, fréquentation, etc.) et risque d'abandon des sites de reproduction.	**Moyen**
Chiroptères : Noctule commune, Grand Rhinolophe, Barbastelle d'Europe, etc.	**Fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	Risque de destruction d'individus lors de l'abattage des arbres à cavités	**Fort**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	Perte d'habitat modérée due à la destruction d'arbres à cavités et de quelques habitats de chasse et/ou de déplacement. Le nombre très limité d'arbres à cavités impactés, au vu du nombre total d'arbres à cavités détectés, limite l'impact de perte de cavités (5 arbres concernés sur plus de 120 identifiés). Concernant l'habitat de chasse, les sites les plus utilisés par les chiroptères concernent en particulier les bords de zones humides (étang et fleuve) qui ne seront pas impactés par les travaux.	**Moyen**
		Perturbation des espèces			Perturbation des chiroptères en phase de travaux (lumière, bruit, vibration, poussière, etc.) et risque d'abandon de potentiels gîtes situés à proximité immédiate. Toutefois, le contexte très urbain limite fortement le dérangement dû au bruit et à la lumière.	**Moyen**

1.4.2.1.2 Impacts induits

Aucun effet induit significatif n'a été mis en évidence dans le cadre du présent dossier.

Par conséquent, le projet n'aura aucun impact induit.

1.4.2.1.3 Impacts cumulés

Le projet n'aura aucun impact cumulé avec les autres projets connus.

1.4.2.2 SUR LES ZONES HUMIDES

Au sein de la zone d'étude, les critères de détermination floristique et pédologique ont mis en évidence 3 400 m² de zone humide au sein de la zone d'étude.

Dans le cadre du présent projet, les travaux n'impacteront pas de zones humides (voir mesure d'évitement ME1).

1.4.2.3 SUR LES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

A l'échelle de la région, le secteur concerné par le projet fait partie du grand ensemble n°26 « Le bassin de Rennes » dont l'objectif est de « Restaurer la fonctionnalité écologique des milieux naturels, dans un contexte de forte pression urbain » et se caractérise par un niveau de connexion des milieux naturels très faible, lié à l'extension des espaces urbains. Il est quadrillé par des voies de communication fracturantes (rocade de Rennes, voies ferrées, etc.).

Le tracé étudié, est concerné par 3 corridors écologiques aquatiques et des routes fragmentantes.

A l'échelle du SCOT du Pays de Rennes, le tracé se situe dans un secteur principalement urbanisé. Il longe la Vilaine, identifiée comme une continuité naturelle à favoriser en espace urbain.

A l'échelle de la métropole, en plus des cours d'eau identifiés à l'échelle régionale, des enjeux de trame verte sont identifiés à l'échelle de la métropole : une grande diagonale verte Nord-Est/Sud-Ouest et 5 continuités écologiques et paysagères à assurer traversent ou longent le tracé.

Le projet **n'impacte aucune continuité écologique identifiée par la région, le SCOT ou la métropole**. Il s'implante principalement le long de routes et voiries existantes, avec quelques élargissements limitant les phénomènes de fragmentation.

Seuls 60 mètres linéaires correspondent à la création d'une nouvelle voirie, entraînant une fragmentation partielle des habitats entre la Maison Départementale des Sports et l'Avenue Charles et Raymonde Tillon.

Par ailleurs, bien que le projet implique l'abattage de 71 arbres d'alignement, il en prévoit la replantation de 187, soit 2,5 fois plus, contribuant ainsi à l'amélioration des continuités écologiques dans ce secteur urbain.

Nous considérons alors que le projet n'aura pas un impact significatif sur les continuités écologiques.

1.4.2.4 ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LE RÉSEAU NATURA2000

L'évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000 est présentée au chapitre 4 « Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 ».

Les incidences du projet sur le site Natura 2000 « Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève » sont considérées comme non significatives.

1.4.2.5 SYNTHÈSE DES IMPACTS BRUTS DU PROJET

1.4.2.5.1 Impacts directs et indirects

En ce qui concerne les habitats et la flore associée, les impacts bruts sont évalués comme « faibles » pour l'ensemble des habitats en raison du contexte urbain du secteur et de la quasi-absence d'impacts sur les habitats présentant le plus d'enjeux (fourrés/bosquets/haies, mares/bassins/cours d'eau).

Concernant la faune, les impacts sont évalués à « moyens » pour l'ensemble des cortèges de l'avifaune en raison :

- Du risque de destruction d'individus pour l'avifaune de milieu ouvert (création de parking au sud-est) et pour l'avifaune de milieux arborés et boisés (abattage d'arbres) ;
- Du risque de perturbation d'espèces pour l'ensemble des cortèges ;
- De la destruction/altération des habitats pour l'ensemble des cortèges à l'exception de l'avifaune de milieu humide.

Ils sont « forts » pour les chiroptères en raison du risque de destruction d'individus lors de l'abattage d'arbres à cavités et de la destruction de bâtiment.

Les impacts sont « moyens » pour les mammifères car en l'absence de mesures, le projet risque de détruire des individus, altèrera des habitats et perturbera des espèces.

Enfin, ils sont considérés comme « faibles » pour l'entomofaune, les reptiles et les amphibiens en raison de la faible surface d'habitats impactés pour ces espèces.

Le projet a des impacts « forts » pour les chiroptères, « moyens » pour l'avifaune et les mammifères terrestres et « faibles » pour les habitats et les autres groupes.

1.4.2.5.2 Autres impacts bruts

1.4.2.5.2.1 Zones humides

Au sein de la zone d'étude, les critères de détermination floristique et pédologique ont mis en évidence 3 400 m² de zone humide au sein de la zone d'étude.

> **Dans le cadre du présent projet, en l'absence de mesures, les travaux impacteront directement 20 m² de zones humides et 3 000 m² de façon indirecte.**

1.4.2.5.2.2 Induit, cumulé, continuités écologiques

De manière générale, le présent projet n'aura aucun impact induit, cumulé ou sur les continuités écologiques.

Ces impacts sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Synthèse des impacts bruts du projet sur la flore, la faune et les habitats (1/2)

Espèces / Groupe d'espèces	Impacts bruts			
Nom	**Nature**	**Effets associés**	**Type et durée de l'impact**	**Niveau d'impact**
Impacts directs et indirects sur les groupes et espèces				
Habitats et espèces floristiques associées				
Zone résidentielle	Destruction / altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols Modifications des composantes environnantes Plantations	Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
Zone industrielle et commerciale				**Nul**
Pelouse urbaine				**Faible**
Parcs urbains et aménagements récréatifs				
Alignement d'arbres				
Surface artificialisée				
Espaces ornementaux (haie, massifs)				
Terrain vague				
Prairie de fauche mésophile				
Friche herbacée				
Ourlet nitrophile				
Fourré arbustif				
Fourré à Saule cendré	Altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols Modifications des composantes environnantes	Indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
Bosquet				
Mare à Typha				**Nul**
Bassin à Phragmitaie				**Faible**
Cours d'eau				
Haie				
Monoculture				
Avifaune				
Avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts : Tourterelle des bois, Linotte mélodieuse et Serin cini etc	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Avifaune des milieux arborés et boisés : Verdier d'Europe et Chardonneret élégant etc	Destruction d'individus		Direct / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Avifaune des milieux bâtis : Martinet noir et Moineau domestique etc	Destruction d'individus		Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Avifaune des milieux humides : Martin-pêcheur d'Europe et Bouscarle de cetti etc	Destruction d'individus		Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Avifaune nicheuse de proxmité et de passage : Corbeau freux, Goéland argenté, Goéland brun etc	Destruction d'individus		Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Moyen**

Tableau 16 : Synthèse des impacts bruts du projet sur la flore, la faune et les habitats (2/2)

Espèces / Groupe d'espèces	Impacts bruts			
Nom	**Nature**	**Effets associés**	**Type et durée de l'impact**	**Niveau d'impact**
Impacts directs et indirects sur les groupes et espèces				
Avifaune				
Avifaune nicheuse de proxmité et de passage : Corbeau freux, Goéland argenté, Goéland brun etc	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Avifaune en période internuptiale : Martin-pêcheur d'Europe et Fuligule morillon etc	Destruction d'individus		Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Perturbation des espèces			**Faible**
Herpetofaune				
Amphibiens	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Faible**
Reptiles	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Faible**
Entomofaune				
Entomofaune	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**
	Perturbation des espèces			**Faible**
Mammifères				
Mammifères terrestres (hors chiroptères) : Lapin de garenne etc	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Chiroptères : Noctule commune, Grand Rhinolophe, Barbastelle d'Europe, etc.	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Fort**
	Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**
	Perturbation des espèces			**Moyen**
Impacts induits et cumulés				
Impacts induits	Aucun impact significatif			
Impacts cumulés	Aucun impact significatif			
Autres impacts/incidences				
SRCE	Impacts globaux	Direct, temporaire et permanent	SRCE à l'échelle locale et régionale	**Négligeable**
Ensemble des zonages (hors Natura 2000)			Ensemble des zonages à proximité	**Négligeable**
Zonages Natura 2000			Ensemble des zonages à proximité	**Négligeable**
Zones humides			Ensemble des zones humides du site	**Négligeable**

1.4.3 MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION D'IMPACTS

Tableau 17 : Synthèse des mesures d'évitement et de réduction des impacts

Numéro de la mesure	Code THEMA	Type de mesure
Mesure d'évitement		
E1	E1.1b	Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités
E2	E2.1A, E2.2A	Balisage des zones à enjeux
Mesures de réduction		
R1	R3.1A	Respect du calendrier de sensibilité des espèces
R2	R3.1b	Limitation / adaptation de l'emprise travaux
R3	R2.1a	Adaptation des horaires de travaux
R4	R3.1a	Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier
R5	R2.1O	Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir
R6	R2.1K	Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune
R7	R2.1Q	Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale
R8	R2.2K	Plantations d'arbres et d'alignements
R9	R2.1f	Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

1.4.3.1 MESURES D'ÉVITEMENT

D'après la séquence « éviter, réduire, compenser », les impacts du projet doivent, en premier lieu, être évités. En effet, l'évitement est la seule solution permettant de s'assurer de la non-dégradation du milieu par le projet. L'évitement concerne avant tout les enjeux écologiques majeurs, tels que ceux relatifs à la biodiversité remarquable (espèces menacées, sites Natura 2000, réservoirs biologiques, cours d'eau en bon état de conservation, etc.), aux principales continuités écologiques (axes migratoires, continuités identifiées dans les SRCE, etc.).

1.4.3.1.1 Mesure E1 : E1.1c – Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités

E1.1c – Evitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités				
E	**R**	**C**	**A**	E1 : Evitement amont
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	
Objectif de la mesure				
Limiter les impacts sur les secteurs à enjeu.				
Descriptif plus complet				
Dans une démarche visant à minimiser l'impact du projet, l'implantation de certains aménagements a été revue afin d'éviter les zones humides, les espèces floristiques patrimoniales et les arbres à cavités. Concernant les zones humides, au sein de la zone d'étude, **0,343 hectares de zone humide ont été identifiés** (dans 3 secteurs). Le parking localisé à l'extrémité Est de la ligne de Trambus T2 a été retravaillé pour éviter la destruction et l'altération des habitats de zone humide présents. De même pour la seconde zone humide, le tracé a été retravaillé. **Par ailleurs, deux stations de Polypogon maritime**, une espèce floristique patrimoniale, ont été identifiées au nord de la rue de Lorient, dans la zone d'activité Ouest. Le projet a été ajusté pour les éviter. Enfin, sur les **137 arbres à cavités recensés dans la zone d'étude, 132 sont préservés**, réduisant ainsi l'impact potentiel sur les espèces protégées.				
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance				

E1.1c – Evitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités
Cette mesure sera complétée par les mesures E2 : E2.1a, E2.2a - Balisage des zones à enjeux, R2 : R3.1b – Limitation / adaptation de l'emprise travaux.
Modalités de suivi
En phase de conception, l'implantation du projet est validée par un écologue pour confirmer l'évitement des habitats et de la flore à enjeux. En phase travaux, l'implantation du balisage sera validée par un écologue. De plus, un suivi environnemental du chantier permettra de vérifier qu'aucun aménagement ne sera mis en place sur les zones évitées.
Evitement d'impact associé
L'évitement des secteurs de zone humide et de la flore patrimoniale permet d'éviter la destruction d'habitats à enjeux.
Coût de la mesure
Intégré à la conception du projet.
Localisation
La localisation des **zones humides et des espèces patrimoniales à éviter est présentée** en pages suivantes. **L'atlas cartographique** présente les arbres à cavités évités et impactés.

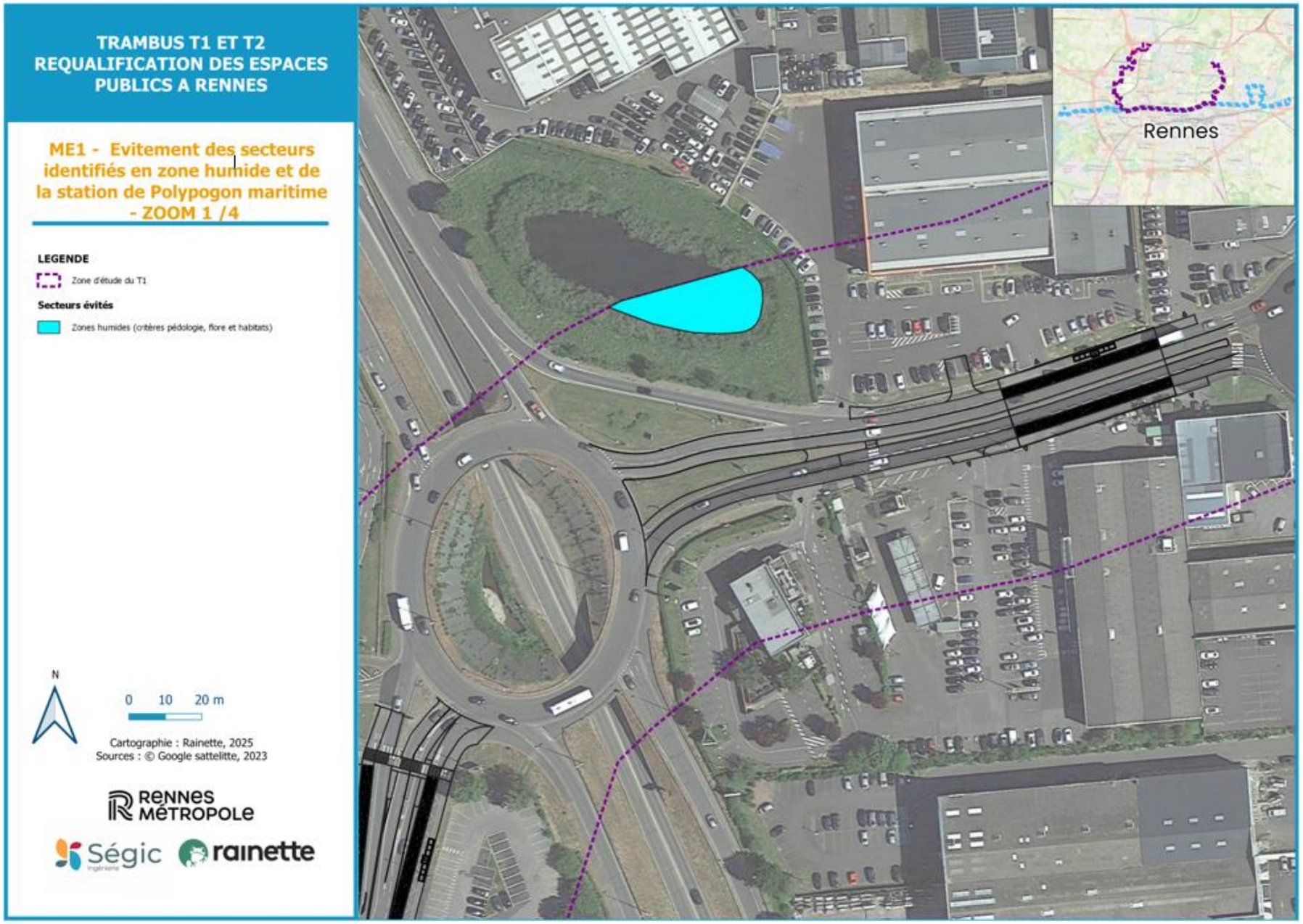


Figure 59 : ME1 – zoom 1/4

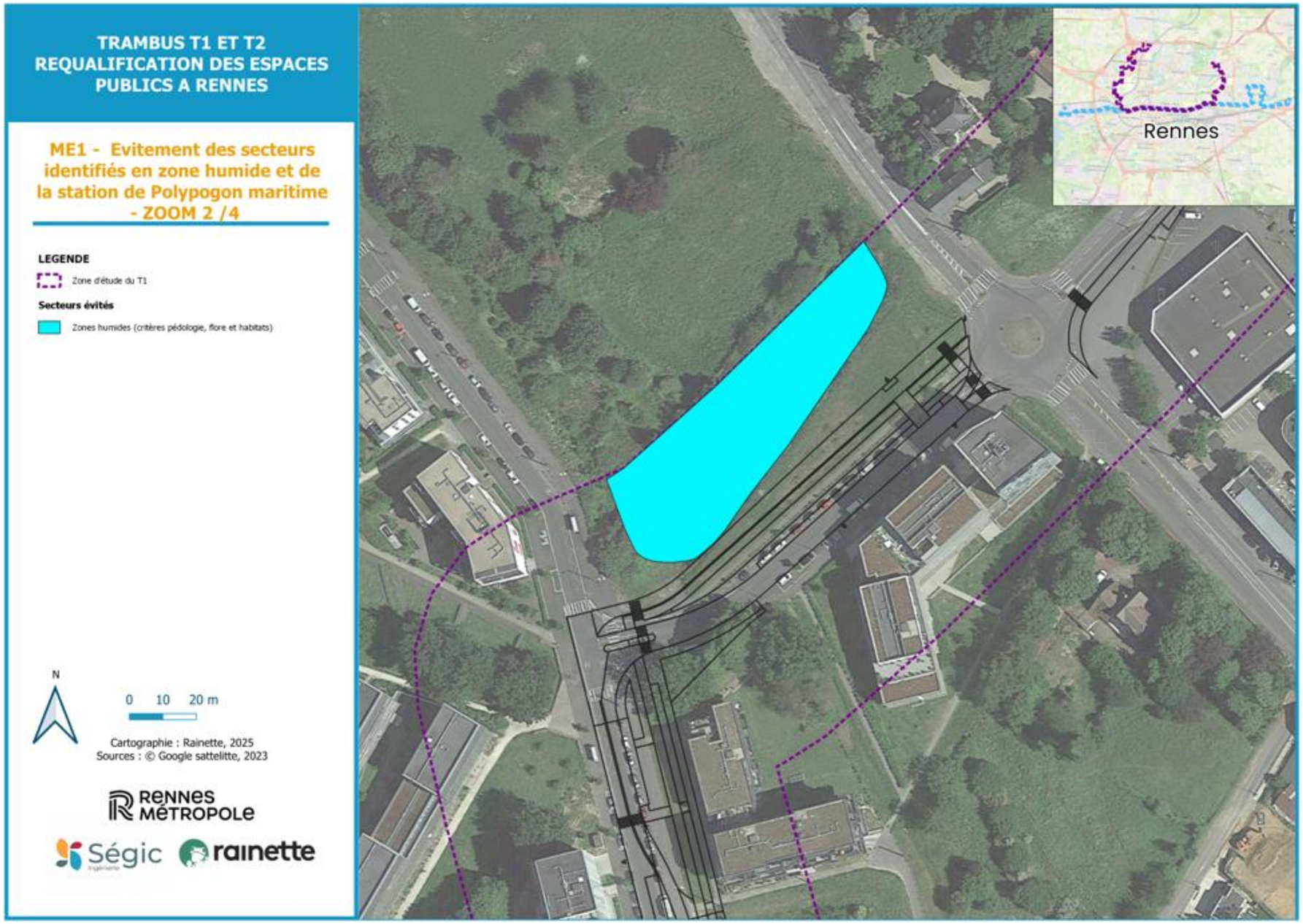


Figure 60 : ME1 – zoom 2/4

Figure 61 : ME1 – zoom 3/4

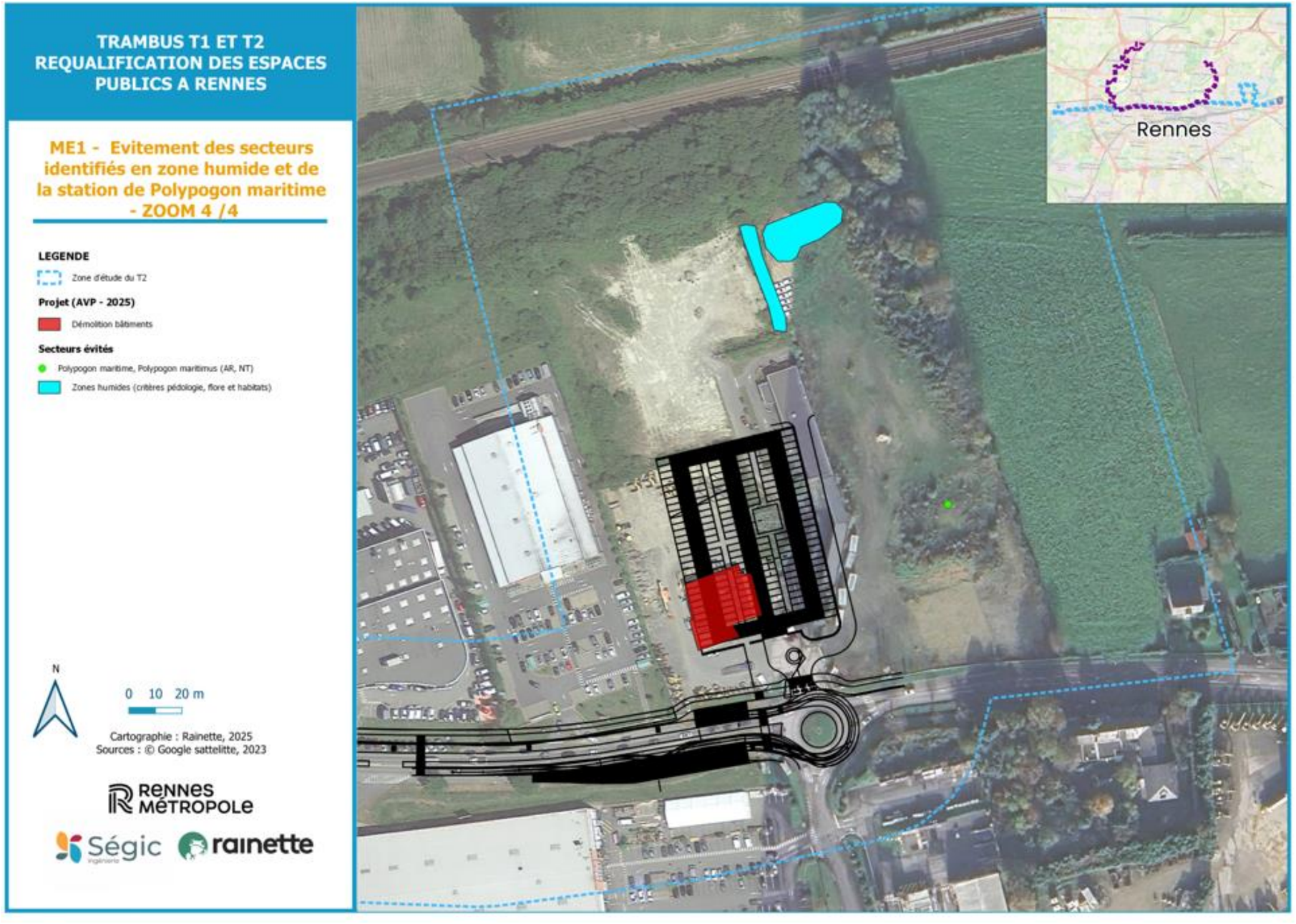


Figure 62 : ME1 – zoom 4/4

1.4.3.1.2 Mesure E2 : E2.1a, E2.2a - Balisage des zones à enjeux

E2.1a, E2.2a – Balisage des zones à enjeux				
E	**R**	**C**	**A**	E2.1 : Évitement géographique en phase travaux E2.2 : Évitement géographique en phase exploitation / fonctionnement

Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**

Objectif de la mesure

Éviter la destruction des zones à enjeux en phase travaux et en phase d'exploitation.

Descriptif plus complet

En phase travaux, un balisage sera mis en place au niveau zones à éviter afin qu'elles soient exclues de la zone de travaux. Cela concerne :

- Les **zones humides identifiées évitées ;**
- Les **stations de flore à enjeux** ;
- Les **arbres à cavités évités ;**
- **Les secteurs ou des dégagements d'emprises sont prévus sur des zones à enjeu moyen à assez forts.**

Le balisage devra être effectif dès le début du chantier de ces secteurs afin de guider les travaux lors des premières étapes de dégagements d'emprise.

Le **balisage des zones humides, des secteurs d'aménagement à enjeu et des stations de Polypogon maritime** consistera en la mise en place de **clôtures type « Ursus »,** pouvant être renforcées par la mise en place de filets orange afin d'en augmenter la visibilité autour des emprises travaux. Concernant les **arbres à cavités, des clôtures type « Ursus » pourront être disposées autour des arbres évités**, en respectant une **distance d'éloignement d'un mètre** afin de rester accessibles à la faune et de présenter une zone de recul/d'envol et d'atterrissage requise pour les espèces cavernicoles (chiroptères, avifaune, écureuil).

Photo 1 : Exemple de balisage temporaire en phase chantier et de balisage pérenne en phase d'exploitation (Rainette)

E2.1a, E2.2a – Balisage des zones à enjeux
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance
Le balisage en phase chantier devra être surveillé régulièrement et réparé si nécessaire. Le chef de chantier et le responsable de site informeront les opérateurs de ces zones évitées et du balisage à respecter. Cette mesure sera complétée par la mesure R2 : R3.1b – Limitation / adaptation de l'emprise travaux.
Modalités de suivi
En phase chantier, le type de balisage mis en place sera validé par un écologue préalablement au démarrage des travaux. Un suivi régulier en phase travaux sera réalisé pour vérifier le maintien du balisage. En phase d'exploitation, un suivi écologique du site sera réalisé pour vérifier le maintien du balisage pérenne.
Évitement d'impact associé
Le balisage des zones à enjeux permet d'éviter la destruction d'habitats à enjeux présent à proximité de la zone projet.
Coût de la mesure
Le coût des clôtures Ursus est d'environ 110 € TTC pour 100 m. Le coût de la vérification du balisage par un écologue est inclus dans le suivi de chantier.
Localisation
Les cartes précédentes et les cartes de la mesure MR1 présentent les secteurs à baliser.

1.4.3.2 MESURES DE RÉDUCTION

Au sein de la séquence « éviter, réduire, compenser », **la réduction intervient dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs du projet sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités**. Ces impacts doivent alors être suffisamment réduits pour ne plus constituer que des impacts négatifs résiduels les plus faibles possible.

1.4.3.2.1 Mesure R1 : R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces

R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces				
E	**R**	**C**	**A**	R3.1 : Réduction temporelle en phase travaux

Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**

Objectif de la mesure

Réduire les impacts de destruction d'individus et de perturbation d'espèces lors de la phase de travaux (terrassements et déconstructions).

Descriptif plus complet

Il est important de prendre en compte les cycles de vie de la faune présente sur le site pour adapter le calendrier de ces travaux Ainsi, à partir des caractéristiques biologiques pour l'ensemble de la faune observée sur le site, la période optimale pour la réalisation des travaux de décapage des terrains et de suppression de la végétation sont mises en évidence et doivent être respectées.

Les principaux enjeux du projet concernent **l'avifaune et les chiroptères** en raison des projets d'abattage d'arbres et de démolition des bâtiments.

Concernant **l'avifaune,** les périodes de reproduction (parades nuptiales, nidification…) et de maturité des juvéniles doivent au maximum être évitées. C'est en effet à cette période que les individus sont les moins mobiles et donc les plus vulnérables. Ainsi, pour limiter les impacts du chantier sur ce groupe, nous recommandons que les opérations de préparation du chantier (dégagements d'emprises et déconstructions / rénovations de bâtiments) soient réalisées **en dehors de cette période de sensibilité s'étendant de mi-février à mi-septembre.** Les opérations de rénovation des façades et des toits doivent également avoir lieu en dehors de ces périodes.

Concernant les **chiroptères**, les périodes de sensibilité sont différentes en fonction de l'utilisation du site (zone de chasse, gîte hivernal, gîte estival) et des espèces concernées. Les espèces sont présentes principalement pour la chasse et le transit au sein de la zone. Des potentialités de gîtes existent dans les boisements situés en périphérie de la zone de projet ainsi que dans les façades des bâtiments, les périodes d'utilisation des gîtes sont entre les mois de juin et juillet et entre octobre et mars. En phase de préparation de chantier (travaux de déboisement), nous recommandons d'éviter la période de sensibilité chez les chiroptères susceptibles d'être

R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces

en hivernation dans les cavités arboricoles. La période susceptible d'être **la moins impactante pour les travaux de déboisement est de fin août à octobre**. Concernant les cavités anthropiques, **les périodes de déconstruction les plus propices se situent aux mois de septembre et octobre** si des individus sont effectivement présents.

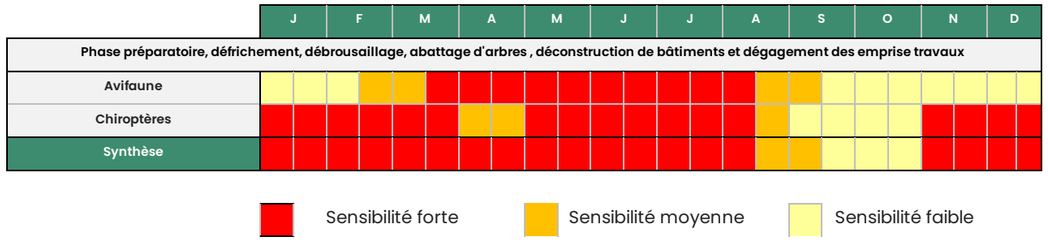
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance

Le calendrier de travaux permet de réduire les impacts des travaux uniquement si la mesure R3 : R3.1b – Adaptation des horaires de travaux est également mise en place. Cette mesure est également couplée à la mesure R5 : R2.1o – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments a démolir

Modalités de suivi

En phase chantier, un écologue validera le planning des travaux préalablement au démarrage. Une vérification de la bonne mise en œuvre du planning sera également réalisée.

Planning des sensibilités



Le linéaire du TRAMBUS mesure plus de 20 km et certains secteurs d'aménagement ne présentent pas d'enjeu. Afin de limiter les impacts sur la faune, et que le projet reste réalisable, les préconisations sont les suivantes :

- **Les travaux de déconstruction de bâtiments doivent démarrer entre la mi-septembre et novembre ;**
- **Les abattages d'arbres doivent être réalisés entre la mi-septembre et le novembre ;**
- **A l'exception des abattages d'arbres, absence de temporalité de travaux lorsqu'ils se maintiennent sur des secteurs sans enjeu ou à enjeu faible ;**
- **Les travaux nécessitant des dégagements d'emprises sur des secteurs à enjeux moyen à très-fort devrons avoir lieu entre mi-septembre et novembre**

Les mesures de déconstruction et d'abattage d'arbres doivent respecter les protocoles de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir et R5.

Réduction d'impact associé

R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces
Le respect du calendrier de sensibilité des espèces permet de réduire les impacts de destruction d'individus et de perturbation des espèces.
Coût de la mesure
Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Localisation
L'atlas cartographique présente les secteurs pour lesquels un calendrier de travaux est à respecter.

1.4.3.2.2 Mesure R2 : R1.1a – Limitation / adaptation de l'emprise travaux

R1.1a – Limitation / adaptation de l'emprise travaux						
E	**R**	**C**	**A**	R1.1 : Réduction géographique en phase travaux		
Thématique environnementale		**Milieux naturels**		**Paysage**		**Air/Bruit**
Objectif de la mesure						
Réduire les impacts de destruction d'habitat et d'individus en phase de travaux.						
Descriptif plus complet						
Les emprises du chantier devront se limiter aux emprises concernées par le projet. Elles seront précisément délimitées, au moyen de dispositifs suffisamment solides, visibles et durables pour garantir leur efficacité pendant toute la durée du chantier (rubalise à proscrire, préférer l'utilisation de grilles HERAS par exemple). L'utilisation systématique des pistes de chantiers et voiries existantes sont recommandées, même si celles-ci constituent un détour. Les plates-formes techniques, pistes d'accès, installations provisoires de bases-vies, zones de stockage et de dépôt de matériaux, zones de stockage des engins de chantiers, parkings sont compris dans les emprises des travaux.						
 Photo 2 : Exemple de dispositif de balisage (source : Internet)						
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance						
Cette mesure est complétée par la mesure E2 : E 2.1A, E2.2A - Balisage des zones à enjeux.						
Modalités de suivi						
Si un écologue est missionné sur la phase chantier, il vérifiera la bonne installation des dispositifs. Cette vérification est d'autant plus importante si ces dispositifs permettent de mettre en défens des éléments arborés ou des zones d'enjeux.						

R1.1a – Limitation / adaptation de l'emprise travaux
Réduction d'impact associé
La limitation des emprises des travaux permet de réduire les impacts de destruction d'habitas et d'individus.
Coût de la mesure
Le coût des barrières HERAS est plus élevé (entre 100-200 € l'unité) qu'un grillage de signalisation (environ 40€ pour 50m), mais plus résistant dans le temps et moins polluant (risque de dispersion de morceaux de grillage en plastique avec le modèle orange). Le coût de la vérification du balisage par un écologue est inclus dans le suivi de chantier.
Localisation
/

1.4.3.2.3 Mesure R3 : R3.1b – Adaptation des horaires de travaux

R3.1b – Adaptation des horaires de travaux				
E	**R**	**C**	**A**	R3.1 : Réduction temporelle en phase travaux

Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**

Objectif de la mesure
Réduire les impacts de perturbation d'espèces.
Descriptif plus complet
La prise en compte des cycles de vie dans le phasage des travaux est essentielle pour diminuer les impacts sur la faune et la flore. Les horaires des travaux constituent également des points importants, les travaux de nuit pouvant être très impactantes pour les animaux aux mœurs nocturnes, comme les mammifères, chiroptères ou les amphibiens. Dans le cadre du présent projet, la réalisation des dégagements d'emprises en-dehors des périodes de sensibilité liées aux différents groupes permet de limiter les destructions d'individus en phase travaux. Néanmoins, nous recommandons de réaliser les travaux en journée, uniquement afin de limiter les perturbations sur la faune nocturne.
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance
Cette mesure pourra être complétée par la mesure R1 : R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces.
Modalités de suivi
Ces recommandations concernant les amplitudes horaires seront communiquées à chaque délégué de chantier.
Réduction d'impact associé
L'adaptation des horaires de travaux permet de réduire les impacts de perturbation des individus.
Coût estimatif associé
Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Localisation
/

1.4.3.2.4 Mesure R4 : R2.1a – Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier

R2.1a – Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier				
E	**R**	**C**	**A**	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	
Objectif de la mesure				
Réduire les impacts de destruction d'habitat et d'individus et la perturbation des espèces en phase de travaux.				
Descriptif plus complet				
Afin de limiter les risques de collision routière avec la faune, ainsi que pour limiter les perturbations sonores et vibratoires, il est impératif que la vitesse de circulation sur la zone des travaux (hors voirie préexistante) n'excède pas 20km/h. Cette limitation de vitesse pourra être cadrée par l'installation de panneaux de signalisation au niveau des accès empruntés par les engins de chantiers.				
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance				
Cette mesure pourra compléter les mesures E2 : E2.1.A/E2.2.A - Balisage des zones à enjeux et R2 : R1.1a – Limitation / adaptation des emprises travaux.				
Modalités de suivi				
Ces recommandations concernant les modalités de circulation seront communiquées à chaque délégué de chantier. Des signalétiques temporaires pourront également être installées si cela est jugé nécessaire.				
Réduction d'impact associé				
L'adaptation des modalités de circulation des engins permet de réduire les impacts de destruction d'habitats, d'individus et de perturbation des espèces.				
Coût estimatif associé				
Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.				
Localisation				
/				

1.4.3.2.5 Mesure R5 : R2.1o – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir

R2.1O – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir				
E	**R**	**C**	**A**	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	
Objectif de la mesure				
Réduire les impacts liés à l'abattage d'arbre sur les sites.				
Descriptif plus complet				

Le projet nécessitera la déconstruction de **4 bâtiments et l'abattage de 5 arbres** qui présentent des **cavités potentielles** (parmi les 71 arbres abattus).

Notons que l'intérieur des bâtiments n'a, à ce stade, pas été prospectée et qu'un des bâtiments était **potentiellement utilisé pour la reproduction des moineaux domestiques** (cf. cartographie suivante).

Des protocoles sont à mettre en place avant la déconstruction et l'abattage d'arbres.

Photo 3 : Bâtiment à démolir potentiellement utilisé pour la reproduction des Moineaux domestiques (©Rainette, 2024)

Protocole avant déconstruction

Avant la déconstruction des bâtiments (démarrage entre mi-septembre et fin octobre), nous préconisons une prospection de l'intérieur des bâtiments en période hivernale par un écologue.

Celui-ci cherchera des individus ainsi que d'éventuelles traces de présences (guanos, plumes, nids, etc.) des espèces.

En fonction de la présence/absence d'espèces protégées, un dossier de dérogation à l'atteint d'espèces protégées pourra être établi, il est donc préconisé de réaliser cette opération bien en amont. Notons qu'un

R2.1O – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir

dossier de dérogation sera à prévoir pour la déconstruction du bâtiment utilisé pour la reproduction de Moineaux domestiques.

Par la suite, en **amont des travaux**, une **vérification préalable devra être réalisée**. Plusieurs cas de figures sont possibles :

- Si le gîte a pu être contrôlé dans son ensemble et en l'absence d'individu, le gîte pourra être condamné directement ;
- Si le gîte a pu être contrôlé dans son ensemble mais qu'un individu est présent, un système anti-retour devra être installé. En cas d'absence du ou des individus les jours suivants, le gîte pourra être condamné définitivement ;
- Si le gîte n'a pu être contrôlé dans son entièreté, un système anti-retour devra être installé et démonté lors des travaux.

Les actions préconisées pour limiter l'installation d'espèces protégées sont les suivantes :

- Calfeutrer les accès identifiés avec des planches de bois ou des blocs agglomérés béton ;
- Comblement des interstices, fissures et vitres ou portes, mise en place de trappes anti-retours au niveau des accès et interstices aux toitures et combles. Si le nombre d'interstices d'accès est conséquent, les trappes anti-retours pourront être disposées sur les accès prioritaires et les autres accès ou accès secondaires seront alors comblé à l'aide de matériaux type « mousse expansive » ;
- Mise en place de bâches de géotextiles au niveau des grandes ouvertures. Ces bâches, lises et colorées, permettront d'éviter les risques de collisions et le piégeage accidentel des espèces sur ces dispositifs.

Ensuite, dans la semaine précédant la déconstruction, le **passage d'un écologue sera à réaliser**. Ce dernier **passage de contrôle** permettra de limiter les risques de destruction d'individus protégés qui aurait pu coloniser un bâti entre les passages d'inventaires, de suivi le cas échéant, et la phase de déconstruction (**démarrage entre mi-septembre et fin octobre**).

Protocole avant abattage d'arbres

Même si l'adaptation du calendrier de travaux permet d'éviter la destruction de gîtes aux périodes les plus sensibles, la présence d'un **chiroptérologue** est indispensable lors de l'abattage des arbres pour vérifier l'absence d'individus dans ces derniers et prendre d'éventuelles **mesures d'urgence** pour sauver les animaux.

Afin de réduire le risque de destruction de chiroptères dans leur gîte arboricole lors des opérations de défrichement et d'abattage d'arbres, un contrôle par un écologue en amont et durant ces opérations est nécessaire.

Ce contrôle consistera **contrôler de façons exhaustive** les cavités des arbres à abattre afin de détecter la présence/absence de chiroptères à l'aide notamment d'un **endoscope**. Tout autre moyen utile sera employé.

En fonction de la présence/absence d'espèces protégées, un dossier de dérogation pourra être établi, il est donc préconisé de réaliser cette opération bien en amont.

R2.1O – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir

Dans un second temps, en amont des travaux, **les arbres à cavités à abattre seront marqués** à la bombe de chantier. Le marquage suivra le marquage conventionnel à savoir un triangle inversé chamois. Les arbres non marqués pourront être abattus.

Ensuite, **lors des opérations d'abattage, un second contrôle des cavités sera à réaliser à l'endoscope.**

Si **aucune des cavités n'est occupée, le chantier pourra démarrer dans la journée du lendemain (démarrage entre mi-septembre et fin octobre).**

Si **la présence d'un ou plusieurs individus est détectées,** l'arbre ne devra **pas être abattus dans l'immédiat.** Il s'agira attendre que l'individu sorte de lui-même la nuit puis contrôler et **boucher la cavité et d'abattre l'arbre** le lendemain. **En fonction des espèces identifiées, un dossier de dérogation à l'atteinte des espèces protégées peut s'avérer nécessaire. Cela pourrait avoir un impact sur le calendrier d'abattage d'arbre.**

Enfin, si certaines cavités ne peuvent être contrôlées (selon la profondeur et taille), le **principe de précaution sera appliqué puisque certaines chauves-souris se gîtent** très profondément dans les cavités.

La partie concernée par la cavité devra être coupée délicatement (éviter une chute) et déposée délicatement au sol pendant 48h puis déplacée en dehors des emprises chantier.

La figure page suivante décrit les étapes spécifiques à l'abattage d'arbre à cavité.

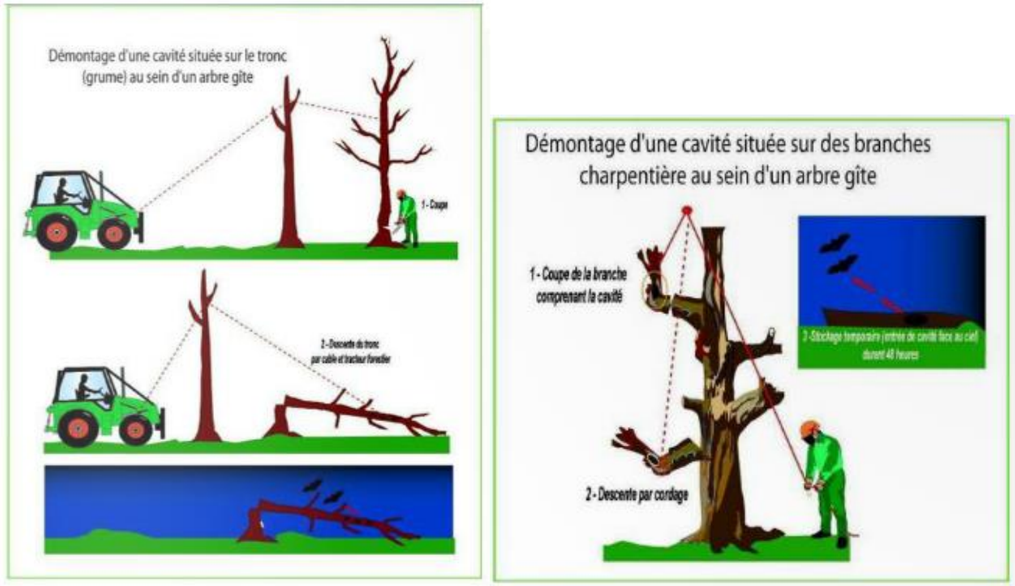


Figure 63C : Précautions lors de l'abattage d'arbres potentiellement favorables aux chiroptères (source : SFEPM)

R2.1O – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir
Le maître d'ouvrage s'engage à interrompre momentanément le chantier en cas de découverte d'individus, le temps de mettre en œuvre des procédures d'exclusion adaptées. Ces procédures devront être mises en œuvre dans les plus brefs délais pour limiter les perturbations sur les individus (quelques jours tout au plus).
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance
Les abattages d'arbre doivent respecter les préconisations précédemment énoncées, notamment la mesure R1 : R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces. En fonction des espèces qui pourraient occuper les cavités, un dossier de dérogation à l'atteinte d'espèces protégées pourrait être à réaliser. Cela pourrait avoir un impact sur le calendrier d'abattage d'arbre.
Modalités de suivi
/
Réduction d'impact associé
Cette mesure permet d'éviter d'impacter espèces gîtant dans les arbres.
Élément et coût
Le contrôle des arbres creux et le marquage des arbres en période hivernal est estimé à une journée de terrain et une demi-journée de rédaction d'un compte-rendu. A raison d'un coût journée de 680 € HT soit un total de 1020 € HT.
Localisation
La cartographie ci-dessous présente les arbres et bâtiments pour lesquels le protocole doit être appliqué.

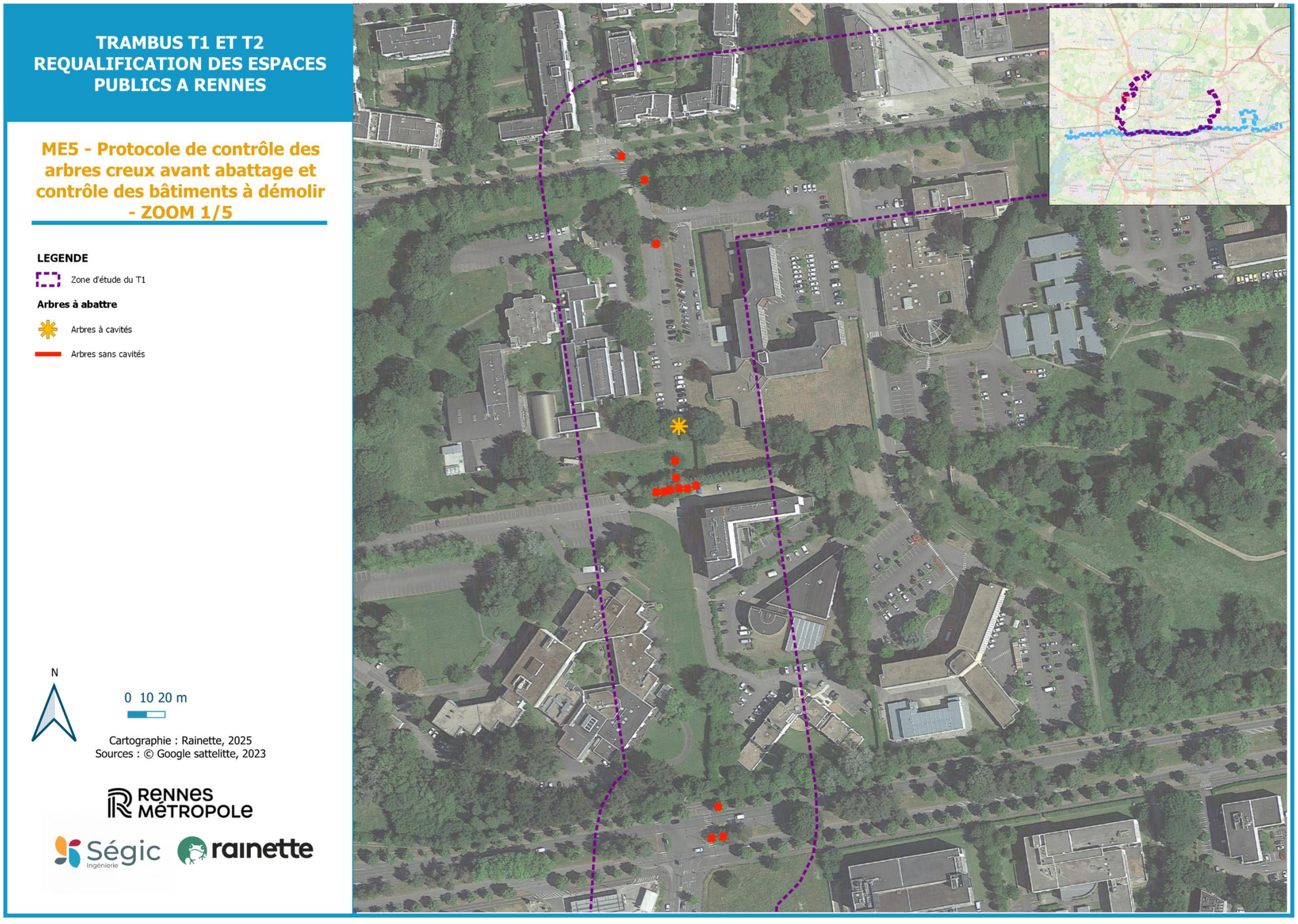


Figure 64 : MR5 – zoom 1/5

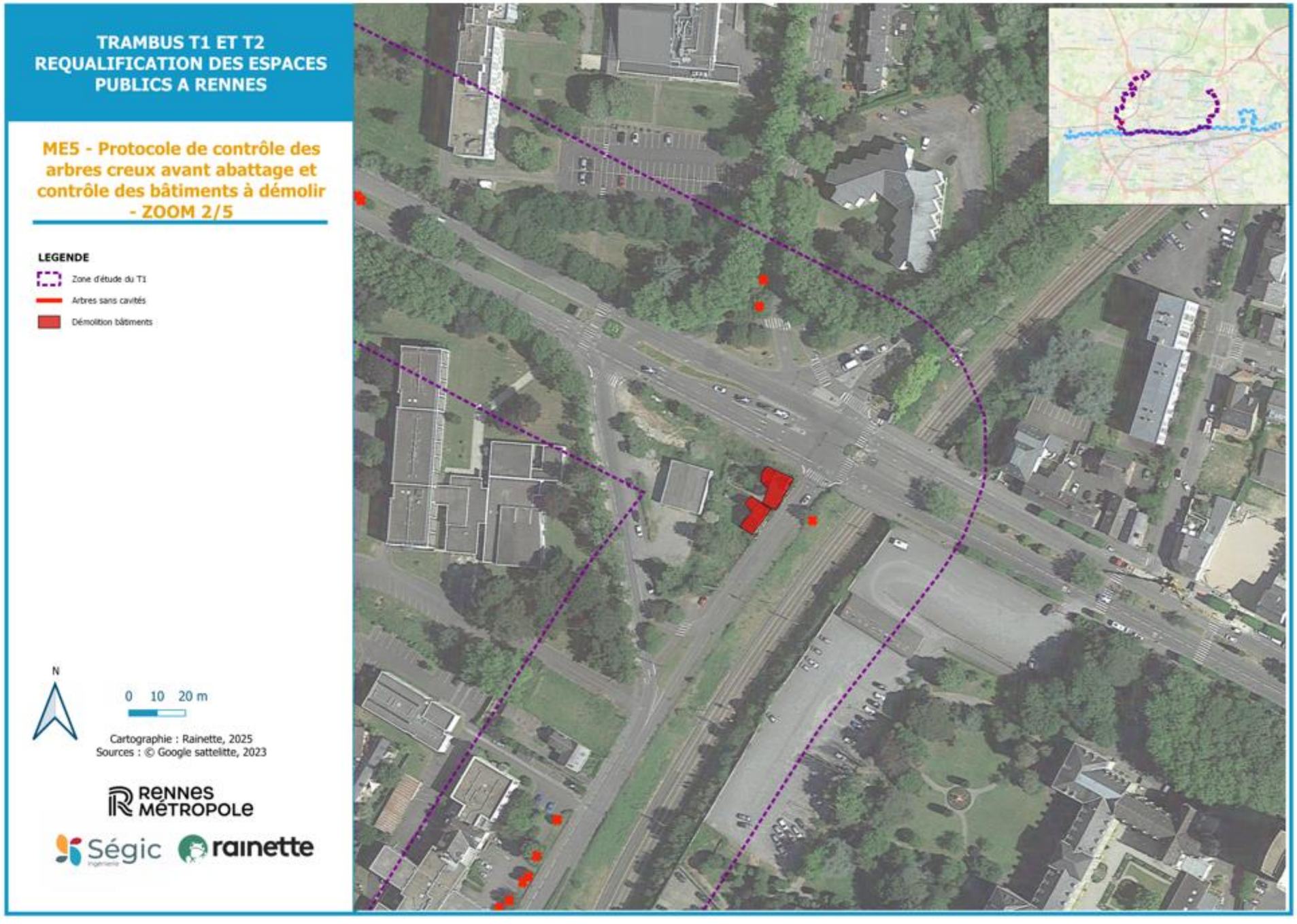


Figure 65 : MR5 – zoom 2/5

Figure 66 : MR5 – zoom 3/5

Figure 67 : MR5 – zoom 4/5

Figure 68 : MR5 – zoom 5/5

1.4.3.2.6 Mesure R6 : R2.1k – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune

R2.1k – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune				
E	**R**	**C**	**A**	R2.1 : Réduction technique en phase travaux

Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**

Objectif de la mesure

Réduire les impacts de la pollution lumineuse sur la faune et ainsi limiter la perturbation des espèces

Descriptif plus complet

<u>En phase travaux</u>

Bien que les horaires de travaux soient principalement diurnes et que les aménagements soient localisés dans un contexte urbain, il est possible qu'un éclairage soit nécessaire en hiver en matinée et en fin de journée. La pollution lumineuse, générée par l'éclairage nocturne, a des effets négatifs sur l'avifaune, les chiroptères et l'entomofaune notamment, allant jusqu'à jouer un rôle répulsif.

Il conviendra de limiter les zones éclairées au sein de la zone de travaux. Ainsi, l'éclairage pourra n'être qu'à but uniquement sécuritaire. Un éclairage limité, en début et en fin de journée, est autorisé pendant les saisons les plus sombres, celles-ci étant les périodes de sensibilités les moins élevées pour les espèces. De plus, certains principes seront appliqués afin de limiter la pollution lumineuse :

- L'éclairage de la zone de projet doit être coupé lorsque l'activité de travaux journalier cesse ;
- Toute diffusion de la lumière vers le ciel est à proscrire. Il est alors possible d'équiper les sources de lumières de systèmes permettant de réfléchir la lumière vers le bas ;
- Le choix des lampes est également important. En effet, les lampes à vapeur de mercure ou à iodure métalliques sont à proscrire. Des lampes peu polluantes comme par exemple des lampes au sodium basse pression seront choisies. Contrairement aux spectres bleus des lampes au mercure, la lumière jaune des lampes à sodium est sensiblement moins attractive pour les insectes et indirectement moins impactante pour la faune. A noter que ces lampes au sodium présentent moins d'inconvénients d'élimination et de recyclage en fin de vie.

En phase travaux, les équipements localisés spécifiquement aux points de passage, où la présence de personnel ne sera pas permanente, seront au besoin associés à un détecteur de présence. Cependant, il est recommandé de limiter l'installation de dispositifs lumineux à proximité des franges boisés de part et d'autre de la zone de projet.

<u>En phase exploitation</u>

R2.1k – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune
Rennes Métropole a adopté en septembre 2024 un schéma de cohérence d'aménagement lumière (SCAL) qui définit notamment des périodes d'extinction ainsi que l'utilisation de source lumineuse exclusivement LED avec une température de lumière respectant les espèces (température de couleur "ambrée" comprise entre 1800 et 2200 K). Pour information les horaires d'extinction définies sont : ▪ Minuit/5h-5h30 en métropole et 22-22h30/6h-6h30 dans les autres communes en semaine ; ▪ Minuit/5h30-6h en métropole et 22-23h/7h dans les autres communes en week-end. **Le projet respectera en tout point les recommandations du SCAL ainsi que les mesures prescrites par l'arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses.**
Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance
Il convient de prioriser les travaux diurnes. Notons que cette mesure pourra compléter la mesure R4 : R3.1a – Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier et la mesure R3 : R2.1a – Adaptation des horaires de travaux afin de limiter la perturbation d'espèces.
Modalités de suivi
Ces recommandations seront communiquées à chaque délégué de chantier, pour ce qui concerne la phase de chantier. Un écologue pourra également vérifier l'orientation des dispositifs lumineux.
Réduction d'impact associé
Les dispositifs de limitation des nuisances lumineuses envers la faune permettent de réduire les impacts de perturbation des espèces.
Coût estimatif associé
Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Localisation
/

1.4.3.2.7 Mesure R7 : R2.1q – Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale

R2.1q – Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu				
E	**R**	**C**	**A**	R2.1 : Réduction technique en phase travaux
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	

Objectif de la mesure

Réduire les impacts d'altération d'habitats engendré par la mise à nue temporaire des sols.

Descriptif plus complet

Afin d'éviter l'installation d'espèces pionnières sur les secteurs de terres mise à nus, **un semis en faible densité (2g/m²)** sera réalisé en **automne préférentiellement**, pour laisser place au développement de la flore spontanée.

Une attention particulière devra être portée à la composition du semis. En effet, ce dernier devra être exempt d'espèces protégées ou patrimoniales, être de provenance régionale (origine locale certifiée, par exemple avec la marque *Végétal Local*), et être constitué d'espèces indigènes adaptées aux conditions naturelles du milieu.

Les espèces utilisées ne devront pas être des espèces à croissance rapide et à forte concurrence avec la flore spontanée. Le semis sera préférentiellement constitué d'un faible nombre d'espèces.

Le choix des espèces pour la réalisation du semis respectera la liste type d'espèces herbacées recommandées pour la végétalisation des prairies ci-contre (d'après le CBNBl, 2011).

La liste complète des espèces qui seront plantées pourra être soumise à l'avis d'un écologue afin de vérifier l'absence d'espèces protégées, patrimoniales ou exotiques envahissantes.

Réduction d'impact associé

Cette mesure permet de limiter l'altération des habitats par la mise à nue temporaire des sols.

Coût de la mesure

Le coût de plants d'origine locale est estimé à 10% plus cher que des plants non locaux.

Localisation

L'ensemble des sols mis à nus sont concernés.

R2.1q – Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu

Tableau 18 : Liste des essences préconisées pour la création d'une prairie (d'après le CBNBl, 2011)

Prairie mésophile

Liste adaptée dans la grande majorité des cas de figure pour des terrains secs à légèrement humides et à particularités géologiques non ou faiblement exprimées (limons…). Pour des conditions géologiques particulières (craie, sable, etc.), cette liste sera remplacée par une des listes de la seconde catégorie (voir partie 4.3.2).

Prairie mésophile			
Monocotylédones			
Arrhenatherum elatius (L.) Beauv. ex J. et C. Presl subsp. *elatius*	Fromental élevé	S (L, NLP)	X
Bromus hordeaceus L. subsp. *hordeaceus*	Brome mou	S (L, NLP)	X
Dactylis glomerata L.	Dactyle aggloméré	S (L, NLP)	X
Festuca rubra L. subsp. *rubra*	Fétuque rouge	S (L, NLP)	X
Holcus lanatus L.	Houlque laineuse	S (L, NLP)	X
Lolium perenne L.	Ivraie vivace [Ray-grass commun]	S (L, NLP)	X
Lolium multiflorum Lam.	Ivraie multiflore [Ray-grass d'Italie]	C	X
Agrostis capillaris L.	Agrostide capillaire	S (L, NLP)	p
Alopecurus pratensis L.	Vulpin des prés	S (L, NLP)	p
Lolium ×boucheanum Kunth	Ivraie de Bouché	C	p
Phleum pratense L.	Fléole des prés	S (L, NLP)	p
Poa pratensis L. subsp. *pratensis*	Pâturin des prés	S (L, NLP)	p
Dicotylédones			
Achillea millefolium L.	Achillée millefeuille	S (L)	X
Daucus carota L. subsp. *carota*	Carotte commune	S (L)	X
Hypericum perforatum L.	Millepertuis perforé [Herbe à mille trous]	S (L)	X
Leucanthemum vulgare Lam. subsp. *ircutianum* (DC.)Tzvelev	Grande marguerite	S (L)	X
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé	S (L)	X
Prunella vulgaris L.	Brunelle commune	S (L)	X
Ranunculus acris L.	Renoncule âcre	S (L)	X
Galium mollugo L. subsp. *erectum* Syme var. *erectum*	Gaillet dressé [Caille-lait blanc]	S (L)	p
Hypochaeris radicata L.	Porcelle enracinée	S (L)	p
Myosotis arvensis (L.) Hill	Myosotis des champs	S (L)	p
Potentilla reptans L.	Potentille rampante [Quintefeuille]	S (L)	p
Ranunculus repens L.	Renoncule rampante [Pied-de-poule]	S (L)	p
Rumex acetosa L.	Patience oseille [Oseille sauvage]	S (L)	p
Tragopogon pratensis L. subsp. *pratensis*	Salsifis des prés	S (L)	p
Dicotylédones légumineuses			
Medicago lupulina L.	Luzerne lupuline [Minette ; Mignonnette]	S (L)	X
Trifolium pratense L.	Trèfle des prés	S (L)	X
Trifolium repens L.	Trèfle rampant [Trèfle blanc]	S (L)	X
Vicia sativa L. subsp. *segetalis* (Thuill.) Gaudin	Vesce des moissons	S (L)	p

1.4.3.2.8 Mesure R8 : R2.2k – Plantations d'arbres et d'alignements

R2.2k – Plantation diverses				
E	**R**	**C**	**A**	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation / livraison
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	

Objectif de la mesure

Réduire les impacts liés à l'abattage d'arbre sur les sites.

Descriptif plus complet

Les arbres sont des éléments essentiels à la vie humaine, pour divers services (qualité du paysage, ombrage etc) mais également aux espèces faunistiques, notamment quand ceux-ci forment des haies.

Le projet induira l'abattage de 71 arbres, considérés fragiles ou malades, ou d'arbres faisant obstacle à certains aménagements du projet.

Afin de réduire les impacts de ces abattages, le **porteur de projet replantera 187 arbres** dans les espaces publics (2,5 fois plus).

Période de plantation

Il est conseillé de procéder à la plantation d'arbres pendant l'**automne ou l'hiver.**

Méthode d'entretien

Les arbres doivent être gérées par « taille douce ». Cette méthode consiste à supprimer certaines parties de la plante afin de favoriser la feuillaison et la fructification. Le principe réside dans une taille régulière et moins sévère.

De plus, il est important d'exporter et de mettre en décharge les résidus de l'entretien, les résidus stockés au pied provoquant un enrichissement du sol et le développement d'espèces nitrophiles telles que les orties, les ronces, le sureau, etc. qui ont tendance à terme à étouffer la haie.

Pour les arbres et arbustes

Pour les espèces arbustives et arborescentes, une liste est fournie par le CBNBl dans son ouvrage « Guide des végétations forestières et préforestières de la région Nord-Pas-de-Calais » édité en 2011 et reprise dans un document de 2011 « Guide pour l'utilisation d'arbres et d'arbustes pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en région Nord-Pas-de-Calais ». Cette liste est adaptée au territoire de la Bretagne.

R2.2k – Plantation diverses

Il est important de souligner qu'au niveau de la liste du CBNBl, le Frêne commun (Fraxinus excelsior) est noté. Toutefois, sa plantation doit être proscrite actuellement en Picardie en raison du champignon Chalara fraxinea, ayant pour conséquence un affaiblissement voire une mortalité des arbres concernés depuis 2009.

Enfin, à souligner que l'Orme champêtre (Ulmus minor) est sensible à la graphiose ; il peut être librement planté mais il faut savoir que la maladie risque de les limiter à un port arbustif.

Tableau 19 : Liste des essences préconisées pour la plantation de ligneux (adaptation de la liste du CBNBl, 2011)

Liste des essences préconisées pour la plantation de ligneux (adaptation de la liste du CBNBl, 2011)		
Acer campestre L.	*Fraxinus excelsior L.*	*Ribes uva-crispa L.*
Betula pendula Roth.	*Hedera helix L.*	*Salix alba L.*
Betula pubescens Ehrh. var. pubescens	*Ilex aquifolium L.*	*Salix caprea L.*
Carpinus betulus L.	*Ligustrum vulgare L.*	*Sorbus aucuparia L.*
Clematis vitalba L.	*Lonicera periclymenum L.*	*Tilia cordata Mill.*
Cornus sanguinea L. subsp. Sanguinea	*Populus tremula L.*	*Viburnum lantana L.*
Corylus avellana L..	*Prunus avium (L.) L.*	*Viburnum opulus L.*
Crataegus laevigata (Poir.) DC.	*Prunus spinosa L.*	*Ulmus minor Mill.*
Euonymus europaeus L.	*Quercus petraea (Matt.) Liebl.*	
Fagus sylvatica L.	*Rhamnus cathartica L.*	

Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance

Les abattages d'arbre doivent respecter les préconisations précédemment énoncées, notamment la mesure R1 : R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces et la mesure R5 : R2.1o-Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir.

Les plantations sont complétées par les mesures A1 et A2 : R2.2L-Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet et installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet.

Modalités de suivi

/

Réduction d'impact associé

R2.2k – Plantation diverses
Cette mesure est principalement une mesure de précaution qui n'engendre pas de baisse des niveaux d'impacts mais vise à limiter la perte de patrimoine arboré.
Coût de la mesure
Taille de haies : environs 6.9€ / mètre tous les 3 ans.
Localisation
L'ensemble du linéaire de tramway T1 et T2, voir le bilan des arbres plantés/arbres à abattre dans l'Atlas cartographique.

1.4.3.2.9 Mesure R9 : R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes				
E	**R**	**C**	**A**	R2.1 : Réduction technique en phase travaux

Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**

Objectif de la mesure

Réduire les impacts d'altération d'habitats engendré par le développement des espèces exotiques envahissantes sur les secteurs qui seront remaniés.

Descriptif plus complet

Les **espèces exotiques envahissantes** (EEE) se caractérisent par une compétitivité élevée, une croissance rapide et une reproduction (sexuée ou végétative) importante, limitant fortement, voire empêchant, le développement d'autres espèces.

Ces plantes invasives affectionnent tout particulièrement les **sols nus et fréquemment remaniés** par les activités humaines, milieux qu'elles peuvent coloniser rapidement au détriment des espèces indigènes.

Par conséquent, l'export de terres contaminées vers d'autres sites devra être limité. Ces terres devront préférentiellement être utilisées pour l'aménagement des sites, et si possible recouvertes d'une terre non contaminée pour éviter la germination des graines de ces plantes.

De plus, étant donné la présence avérée de plusieurs espèces exotiques envahissantes (Buddléia de David, Laurier-cerise, Renouée du Japon, Robinier faux-acacia et Séneçon du Cap), quelques préconisations supplémentaires lors des travaux peuvent être prises pour limiter leur développement voire leur prolifération :

- Ne pas composter les déchets verts issus de ces espèces (en particulier les racines) et préférer une incinération,
- Ne pas gyrobroyer et projeter les débris sur la zone,
- Eviter le maintien de zones nues trop longtemps (et dans la mesure du possible).

Les recommandations suivantes ne sont à prendre en compte que sur les secteurs remaniés et/ou de circulation des engins de chantier.

Recommandations générales

Préalablement au chantier :

- Baliser l'ensemble des foyers de ces espèces, avec mise en place d'une signalisation particulière.

Pendant le chantier :

- Eliminer les foyers de ces espèces avec des méthodes adaptées à chacune d'entre elles (*Cf. Recommandations spécifiques ci-après)* ;
- Restreindre l'utilisation de terre végétale contaminée et interdire son utilisation en-dehors des limites du chantier ;
- Nettoyer tout matériel entrant en contact avec les espèces invasives (godets, griffes de pelleteuses, pneus, chenilles, outils manuels, bottes, chaussures, etc.) avant leur sortie du site et à la fin du chantier ;
- Minimiser la production de fragments de racines et des tiges d'EEE et n'en laisser aucun dans la nature (proscrire l'utilisation de gyrobroyeurs), ramasser l'ensemble des résidus et les mettre dans des sacs adaptés ;
- Mettre en place des mesures (bâches) pour éviter les pertes lors du transport ;

Les inventaires ont permis l'identification de **7 espèces exotiques envahissantes :**

- Le Laurier-palme (*Prunus laurocerasus*) à l'Ouest de la ligne T2 et au niveau du centre commercial à l'extrémité nord de la ligne T1 ;
- Le Laurier-sauce (*Laurus nobilis*) au niveau du centre commercial à l'extrémité nord de la ligne T1 ;
- Le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*) dans plusieurs secteurs, notamment au niveau du futur parking à l'Est et dans des secteurs récemment remaniés ;
- Le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) dans plusieurs secteurs ;
- L'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) dans plusieurs secteurs ;
- La Renouée du Japon (*Raynoutria japonica*) au niveau du passage de Strasbourg et du passage ferroviaire traversant la rue de Lorient et du boulevard Marbeuf ;
- La Jussie rampante (*Ludwiga peploides*) dans le parc Champagné.

Les recommandations spécifiques de chaque espèce sont décrites dans les paragraphes suivants :

Recommandations Spécifiques

Laurier palme

Dans le cas d'un usage ornemental de l'espèce, les pieds peuvent être conservés sur le site, en limitant son expansion par l'arrachage de jeunes individus. Il est toutefois préférable de procéder à un **arrachage mécanique des individus**, au moment de l'hiver, pour laisser place à des essences locales.

R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Photo 4 : Laurier-palme © Rainette

Laurier sauce

Sur les jeunes foyers et les arbustes de moins de 2 ans et de moins d'1m50 de haut : arracher ou dessoucher **1x/an** (mars à août) **pendant 2 ans** avec un maximum de racines car leur capacité de régénération à partir de fragments est élevée, contrôler en novembre de la même année et contrôler l'année qui suit la dernière intervention.

Pour les **jeunes arbustes**, il est aussi possible **d'abattre la 1ère année de l'intervention et de faucher des rejets 2x/an** (avril à septembre) au plus près du sol. Contrôler en octobre de la même année. A répéter 5 ans. Contrôler l'année qui suit la dernière intervention.

Concernant les arbres plus mâtures, comme pour tous les ligneux le cerclage peut être une solution. Il est important de cercler tous les troncs et individus du site et en même temps.

Séneçon du Cap

Sur les jeunes foyers, un arrachage manuel en période de floraison (avant fructification) est recommandé, suivi d'une surveillance et d'actions d'arrachage supplémentaire en cas de recolonisation. Sur les stations plus importantes, des fauches exportatrices répétées avant la fructification et durant plusieurs années permettent d'affaiblir la plante et de limiter sa dispersion.

Enfin, les résidus de coupe et d'arrachage devront ensuite être exportés rapidement puis incinérés.

Ainsi, nous recommandons de réaliser **un arrachage des individus avant les travaux puis un arrachage systématique des nouveaux individus.**

R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Photo 5 : Seneçon du Cap (Senecio inaequidens) © Rainette

Robinier faux-acacia et Erable sycomore

Les individus présents sur les emprises strictes du projet feront l'objet d'un **abattage puis d'un dessouchage**. Les foyers présents dans les franges boisés ne concernent pas directement le projet.

De plus, il est conseillé **d'arracher manuellement les semis et les jeunes individus** qui pourraient éventuellement apparaître sur les sols nus du chantier. L'arrachage manuel des jeunes individus doit se faire dès la germination, et avant la formation des graines se déroulant au courant de l'été.

Photo 6 : Robinier Faux-acacia © Rainette

R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Renouée du Japon

Plusieurs gestions sont possibles, il convient d'adopter l'une ou l'autre selon les moyens du gestionnaire :

- Par fauches répétées

L'éradication de cette espèce est souvent très difficile, mais il est possible de limiter son expansion. De manière optimale, il est nécessaire d'effectuer des **fauches répétées sur les populations, lorsque la plante atteint 60 cm de hauteur**, avec un appareil qui réalise une **coupe franche et nette,** car un broyage de la plante augmenterait le problème en dispersant une multitude de fragments.

Dans les zones nouvellement infestées, un arrachage manuel des jeunes plants isolés peut être efficace. Il est également nécessaire de ne laisser aucun résidu de la plante sur place, d'autres individus se développant rapidement par bouturage à partir de fragments en contact avec le sol. Il peut ensuite également être conseillé de replanter des espèces ligneuses locales pour faire de l'ombrage et de la concurrence à la Renouée.

- **Fauches fréquentes**, 6 à 8 fois par an, à pratiquer tous les 15 jours de mai à octobre.
- **Arrachage manuel** des jeunes plants isolés contre le développement de nouvelles stations durant les trois premières semaines de la saison végétative, avant que le rhizome ne s'implante trop fortement (avril/mai).

Ce type de gestion, par fauche, permet de limiter l'expansion de l'espèce, elle ne l'élimine que rarement.

- Par concassage et bâchage du sol

Lorsque de larges zones sont colonisées par la Renouée du Japon, et qu'un arrachage manuel n'est pas envisageable, il est recommandé de procéder au concassage des terres colonisées puis à leur bâchage.

Les terres colonisées sont enlevées par terrassements puis concassées (sur place ou sur un site dédié), ou passées dans un godet cribleur équipé de barres de broyages, afin de fragiliser les rhizomes. La profondeur de terres traitées est d'1m. La surface traitée est ensuite recouverte par une bâche plastique posée, pour un minimum de 18 mois, jusqu'à décomposition complète des rhizomes fragilisés.

Des arrachages manuels, suivis ou non de périodes de bâchage, doivent être envisagés sur les plus petits foyers.

Ce type de gestion est plus onéreux, mais permet d'éliminer les foyers de Renouée du Japon.

Sur les jeunes foyers

R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Photo 7 : Fourré à Renouée du Japon © Rainette

Jussie rampante

L'arrachage manuel est préconisé pour les petits foyers. Les produits d'arrachage doivent impérativement être **stockés en dehors des zones humides** ou susceptibles d'être soumises aux inondations. L'idéal est de répandre la plante sur une bâche en couche peu épaisse pour la faire sécher rapidement.

Ensuite, réaliser un **second passage 15 jours plus tard pour récolter les plantes** ou fragments de plantes encore présents. Répéter ces opérations dès la recolonisation par les jussies (deux à trois passages par an pourraient s'avérer nécessaires).

Sinon, un **arrachage mécanique peut être réalisé** (décapage de 40 cm au moins). L'intervention est à réaliser le plus tôt possible dans la période de croissance de la plante (dès mai juin suivant les régions).

Les zones envahies en milieu terrestre peuvent **être bâchées** (bâche noire et opaque) temporairement en période estivale et pendant **10 à 15 jours**. Un arrachage **manuel devra ensuite être réalisé**.

Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance

En complément de ces mesures de réduction pendant les travaux, il est proposé quelques moyens de lutte contre ces espèces lors de la livraison du site.

L'ensemble des mesures d'éradication des espèces exotiques envahissantes devront avoir lieu hors-période de sensibilités de la faune (Mesure R1 : R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces).

Enfin, peu importe l'espèce concernée, les résidus de coupe et d'arrachage devront être exportés puis incinérés.

Modalités de suivi

R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes
/
Réduction d'impact associé
Cette mesure est principalement une mesure de précaution qui n'engendre pas de baisse des niveaux d'impacts mais vise à limiter le développement des espèces exotiques envahissantes lors des travaux, voire à en stopper définitivement la prolifération. L'objectif est de pouvoir conserver ou recréer des habitats favorables aux espèces locales à l'issue du projet, et ne pas nuire aux écosystèmes voisins.
Coût de la mesure
Non évaluable dans l'immédiat (prix dépendant de la dynamique de colonisation/recolonisation du site avant/pendant et après travaux).
Localisation
Diverses stations d'espèces exotiques envahissantes se trouvent sur les emprises strictes du projet. Elles sont localisées dans l'atlas cartographique.

1.4.4 ÉVALUATION DES IMPACTS RÉSIDUELS DU PROJET

L'impact résiduel du projet est évalué après mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction décrites précédemment.

Ces mesures permettent de plus ou moins atténuer les impacts en fonction de leur nature.

Concernant la flore et la faune, la mise en place des mesures décrites ci-dessus permet de diminuer les impacts bruts pour toute la flore, les habitats, l'avifaune, l'herpétofaune, l'entomofaune, les mammifères et les zones humides : les impacts résiduels varient de « faibles » à « négligeables ».

Concernant les 4 bâtiments à déconstruire et les 5 arbres à cavités à abattre, notons, qu'en fonction des prospections à l'endoscope et de l'intérieur des bâtiments (cf. protocole de la mesure R5), il est possible qu'un dossier de demande de dérogation pour la destruction, l'altération, ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées soit nécessaire pour ces bâtiments/arbres.

Tableau 20 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur les habitats et la flore associée (1/2)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Impacts résiduels	
Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact
Habitats et espèces floristiques associées							
Zone résidentielle	Faible	Destruction / altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols Modifications des composantes environnantes Plantations	Direct et indirect / Temporaire et permanent	Faible	E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités E2 - Balisage des zones à enjeux R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R5 - Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale R8 - Plantations d'arbres et d'alignements R9 - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	Faible
Zone industrielle et commerciale	Faible				Faible	R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale R8 - Plantations d'arbres et d'alignements R9 - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	
Pelouse urbaine	Faible				Faible	E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités E2 - Balisage des zones à enjeux R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R5 - Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale R8 - Plantations d'arbres et d'alignements R9 - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	
Parcs urbains et aménagements récréatifs	Faible				Faible		
Alignement d'arbres	Faible				Faible	R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale R8 - Plantations d'arbres et d'alignements R9 - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	
Espaces ornementaux (haie, massifs)	Faible				Faible	E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités E2 - Balisage des zones à enjeux R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R5 - Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale R8 - Plantations d'arbres et d'alignements R9 - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	
Terrain vague	Faible				Faible		

Tableau 21 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur les habitats et la flore associée (2/2)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Impacts résiduels	
Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Mesures d'évitement et de réduction	Niveau d'impact
Habitats et espèces floristiques associées							
Prairie de fauche mésophile	Faible				Faible	R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale R8 - Plantations d'arbres et d'alignements R9 - Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	Faible
Friche herbacée	Faible				Faible		
Ourlet nitrophile	Faible				Faible		
Fourré arbustif	Faible				Faible		
Fourré à Saule cendré	Moyen	Altération d'habitats	Dégagements d'emprises Pistes de chantiers et pistes d'accès Zones de dépôts temporaires Apport exterieur de terre et remaniement des sols	Indirect / Temporaire et permanent	Faible	E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités E2 - Balisage des zones à enjeux R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier	
Bosquet	Moyen				Faible		
Mare à Typha	Moyen				Faible		
Bassin à Phragmitaie	Moyen				Faible		
Haie	Moyen				Faible		
Monoculture	Faible				Faible	R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier	

Tableau 22 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur l'avifaune (1/2)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Impacts résiduels	
Nom	**Niveau d'enjeu**	**Nature**	**Effets associés**	**Type et durée de l'impact**	**Niveau d'impact**	**Mesures d'évitement et de réduction**	**Niveau d'impact**
Avifaune							
Avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts : Tourterelle des bois, Linotte mélodieuse et Serin cini etc	**Très fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **E2 - Balisage des zones à enjeux**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Avifaune des milieux arborés et boisés : Verdier d'Europe et Chardonneret élégant etc	**Fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **E1 - Evitement des arbres à cavités** **R5 - Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir** **S1 - Suivi de chantier**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale** **R8 - Plantations d'arbres et d'alignements** **A1 - Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Avifaune des milieux bâtis : Martinet noir et Moineau domestique etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R5 - Protocole de contrôle de contrôle des bâtiments à démolir** **S1 - Suivi de chantier**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale** **A1 - Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**

Tableau 23 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur l'avifaune (2/2)

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Impacts résiduels	
Nom	**Niveau d'enjeu**	**Nature**	**Effets associés**	**Type et durée de l'impact**	**Niveau d'impact**	**Mesures d'évitement et de réduction**	**Niveau d'impact**
Avifaune							
Avifaune des milieux humides : Martin-pêcheur d'Europe et Bouscarle de cetti etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide** **S1 - Suivi de chantier**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Avifaune nicheuse de proxmité et de passage : Corbeau freux, Goéland argenté, Goéland brun etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Avifaune en période internuptiale : Martin-pêcheur d'Europe et Fuligule morillon etc	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide** **S1 - Suivi de chantier**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**

Tableau 24 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur l'herpétofaune et l'entomofaune

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Impacts résiduels	
Nom	**Niveau d'enjeu**	**Nature**	**Effets associés**	**Type et durée de l'impact**	**Niveau d'impact**	**Mesures d'évitement et de réduction**	**Niveau d'impact**
Herpetofaune							
Amphibiens	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **E1 - Evitement des secteurs identifies en zone humide** **S1 - Suivi de chantier**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Reptiles	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Entomofaune							
Entomofaune	**Moyen**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **E1 - Evitement des arbres à cavités** **R5 - Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage** **S1 - Suivi de chantier**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Faible**	**E1 - Evitement d'arbres à cavités** **R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale** **R8 - Plantations d'arbres et d'alignements**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Faible**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**

Tableau 25 : Évaluation des impacts résiduels du projet sur les mammifères

Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effets associés	Type et durée de l'impact	Niveau d'impact	Impacts résiduels	
Nom	**Niveau d'enjeu**	**Nature**	**Effets associés**	**Type et durée de l'impact**	**Niveau d'impact**	**Mesures d'évitement et de réduction**	**Niveau d'impact**
Mammifères							
Mammifères terrestres (hors chiroptères) : Lapin de garenne etc	**Fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **E2 - Balisage des zones à enjeux**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R7 - Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale** **R8 - Plantations d'arbres et d'alignements**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**
Chiroptères : Noctule commune, Grand Rhinolophe, Barbastelle d'Europe, etc.	**Fort**	Destruction d'individus	Dégagements d'emprises / Terrassements / Pistes de chantiers / Apport exterieur de terre et remaniement des sols / Modifications des composantes environnantes	Direct / Temporaire et permanent	**Fort**	**E1 - Évitement des arbres à cavités** **R1 - Respect du calendrier de sensibilité des espèces** **R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R5 - Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir**	**Faible**
		Destruction/ Altération des habitats		Direct et indirect / Temporaire et permanent	**Moyen**	**E1 - Évitement des arbres à cavités** **R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R8 - Plantation d'arbres et d'alignements** **A1 - Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet**	**Faible**
		Perturbation des espèces			**Moyen**	**R2 - Limitation / adaptation de l'emprise travaux** **R3 - Adaptation des horaires de travaux** **R4 - Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier** **R6 - Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune**	**Faible**

1.4.5 MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

1.4.5.1 MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

1.4.5.1.1 Mesure A1 : R2.2l – Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet

R2.2l – Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ou à proximité				
E	**R**	**C**	**A**	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation / livraison
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	

Objectif de la mesure

Réduire les impacts liés à la perte définitive ou temporaire d'habitats anthropiques.

Descriptif plus complet

Tout d'abord, il est important de garder à l'esprit que les espèces probables ou existantes dans l'environnement proche doivent être privilégiées dans le choix des types de nichoirs, pour en augmenter les chances de succès. Il existe en effet un certain nombre de **nichoirs spécifiques**, conçus pour accueillir une espèce particulière dans des conditions idéales.

Il existe également des **nichoirs multi-spécifiques**, dont les formes et les dimensions conviennent à la majorité des espèces vivant près de l'homme. Il sera simplement possible de privilégier certaines espèces en adaptant le diamètre du trou d'envol. Parmi ces nichoirs, le **nichoir « boîte aux lettres »** est le plus commun. Il convient à un grand nombre d'espèces, en particulier aux mésanges, sittelles, etc.

Dans le cas présent, nous recommandons d'installer des nichoirs spécifiques aux espèces du milieu bâti ou arbustifs présentées dans le tableau suivant, en favorisant des nichoirs pour le Moineau domestique.

R2.2l – Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ou à proximité

Tableau 26 : Exemple de dimension de nichoirs pour différentes espèces d'oiseaux (d'après Conservation-nature.fr)

Espèces	Diamètre / dimension du trou d'envol (mm)	Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Hauteur de suspension (m)	Référence du nichoir	Type de support	Distance entre deux nichoirs (m)	Coût TTC (euros) l'unité
Nichoirs de type fermé : cavité rectangulaire avec un toit et trou circulaire.								
Moineau domestique	Entre 32 & 40	100	220	Entre 3 & 12	JO0999 catalogue LPO2024 ISP 590/8 de Schwegler	Arbres / poteaux / bâtiments	Espèces vivant en colonie : possibilité de poser plusieurs nichoirs dans un même secteur	45 - 130
Petites mésanges : bleue, noire, huppée, nonette	Entre 27 & 28	100	200	Entre 2 & 6	2 GR Triple de Schwegler / Woodstone Original 28 mm	Arbres / poteaux / bâtiments	Entre 15 & 20	50 / 33
Mésange charbonnière, sittelle torchepot, rougequeue à front blanc, etc	34	150	170	Entre 1,5 et 3 m	JO1108 catalogue LPO2024	Arbres / poteaux / bâtiments	30	20
Nichoirs de type semi-ouvert : grand trou d'envol								
Rougequeue noir, bergeronnette grise	150*70 (trou rectangulaire)	120	150	Entre 2 & 6	Nichoir Woodstone Original, semi-ouvert	Arbres / poteaux / bâtiments	200	30

Préconisations générales

Matériaux

Des matériaux non traités, imputrescibles et reconnus pour leur résistance sont à privilégier (bois massif d'essences locales ou béton). Des clous ou vis devront être utilisés, et non de la colle qui est moins solide et souvent toxique. Des surfaces rugueuses devront être laissées pour permettre aux oiseaux de s'agripper (ne pas raboter, ni poncer les planches). Un minimum d'isolation thermique devra être assuré (1 cm d'épaisseur).

Période d'installation

L'hiver constitue la saison idéale pour procéder à l'installation de nichoirs, avant la période de reproduction des oiseaux.

Toutefois, les nichoirs pourront être installés en toute saison. Installés entre octobre et mars, ils seront utilisés dès le printemps suivant ; installés plus tard en saison, ils serviront d'abri aux passereaux l'hiver suivant.

R2.2l – Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ou à proximité

Fixation

Les nichoirs pourront être fixés sur les arbres ou sur des poteaux prévus à cet effet. Les poteaux d'éclairage nocturne sont à proscrire dans ce cas, pour des raisons évidentes de perturbation. Il faut éviter de clouer les nichoirs sur les arbres. Ceux-ci pourront en revanche être fixés à l'aide de fils de fer gainés de plastique, pour ne pas abîmer les troncs. Une autre possibilité consiste à positionner des cales en bois autour de l'arbre.

Il est important d'apporter une protection contre les prédateurs (chats, fouines…) et le dérangement humain. Pour cela, la hauteur minimale à laquelle un nichoir doit être fixé est estimée à 3m. Il devra également être éloigné des branches horizontales favorisant l'accès aux prédateurs.

Pour les espèces anthropophiles, il est recommandé d'installer les nichoirs sur des bâtiments.

Orientation

Le trou d'envol de chaque nichoir devra être disposé à l'opposé des vents dominants, ces derniers étant porteurs de pluie. Il est également préférable que le nichoir ne soit pas en plein soleil, car cela pourrait causer la mort des oisillons par déshydratation et hyperthermie, ni dans l'ombre complète. L'orientation conseillée est de type est/sud-est.

Le tableau ci-après donne des exemples de dimension de nichoirs pour différentes espèces d'avifaune.

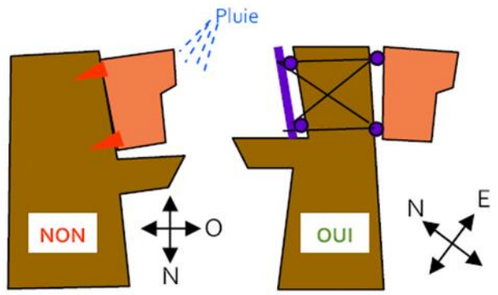


Figure 69 : Schéma de plantation (ENRx 59/62)

Installation

Il est recommandé d'installer le nichoir à une haute d'au moins 6 mètres du sol, de préférence sous l'avancée d'un toit. Aucun obstacle ne doit se trouver devant le trou d'envol (tuyaux etc). Il est vivement conseillé de se reporter aux recommandations énoncées ci-avant.

Les nichoirs à Martinet ne nécessite normalement pas d'entretien.

R2.2l – Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ou à proximité

Période d'installation

L'hiver constitue la saison idéale pour procéder à l'installation de nichoirs, avant la période de reproduction des oiseaux.

Toutefois, les nichoirs pourront être installés en toute saison. Installés entre octobre et mars, ils seront utilisés dès le printemps suivant ; installés plus tard en saison, ils serviront d'abri aux passereaux l'hiver suivant.

Nous préconisons l'installation, dans les espaces publics d'au moins 15 nichoirs :

A. 12 nichoirs fermés dont :
   a. 6 nichoirs à moineau domestique à proximité du parking relais localisé au Sud-Est ;
   b. 3 nichoirs à petites mésanges ;
   c. 3 nichoirs à mésange charbonnière, sittelle torchepot, rougequeue à front blanc, etc.

B. 3 Nichoirs semi-ouverts (rougequeue noir, bergeronnette grise)

La localisation des nichoirs sera validée par un écologue. En fonction des prospections à l'intérieur des bâtiments à démolir, des nichoirs supplémentaires peuvent être préconisés.

Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance
/
Modalités de suivi
L'installation d'éléments avant travaux sera vérifiée par un écologue lors du suivi du chantier.
Réduction d'impact associé
Cette mesure permet de limiter la perte d'habitats des espèces nichant dans les bâtiments.
Coût de la mesure
Entre 20 et 200 € HT par nichoir. Environ 50 € HT par poteau.

1.4.5.1.2 Mesure A2 : R2.2l – Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité

R2.2l – Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité				
E	**R**	**C**	**A**	R2.2 : Réduction technique en phase exploitation / livraison
Thématique environnementale	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air/Bruit**	

Objectif de la mesure

Réduire les impacts liés à la perte définitive ou temporaire d'habitats anthropiques.

Descriptif plus complet

Abris à chiroptères

Les chauves-souris établissent généralement leurs gîtes dans les cavités arboricoles, les anfractuosités des vieux bâtiments, les combles ou les greniers. Aujourd'hui, les bâtiments anciens qui offraient de nombreuses cavités pour nicher sont rénovés ou détruits, et les refuges et cavités naturelles se raréfient en milieu urbain. Par ailleurs, les constructions modernes complètement vitrées ou bétonnées ne présentent plus de gîtes potentiels.

Comme pour les oiseaux, il existe des solutions pour offrir des **habitats de substitution** aux chauves-souris en milieu urbain.

Les nichoirs extérieurs, sont le plus souvent des boîtes plates d'une largeur de 1,5 à 3,5 cm, ouvertes vers le bas, et dont l'intérieur est aménagé pour permettre aux individus de se suspendre.

Photo 8 : Exemple de gîte extérieur à poser sur et autour du bâti (source : internet)

Matériaux

R2.2l – Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité

L'abri ne devra pas être peint ou collé pour éviter la présence de substances toxiques. L'intérieur ne devra pas être poncé : il devra au contraire être rugueux pour permettre aux individus de s'accrocher à l'envers. Des planches en bois striées sont toutes indiquées.

Un gîte en bois d'une épaisseur de 15mm d'épaisseur sera tout-à-fait suffisant pour reproduire les conditions recherchées dans les cavités naturelles.

Période d'installation

L'installation peut avoir lieu de mars à mi-septembre.

Fixation

L'emplacement devra se trouver à proximité d'une zone arborée. Comme pour les oiseaux, la fixation sur l'arbre ne doit pas l'endommager.

Précautions particulières

Il est préférable de ne pas placer les entrées à proximité des fenêtres et des points d'eau extérieurs pour éviter les salissures (dépôts parfois importants de guano). Une planchette peut être disposée sous l'entrée pour prévenir toute salissure du mur.

Nous tenons à rappeler qu'en vertu de leur statut légal, il est interdit de manipuler les chauves-souris.

Le nombre d'abris à installer sera à déterminer précisément à l'issue des prospections des bâtiments et des arbres à cavités à abattre. Un minimum de 10 gîtes sera à installer à proximité des arbres abattus.

Conditions de mise en œuvre / Limites / Points de vigilance

/

Modalités de suivi

L'installation d'éléments avant travaux sera vérifiée par un écologue lors du suivi du chantier.

Réduction d'impact associé

Cette mesure est principalement une mesure de précaution qui n'engendre pas de baisse des niveaux d'impacts mais vise à limiter la perte de patrimoine arboré.

Coût de la mesure

Entre 50 et 300 € HT par gîte

1.4.5.2 SUIVIS

1.4.5.2.1 Suivi de chantier

Aujourd'hui, dans toute étude de projet, il est essentiel de mettre en place des suivis appropriés au projet concerné. Un suivi par un écologue consiste en une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de surveillance, et de contrôle dès le début du chantier au niveau du secteur étudié.

Il est important qu'un suivi de chantier soit réalisé pour s'assurer du bon accomplissement de l'ensemble des mesures d'évitement et de réduction. L'objectif principal sera d'apporter un soutien technique pour la réalisation des mesures d'évitement et de réduction afin que les objectifs soient respectés. En particulier, un écologue devra accompagner le balisage des éléments à conserver, vérifier le respect des périodes de sensibilité, faire un bilan avant/après travaux, etc.

La métropole de Rennes s'engage à interrompre à tout moment les travaux à la demande de l'écologue s'il s'avérait que des espèces protégées soient détectées sur la zone afin de mettre en place un plan de sauvetage rapide et adapté.

Ce suivi de chantier devra faire l'objet d'un ou plusieurs compte-rendu détaillés, envoyés aux services de l'état en fin de chantier (ou lors des phases principales si besoin).

Le projet va se constituer progressivement dans le temps. Aussi, dans le cas présent, nous proposons de réaliser un suivi de chantier par un écologue pour chaque phase de travaux. Un suivi correspond au minimum à :

- **Un passage avant travaux ;**
- **Un passage par mois au cours des travaux ;**
- **Un passage à la fin des travaux.**

Coût estimatif associé :

Un passage et son compte-rendu correspondent à 2 jours, soit 1160 € HT. 4 passages correspondent à un coût de 4 640 € HT.

1.4.6 CONCLUSION

Avant l'application des mesures, les impacts bruts étaient évalués comme « **faibles** » pour l'ensemble des **habitats** en raison du contexte urbain du secteur et de la quasi-absence d'impacts sur les habitats présentant le plus d'enjeux (fourrés/bosquets/haies, mares/bassins/cours d'eau).

Concernant la **faune**, les impacts étaient évalués à « **moyens** » pour l'ensemble des cortèges de **l'avifaune** en raison :

- Du risque de destruction d'individus pour l'avifaune de milieu ouvert (création de parking au sud-est) et pour l'avifaune de milieux arborés et boisés (abattage d'arbres) ;
- Du risque de perturbation d'espèces pour l'ensemble des cortèges ;
- De la destruction/altération des habitats pour l'ensemble des cortèges à l'exception de l'avifaune de milieu humide.

Ils sont « **forts** » pour les **chiroptères** en raison du risque de destruction d'individus lors de l'abattage d'arbres à cavités et de la destruction de bâtiment.

Les impacts sont « **moyens** » pour les **mammifères** car en l'absence de mesures, le projet risque de détruire des individus, altèrera des habitats et perturbera des espèces.

Enfin, ils sont considérés comme « **faibles** » pour **l'entomofaune**, les reptiles et les amphibiens en raison de la faible surface d'habitats impactés pour ces espèces.

Les impacts étaient négligeables concernant les zones humides (évitées), les continuités écologiques et le site Natura 2 000.

Après l'application des mesures ci-contre, les **impacts résiduels** de l'ensemble des groupes ne sont **pas significatifs**. Ils varient de « faibles » à « négligeables ».

Concernant les 4 bâtiments à déconstruire et les 5 arbres à cavités à abattre, notons, qu'en fonction des prospections à l'endoscope et de l'intérieur des bâtiments (cf. protocole de la mesure MR5), il est possible qu'un dossier de demande de dérogation pour la destruction, l'altération, ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées soit nécessaire pour ces bâtiments/arbres.

Tableau 27 : Synthèse des mesures

Numéro de la mesure	Code THEMA	Type de mesure
Mesure d'évitement		
E1	E1.1b	Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités
E2	E2.1A, E2.2A	Balisage des zones à enjeux
Mesures de réduction		
R1	R3.1A	Respect du calendrier de sensibilité des espèces
R2	R3.1b	Limitation / adaptation de l'emprise travaux
R3	R2.1a	Adaptation des horaires de travaux
R4	R3.1a	Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier
R5	R2.1O	Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir
R6	R2.1K	Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune
R7	R2.1Q	Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale
R8	R2.2K	Plantations d'arbres et d'alignements
R9	R2.1f	Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes
Mesures d'accompagnement		
A1	R2.2L	Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet
A2	R2.2L	Installation de gîtes artficiels pour les chiroptères au droit du projet
Mesures de suivis		
S1	/	Suivi de chantier

1.5 IMPACTS SUR LE PAYSAGE ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Paysage	La zone d'étude s'insère dans un contexte très urbain, mêlant zones d'activités, zones d'habitations, commerces et des espaces verts urbains. Certains secteurs, notamment ceux situés en zones d'activités, sont très minéral et dépourvus d'aménagements paysagers. A l'inverse, d'autres secteurs apparaissent végétalisés et plantés, avec notamment la présence d'arbres d'alignement, de boisements urbains, de haies bocagères ou de pelouses. On notera également la présence ponctuelle d'un paysage très ouvert permettant des perspectives visuelles sur certaines parties de Rennes.	Faible à modérée

❑ IMPACTS SUR LE PAYSAGE EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

En phase travaux, les impacts sur le paysage sont dus essentiellement aux travaux eux-mêmes, générés par l'implantation des aires de chantier, le stockage des matériaux et matériels, les terrassements et les réaménagements provisoires de voirie et d'espaces publics nécessaires à la réalisation des travaux.

Ainsi, l'ensemble de ces éléments engendrent :

- La modification de la trame paysagère existante ;
- La suppression de certains arbres ;
- L'encombrement des vues par les engins de chantier, les dépôts et les zones de stockage ;
- Le fractionnement visuel dû à la mise à nu de certaines emprises.

Ces impacts relativement négatifs, mais ordinaires lors de tout chantier, seront concentrés sur la période de travaux. Ils ne peuvent être limités que par des moyens raisonnables du point de vue de la perception visuelle.

L'impact est qualifié de modéré dans la mesure où le projet s'intègre en milieu urbain.

Les zones d'activités industrielles sont cependant des secteurs moins sensibles que les zones d'habitations.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ $MR_{Paysage}$ 1 : Limitation des impacts visuels du chantier

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet, notamment au niveau des zones d'habitations.

Les entreprises chargées des travaux veilleront à maintenir le chantier et ses abords propres et à évacuer les déchets pour éviter toute pollution visuelle.

Les stocks provisoires seront limités en termes de hauteur et évacués régulièrement.

Les sols mis à nus durant le chantier seront rapidement revégétalisés.

A la fin du chantier, les entreprises assureront le repli de leurs matériels, le démontage des bases vie, le nettoyage et la remise en état du site.

❖ $MR_{Paysage}$ 2 : Protection des arbres et végétaux

Localisation de la mesure : l'ensemble de la végétation présente à proximité des travaux.

Les arbres et végétaux sont protégés physiquement par des barrières et des protections sur les troncs.

Pour les arbres, Rennes Métropole installe généralement une protection autour du tronc voire, quand cela est possible, un barriérage à environ 2 m de l'arbre. La réalisation de fouilles est évitée dans la mesure du possible à moins de 1,5 m de l'arbre. Quand cela est tout de même nécessaire, la réalisation de fouilles à l'aspiratrice est exigée car cette méthode est moins impactante pour les racines.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel sera faible et acceptable.

❑ IMPACTS SUR LE PAYSAGE EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

Le projet aura un impact positif sur le paysage grâce à l'insertion paysagère prévue.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

- **MESURES DE RÉDUCTION**

  - MR$_{Paysage}$ 3 : Aménagement paysager du projet

La conception du projet prend en compte l'insertion paysagère de ce dernier. Ainsi, des aménagements paysagers sont prévus tout au long du tracé des lignes de Trambus T1 et T2.

Le détail de ces aménagements a été présenté en Partie 3 de l'étude d'impact – Présentation du projet, chapitre 2 « Description du projet ». Des arbres seront notamment conservés et de nouveaux arbres seront plantés. Le bilan des arbres est présenté par la suite.

Les figures suivantes présentent des photomontages de la situation projetée (réalisés par Artefacto).

Figure 70 : Avenue Cucillé à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto)

Figure 71 : Rue de Lorient à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto)

Figure 72 : Rue Germaine Dulac à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto)

Figure 73 : Avenue Gaston Berger à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto)

Figure 74 : Rue Louis Guilloux à Rennes (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto)

Figure 75 : Boulevard des Alliés à Cesson-Sévigné (Source : Dossier de concertation du projet/ Artefacto)

❖ *Bilan arbres et canopée*

Le bilan du nombre d'arbres en situation actuelle et en situation projetée a été réalisé, tout comme celui de la surface de canopée.

Les résultats sont exposés dans les tableaux suivants.

Pour la T1, on notera :

- **Après aménagement, 501 arbres seront présents contre 386 actuellement (dont 71 abattus) ;**
- **Après aménagement, la surface de canopée représentera 21 641 m² contre 16 072 m² actuellement.**

Pour la T2, on notera :

- **T2 Ouest Extra Rocade :**
  - **Après aménagement, 116 arbres seront présents contre 58 actuellement (dont 6 abattus) ;**
  - **Après aménagement, la surface de canopée représentera 6 576 m² contre 907 m² actuellement ;**
- **T2 Ouest Intra Rocade :**
  - **Après aménagement, 186 arbres seront présents contre 46 actuellement (dont 12 abattus) ;**
  - **Après aménagement, la surface de canopée représentera 6 742 m² contre 4 355 m² actuellement ;**
- **T2 Est :**
  - **Après aménagement, 701 arbres seront présents contre 661 actuellement (dont 36 abattus) ;**
  - **Après aménagement, la surface de canopée représentera 45 701 m² contre 39 853 m² actuellement.**

Le projet prévoit donc un nombre d'arbres plus important qu'en situation actuelle, ainsi qu'une superficie de canopée plus importante.

Figure 76 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T1

Surface opération (m²)	89004

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	quantité d'arbres	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en téqu.CO2
nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	386	-
nombre d'arbres sur espace public supprimés dans le cadre de l'aménagement (u)	71	-
TOTAL Nombre d'arbres plantés sur espace public (u)	187	-
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	53	319
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	38	171
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)	83	364
Nombre de conifères de grand développement plantés sur espace public (u)	0	0
BILAN Total du nombre d'arbres après aménagement	**501**	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	854

indicateur canopée	quantité	Pourcentage d'occupation de la canopée sur le périmètre opération
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)	16072	18%
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)	2181	2%
TOTAL Canopée ajoutée sur le périmètre opération après projet (m²)	7788	
Canopée des arbres feuillus de grand développement après projet (couronnne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	4524	-
Canopée des arbres feuillus de moyen développement après projet (couronnne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	1444	-
Canopée des arbres feuillus de petit développement après projet (couronnne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	1820	-
Canopée des conifères de grand développement après projet (couronne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	0	-
Canopée projet dans le cadre de l'aménagement (m²)	7788	9%
BILAN Total canopée après aménagement (m²)	**21641**	**24%**

	INFO POUR LE CALCUL : Stock de carbone stade mature en téqu.CO2
Arbre feuillus de grand développement	5,5
Arbre feuillus de moyen développement	4,5
Arbre feuillus de petit développement	4
Arbre conifère de grand développement	1,5

	INFO POUR LE CALCUL : Surface canopée par type d'arbre (m²)
A1 : Arbre grand développement	78
A2 : Arbre moyen développement	38
A3 : Arbre petit développement	20

Figure 77 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T2 Ouest Extra Rocade

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	46	-
Nombre d'arbres sur espace public **supprimés** dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)	12	-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	**152**	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	20	110
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	43	193,5
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)	74	296
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)	15	22,5
BILAN Total des arbres après aménagement	**186**	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	622

Bilan canopée

indicateur canopée	Quantité (m²)	% d'occupation de la canopée sur le périmètre opération	Taux de croissance
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)	907	5%	100%
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)	175	1%	19%
Total canopée Ajouté sur le périmètre opération après projet (m²)	**5844**	**32%**	**644%**
Canopée des **arbres** de **grand développement** après projet (m²)	1560	-	-
Canopée des **arbres** de **moyen développement** après projet (m²)	1634	-	-
Canopée des **arbres** de **petit développement** après projet (m²)	1480	-	-
Canopée des **conifères** après projet (m²)	1170	-	-
Canopée **Micro Forêt** (m²)			
BILAN Total canopée après aménagement (m²)	**6576**	**36%**	**725%**

Figure 78 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T2 Ouest Intra Rocade

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	58	-
Nombre d'arbres sur espace public **supprimés** dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)	6	-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	**64**	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	14	77
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	19	85,5
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)	31	124
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)	0	0
BILAN Total des arbres après aménagement	**116**	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	286,5

Bilan canopée

indicateur canopée	Quantité (m²)	% d'occupation de la canopée sur le périmètre opération	Taux de croissance
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)	4355	16%	100%
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)	47	0%	1%
Total canopée Ajouté sur le périmètre opération après projet (m²)	**2434**	**9%**	**56%**
Canopée des **arbres de grand développement** après projet (m²)	1092	-	-
Canopée des **arbres de moyen développement** après projet (m²)	722	-	-
Canopée des **arbres de petit développement** après projet (m²)	620	-	-
Canopée des **conifères** après projet (m²)	0	-	-
Canopée **Micro Forêt** (m²)			
BILAN Total canopée après aménagement (m²)	**6742**	**25%**	**155%**

Figure 79 : Bilan arbres et surface de canopée pour le Trambus T2 Est

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	661	-
Nombre d'arbres sur espace public **supprimés** dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)	36	-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	**76**	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	74	407
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	2	9
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)		0
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)		0
BILAN Total des arbres après aménagement	**701**	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	416

Bilan canopée

indicateur canopée	Quantité (m²)	% d'occupation de la canopée sur le périmètre opération	Taux de croissance
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)	39853	72%	100%
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)	0	0%	0%
Total canopée Ajouté sur le périmètre opération après projet (m²)	**5848**	**11%**	**15%**
Canopée des **arbres** de **grand développement** après projet (m²)	5772	-	-
Canopée des **arbres** de **moyen développement** après projet (m²)	76	-	-
Canopée des **arbres** de **petit développement** après projet (m²)	0	-	-
Canopée des **conifères** après projet (m²)	0	-	-
Canopée **Micro Forêt** (m²)			
BILAN Total canopée après aménagement (m²)	**45701**	**82%**	**115%**

1.6 IMPACTS SUR LE PATRIMOINE ET MESURES ASSOCIÉES

1.6.1 IMPACTS SUR LE PATRIMOINE HISTORIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER ET MESURES ASSOCIÉES

1.6.1.1 RAPPEL DES ENJEUX

THEME		ENJEUX	SENSIBILITE
Patrimoine	Sites inscrits et classés	Le Parc Champagne Chalotais jouxte la zone d'étude immédiate du T2 (absence d'emprise).	Nulle
	Monuments historiques	Nombreux périmètres de protection de monuments historiques, concentrés au centre de Rennes.	Modérée
	Sites Patrimoniaux Remarquables (SPR)	SPR de Rennes.	Nulle
	UNESCO	Absence d'enjeu.	Nulle

1.6.1.2 SITES INSCRITS ET CLASSÉS

❑ **IMPACTS SUR LES SITES INSCRITS ET CLASSÉS EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES**

❑ **IMPACTS**

Lors de la phase travaux, le paysage sera modifié localement en raison de l'implantation des installations de chantier et des réaménagements provisoires de voiries et d'espaces publics. Les impacts propres au chantier seront cependant temporaires.

Le Parc Champagne Chalotais, site classé, jouxte le projet (Trambus T2).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Faible

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Patrimoine}$ 1 : Installations de chantier en dehors des sites classés et inscrits

Localisation de la mesure : périmètres des sites classés et inscrits.

Aucune installation de chantier ne sera positionnée au droit des périmètres des sites inscrits et classés présents sur le territoire. On notera tout particulièrement le site classé Parc Champagne Chalotais et celui de Bourg-Chevreuil, au niveau de la rue de la Chalotais à Cesson-Sévigné.

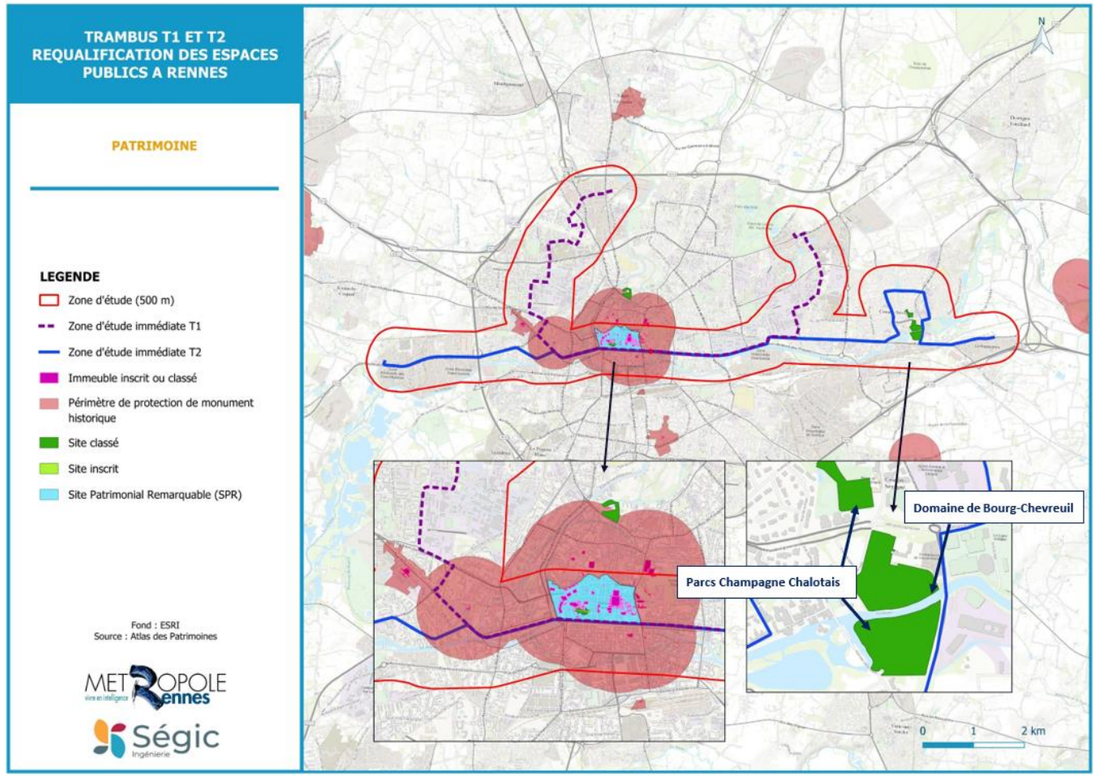


Figure 80 : Rappel de la carte Patrimoine (Source : SEGIC Ingénierie)

❖ $MR_{Patrimoine}$ 2 : Maintien de la propreté des emprises et remise en état des emprises chantier à la fin des travaux

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Le chantier et ses abords seront maintenus dans un bon état de propreté (avec remise en état à la fin des travaux).

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est jugé nul.

❑ **IMPACTS SUR LES SITES INSCRITS ET CLASSÉS EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES**

❑ **IMPACTS**

Le projet n'aura pas d'emprise sur les sites classés. Les seuls sites pouvant être concernés sont le Parc Champagne Chalotais et celui de Bourg-Chevreuil, jouxtant la ligne T2 au droit de la rue de la Chalotais à Cesson-Sévigné. **Le projet n'aura pas d'emprise sur ces derniers.**

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.6.1.3 MONUMENTS HISTORIQUES

❑ **IMPACTS SUR LES MONUMENTS HISTORIQUES EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES**

❑ **IMPACTS**

Le projet est concerné par de nombreux périmètres de protection de monuments historiques inscrits et classés, notamment au niveau du centre-ville de Rennes.

Comme évoqué précédemment pour les sites inscrits et classés, les aménagements prévus entrainent la présence d'engins de chantier, de terrassements et d'installations de chantier aux alentours du projet susceptibles d'entrer en covisibilité avec les monuments.

Toutefois, le contexte fortement urbanisé dans lequel le projet s'inscrit limite les covisibilités entre la plupart des monuments historiques du secteur et la zone de travaux.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Patrimoine}$ 3 : Gestion du chantier aux abords des monuments historiques

Localisation de la mesure : dans les périmètres des abords des monuments historiques.

En termes de gestion du chantier, seront mises en place les mesures suivantes :

- Les entreprises chargées des travaux veilleront à maintenir le chantier et ses abords propres et à évacuer les déchets pour éviter toute pollution visuelle ;
- Les stocks provisoires seront limités en termes de hauteur et évacués régulièrement ;
- A la fin du chantier, les entreprises assureront le repli de leurs matériels, le démontage des bases vie, le nettoyage et la remise en état du site.

Par ailleurs, les accès aux monuments historiques proches du chantier seront maintenus durant les travaux.

❖ $MR_{Patrimoine}$ 4 : Concertation avec l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) pour la phase chantier

Localisation de la mesure : dans les périmètres des abords des monuments historiques.

Les aménagements temporaires liés aux travaux entrant dans les périmètres de protection des monuments inscrits et classés, même s'ils sont situés hors des cônes de visibilité, devront être effectués en concertation avec l'ABF (Architecte des Bâtiments de France) qui déterminera si des mesures d'intégration particulières temporaires sont nécessaires.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est jugé faible.

❑ **IMPACTS SUR LES MONUMENTS HISTORIQUES EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES**

❑ **IMPACTS**

Le projet modifiera les abords des monuments historiques concernés. Tout projet inclus dans un périmètre de protection de monument historique doit faire l'objet d'une demande d'autorisation au titre du Code du patrimoine. **Dans le cadre de cette procédure, l'ABF est amené à formuler son avis sur le projet.**

A noter que le projet prévoit des aménagements superficiels s'intégrant sur la voirie existante ainsi que la mise en place d'aménagements paysagers qualitatifs. Les impacts seront donc limités.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Faible

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Patrimoine}$ 5 : Concertation avec l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) durant la conception du projet

Localisation de la mesure : dans les périmètres des abords des monuments historiques.

L'ABF a déjà été rencontrée dans le cadre du projet. À noter que les périmètres de protection des monuments historiques pourraient évoluer dans le cadre de la révision du PLUi.

L'ABF sera reconsultée au stade du Permis d'aménager, mais cela concernera surtout les abords du parc de Saint-Cyr (et donc la rue Louis Guilloux à Rennes). L'ABF n'a pas émis de remarque particulière mais sera attentive à la localisation des stations Trambus par rapport aux co-visibilités avec les monuments concernés.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel est jugé négligeable.

1.6.1.4 SITES PATRIMONIAUX REMARQUABLES (SPR)

❑ **IMPACTS**

Le projet se situe en dehors du SPR de Rennes, seul SPR recensé dans la zone d'étude, et n'aura donc aucun impact sur ce dernier.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Nul

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.6.1.5 PATRIMOINE MONDIAL DE L'UNESCO

❑ **IMPACTS**

Aucun site du patrimoine mondial de l'UNESCO n'est recensé dans la Métropole de Rennes. L'impact du projet est nul.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Nul

❑ **MESURES**

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.6.2 IMPACTS SUR LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **RAPPEL DES ENJEUX**

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Patrimoine archéologique	Nombreuses ZPPA recoupées par la zone d'étude immédiate.	Modérée

❑ **IMPACTS SUR LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES**

❑ **IMPACTS**

De manière générale pour tout projet d'aménagement, **les impacts sur le patrimoine archéologique ne concernent que la phase chantier**. Sur tous les secteurs où des terrassements ou des remaniements de sol sont prévus, il existe un risque vis-à-vis du patrimoine archéologique. Les impacts sur ce patrimoine pourraient alors consister en la destruction de vestiges, de traces ou d'objets.

Le site d'implantation du projet présente une sensibilité avérée en termes d'archéologie. En effet, de nombreuses Zones de Présomption de Prescriptions Archéologiques (ZPPA) sont traversées par le projet. En zone A de la ZPPA, tous permis de construire, de démolir, et d'autorisation d'installations et de travaux divers doivent faire l'objet d'une demande préalable transmise aux services de la préfecture (DRAC – Direction Régionale des Affaires Culturelles). Le SRA (Service Régional de l'Archéologie) de la DRAC pourra alors décider de prescrire un diagnostic d'archéologie préventive.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Modéré

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Archéo}$ 1 : Saisine de la DRAC

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

La DRAC sera consultée dans le cadre du projet. Celle-ci statuera sur la nécessité de prescrire ou non un diagnostic d'archéologie préventive, ce dernier devant être réalisé au préalable du démarrage des travaux.

À noter que le projet s'insère en majorité sur des routes existantes, dans un secteur urbanisé. Au vu des profondeurs de terrassement prévues, le risque de découverte de vestiges archéologiques semble toutefois faible (des terrassements ayant déjà été réalisés pour la réalisation des routes et réseaux sous chaussée).

❖ $MR_{Archéo}$ 2 : Mesures en cas de découvertes fortuites

Pendant les travaux (notamment toutes les phases de terrassement), **toute découverte fortuite à caractère archéologique fera l'objet d'une déclaration immédiate auprès de la commune concernée**, qui transmettra sans délais les informations au Préfet via la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC). Un arrêt de chantier immédiat sera effectué sur le secteur concerné jusqu'à l'obtention du retour de la DRAC.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel sera négligeable, voire nul.

❑ IMPACTS SUR LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

En phase exploitation, le projet n'est pas susceptible d'altérer le patrimoine archéologique.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES

En l'absence d'impact, aucune mesure n'est prévue.

1.7 IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN ET SOCIO-ÉCONOMIQUE ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Milieu humain et socio-économique	Population : Regroupant 462 600 habitants, l'aire d'étude est un territoire contrasté où la majorité des habitants se concentre autour de Rennes avec 55% de la population résidant dans les 4 communes concernées par les deux lignes de trambus en projet T1 et T2 (Rennes, Cesson-Sévigné, Saint-Grégoire et Vezin-le-Coquet). Le territoire connait un dynamisme important avec une évolution démographique supérieure à la moyenne nationale et départementale (+ 7% entre 2014 et 2020). Si la ville centre de Rennes accueille une part importante des nouveaux habitants, les taux de croissance des communes périphériques sont souvent supérieurs et révèlent un phénomène de périurbanisation de l'agglomération rennaise. Un des enjeux est donc d'offrir une desserte de qualité pour maintenir l'attractivité du secteur intra-périphérique, tout en proposant des solutions de déplacements aux populations périurbaines. Conséquence de la fonction de pôle universitaire exercé par la ville de Rennes, le territoire est très attractif pour les étudiants (15-29 ans) et connait un faible vieillissement de sa population par rapport à l'ensemble du territoire national.	Modérée
	Activités : Les emplois sont principalement concentrés sur les communes du centre de la métropole : 70% des 263 000 emplois de Rennes Métropole sont situés sur les 4 communes desservies par le projet, dont 56% à Rennes. La répartition des emplois met en évidence des besoins de déplacements radiaux, entre Rennes et les communes de la périphérie. Malgré des disparités selon les communes, l'aire d'étude affiche un taux de croissance de l'emploi supérieur à ceux de la France et de l'Ille-et-Vilaine. Les 4 communes concernées par le projet de trambus T1 et T2 accueillent 80% des emplois créés entre 2014 et 2020, dont 60% pour la ville de Rennes uniquement. Ce dynamisme s'explique par la présence de nombreux pôles d'activités et d'innovation, de grands employeurs à la fois privés et publics, situés principalement sur Rennes et les communes limitrophes. Les enjeux se concentrent également sur une desserte de qualité des grands pôles universitaires et hospitaliers. Rennes dispose aussi d'un attrait touristique lié aux monuments et au patrimoine de la région ainsi qu'aux musées, salles de spectacle, festivals et enceintes sportives d'importance que la ville abrite.	

❑ IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN ET SOCIO-ÉCONOMIQUE EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

❖ Impacts sur les riverains

Les impacts des chantiers sur les populations avoisinantes sont de diverses natures : nuisances sonores, problématiques de circulation, pollution de l'air, impacts visuels, etc.

Pour rappel, le projet s'intègre en milieu urbain densément peuplé. De nombreuses habitations sont donc présentes à proximité immédiate de l'emprise du chantier.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Fort

❖ Impacts sur l'emploi

D'un point de vue économique, des retombées positives de la période de travaux sont à attendre à plusieurs titres :

- Des retombées directes pour l'économie régionale et l'emploi local liées à l'injection d'un montant de travaux important ;
- Des retombées induites et des impacts pour les entreprises de bâtiment du génie civil, de l'industrie et des services, et de ce fait, des créations ou des maintiens d'emplois ;
- De la stimulation des commerces de proximité (boulangeries, restaurants, etc.) du fait de la présence d'un nombre important d'ouvriers.

La phase de réalisation du projet va générer des emplois directs liés aux travaux sur le site, mais aussi des emplois indirects liés aux activités pour la fabrication amont des fournitures de chantier.

Les fiches-outils de la DGITM annexées à l'instruction du 16 Juin 2014 fournissent des indicateurs permettant de traduire l'investissement en infrastructure et en matériel de transport réalisé en nombre d'emplois induits, sachant qu'il ne s'agit pas forcément d'emplois créés.

Dans le cas du présent projet, les retombées économiques estimées représentent 340 emplois.an[4] directs et 320 emplois.an indirects pour la construction des infrastructures et du matériel roulant.

L'impact est donc positif.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Positif

[4] Emplois.an : par exemple, 100 emplois.an peuvent correspondre à 100 emplois sur une durée d'un an ou bien 50 emplois sur une durée de deux ans.

❖ Impacts sur les activités économiques (services publics, commerces, services privés, industries, autres entreprises)

Les travaux envisagés seront à l'origine d'impacts sur certaines activités économiques situées à proximité immédiate du projet en raison de la dégradation de l'accès à ces dernières : impact sur les conditions de circulation, émissions de bruit, vibration et poussières ainsi que dégradation de la visibilité des activités.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❖ Impacts sur le tourisme et les loisirs

La phase travaux est susceptible de perturber le déroulement des évènements d'animation organisés par les communes.

Tout comme pour les commerces et industries, les accès aux activités de tourisme et de loisirs peuvent également être perturbés.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❖ Impacts sur le foncier

Pour les besoins des travaux, des emprises hors domaine public ne sont pour l'instant pas envisagées pour les installations de chantier. Ces dernières seront installées au maximum sur des parkings existants.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

Les mesures spécifiques au bruit, à la qualité de l'air, aux impacts visuels (paysage) et à la circulation sont présentées dans les chapitres associés.

❖ Mesures en faveur des riverains

Localisation des mesures : l'ensemble du projet.

➢ $MR_{Riverains}$ 1 : Maintien des accès aux habitations

Les accès aux habitations seront préservés durant l'intégralité de la phase travaux.

➢ $MR_{Riverains}$ 2 : Dispositif de communication

Rennes Métropole dispose d'un service dédié à l'information de tous les travaux sur son territoire. Plusieurs dispositifs permettent de faire connaitre les impacts, notamment :

- Articles hebdomadaires dans la presse locale ;
- Informations sur les réseaux sociaux ;
- Site dédié avec cartographie sur le site internet de Rennes Métropole (https://metropole.rennes.fr) ;
- Distributions de plaquettes d'information autant que nécessaire ;
- Numéro de téléphone unique pour avoir des renseignements.

❖ Mesures en faveur des services publics, commerces, services privés, industries, autres entreprises activités de tourisme et de loisirs et équipements

➢ $MR_{Activités}$ 1 : Maintien du fonctionnement des services publics et privés

Durant la totalité des travaux, le fonctionnement normal de tous les services publics et privés devra être maintenu dans des conditions satisfaisantes. Sont concernés notamment (liste non limitative) :

- Les services d'entretien de la voirie et de leurs dépendances ;
- Les services de viabilité hivernale de la Métropole ;
- Le service de ramassage des ordures ménagères ;
- Les services de secours médical d'urgence et de protection incendie ;
- Les services de distribution et collecte du courrier ;
- Les services de transports en commun ;
- Les accès aux commerces et entreprises ainsi que leurs livraisons ;
- Les accès des services de maintenance des ouvrages publics et privés de communication de transports de fluides et d'énergie ;
- La livraison ou desserte particulière des riverains (livraison combustible, déménagements, ...) ;
- Les transporteurs de fonds (banques, bureaux de poste, certains commerces).

➢ $MR_{Activités}$ 2 : Concertation avec les commerçants et chefs d'entreprise et mise en place d'agents de proximité pour pallier aux problèmes durant le chantier

Des agents de proximité seront à l'écoute des commerçants et chefs d'entreprise et contribueront à apporter des solutions aux problèmes engendrés par le chantier : accessibilité, suppression temporaire des places de stationnement pour la livraison, poussière, salissure des façades de boutiques, etc. Des mesures spécifiques, étudiées au cas par cas, seront mises en place (rétablissement d'accès temporaires, création d'une signalisation temporaire, etc.). L'organisation du chantier prendra en compte les nécessités de maintien des accès et des zones de livraison et mettra tout en œuvre pour que le préjudice ne sorte pas du cadre normal des nuisances créées par des travaux publics. Afin de prévenir toute situation conflictuelle, une large concertation sera organisée avec les commerçants et les chefs d'entreprise concernés.

En outre, toute dégradation de ces services devra être préalablement identifiée. Des dispositions temporaires proposées par le responsable de la maîtrise d'œuvre devront obtenir l'agrément des services ou personnes concernés pour une durée déterminée.

➢ $MR_{Activités}$ 3 : Mesures compensatoires des préjudices engendrés par le chantier (au cas par cas)

Lorsque ces mesures préventives ne suffiront pas à éviter des préjudices, **un système de mesures compensatoires** pourra être étudié et adapté à chaque situation.

❖ Mesures concernant les bâtiments

➢ $MR_{Bâti}$: Précautions aux abords des bâtiments pour ne pas compromettre leur stabilité

Localisation des mesures : l'ensemble du projet.

Toutes les précautions nécessaires seront à prendre pour ne compromettre à aucun moment la stabilité des ouvrages et immeubles existants quel que soit le site et quelles que soient les méthodes employées.

❖ Mesures concernant le foncier

➢ $MR_{Foncier}$ 1 : Conventions d'occupation temporaire des parcelles privées et remise en état après travaux

Localisation des mesures : parcelles privées utilisées provisoirement pour les besoins du chantier.

Les zones d'installation de chantier seront installées majoritairement sur des parkings publics existants. Les espaces végétalisés seront systématiquement évités.

Les besoins d'installation de chantier seront réduits à leur stricte minimum pour limiter les impacts : installation mobile pour une salle de réunion, un espace vestiaire et sanitaire ainsi que quelques zones de stockage. Il n'est pas prévu d'emplacements particuliers pour stationner les véhicules personnels des entreprises de travaux, considérant que les entreprises doivent s'organiser pour minimiser l'usage des voitures.

Des emprises privées pourront éventuellement être utilisées provisoirement durant les travaux et feront l'objet de conventions d'occupation temporaire passées avec les propriétaires et seront remises en état. Les clôtures seront également restituées à l'identique de la situation actuelle.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel sera faible.

❑ IMPACTS SUR LE MILIEU HUMAIN ET SOCIO-ÉCONOMIQUE EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

❖ Impacts sur la population, l'habitat, l'emploi, les équipements, les activités touristiques et de loisirs

Le projet de Trambus contribue au développement économique et urbain du territoire, en **renforçant l'accessibilité à ses pôles d'habitat, d'activités et à ses équipements.** En effet, il apporte une desserte à haut niveau de service à de nombreux quartiers et secteurs d'activités actuels et projetés aux abords des lignes T1 et T2 en projet :

- La zone d'activité Nord, important pôle économique et commercial du nord de Rennes (*ligne T1) ;*
- La zone d'activité de Saint-Sulpice *(ligne T1) ;*
- Plusieurs sites de la technopole Rennes Atalante (Villejean, Champeaux, Beaulieu et Via Silva) *(ligne T1) ;*
- Le parc d'activité Ouest *(ligne T2) ;*
- Les zones d'activité du Bordage, des Peupliers, et le Centre commercial de la Rigourdière, situés sur la commune de Cesson-Sévigné *(ligne T2) ;*
- La ZAC de Beauregard, nouveau quartier dans le nord-ouest de la ville *(ligne T1) ;*
- La ZAC de Baud-Chardonnet, un projet de réhabilitation d'une friche industrielle *(ligne T1 et T2) ;*
- La ZAC du Bois Perrin, futur écoquartier issu de la réhabilitation d'un ancien site hospitalier *(ligne T1 et T2) ;*
- Le centre de Rennes, qui constitue le premier pôle touristique et commercial de la Métropole *(lignes T1 et T2).*

Les lignes T1 et T2 vont aussi constituer de nouvelles liaisons rapides, régulières et efficaces pour la desserte :

- **D'équipements de santé majeurs**, premiers employeurs du territoire :
  - L'hôpital Pontchaillou *(ligne T1) ;*
  - L'hôpital privé Sévigné *(ligne T1) ;*
  - Centre Hospitalier Guillaume Regnier et le Centre Hospitalier spécialisé *(lignes T1 et T2) ;*
- **D'établissements scolaires et d'enseignement supérieurs** (70 000 étudiants), dont les campus Rennes I dans le quartier de Beaulieu et Rennes II dans le quartier Villejean, l'INSA, l'IUT, CentraleSupélec, l'École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, l'Ecole Supérieure de Commerce de Rennes et l'École des Hautes Etudes en Santé Publique.

Enfin, les lignes de Trambus T1 et T2 permettront également la desserte :

- De nombreux équipements sportifs et de loisirs, piscines, stades, gymnases, parcs et jardins, notamment le Roazhon Park, le parc de Beauregard, le parc Saint-Cyr, le mail François Mitterrand, la place de la République, les rives de la Vilaine, le parc des Gayeulles, la Glaz Arena ;
- De nombreux équipements culturels : cinéma, bibliothèques, pôles culturels, notamment le Théâtre National de Bretagne, l'Opéra de Rennes, le Musée des Beaux-Arts, le FRAC Bretagne ;
- Des administrations publiques (Mairies de Rennes et Cesson-Sévigné, Conseil Départemental, Conseil Régional de Bretagne, etc.).

Le projet de Trambus T1 et T2 offre une desserte en transport en commun de qualité, accessible à tous, à des pôles majeurs du territoire, en termes d'emploi et de santé (Hôpital Pontchaillou), en termes d'équipements, de services et de commerces (centre de Rennes, zones d'activité économique et pôles commerciaux de Rennes Nord, Atalante, parc d'activité Ouest, stade du Roazhon Park), en terme d'établissements d'enseignement supérieur (Beaulieu, Villejean), sans oublier de nombreux quartiers d'habitats, support des développements à venir (ZAC de Beauregard, Baud-Chardonnet, Bois Perrin).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Indirect	Permanent	Positif

❖ Impacts sur les commerces et services

L'ensemble des accès aux commerces sera rétabli.

Le projet aura un impact positif sur les commerces de proximité de quartier grâce à leur mise en valeur à la suite des travaux de requalification de voirie et d'aménagement urbain ainsi qu'à l'amélioration de la desserte. Ainsi, le projet de Trambus T1 et T2 constitue un vecteur du développement économique et participe à la dynamique des quartiers traversés comme évoqué précédemment.

Outre l'amélioration de la desserte des commerces situés le long des lignes, le passage des Trambus devant un magasin offre l'occasion d'être « vu » chaque jour par des milliers de voyageurs, qui deviennent ainsi de nouveaux clients potentiels. Il est par conséquent conseillé aux commerçants d'en tirer profit en redessinant par exemple la vitrine de leur magasin.

A noter toutefois que les Trambus réutilisent en grande partie des voies déjà circulées par des bus. L'impact est donc à modérer.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Indirect	Permanent	Positif

❖ Impacts sur les industries et autres entreprises

L'ensemble des accès aux industries et autres entreprises sera rétabli.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Indirect	Permanent	Nul

❖ Impacts du projet sur les emprises foncières et le bâti existant

Bien que le projet soit implanté en majeure partie sur le domaine public et en limite des propriétés privées, les impacts sur certaines parcelles privées et certains bâtiments existants sont inévitables.

L'implantation du projet a été calée de manière à limiter au maximum les emprises sur les parcelles privées. Ainsi, les acquisitions réalisées ne concernent que les parcelles pour lesquelles l'impact est inévitable.

Des échanges ont d'ores et déjà eu lieu avec certains propriétaires, qui dans l'ensemble sont ouverts à des négociations.

Ainsi, deux secteurs semblent montrer un besoin à terme d'expropriation :

- Trambus T1 : un besoin potentiel au niveau du Boulevard Marbeuf. Les besoins fonciers pour aménager une voie supplémentaire permettant la création de deux demis couloirs bus apparaissent nécessaires. Quatre propriétaires sont concernés ;
- Trambus T2 : un besoin potentiel Rue de la Rigourdière mais pour des travaux qui se feront en 2ème phase après 2027 et dans un contexte de mutation envisagée de la ZA Rigourdière (évolution possible des réflexions).

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Modéré

Par ailleurs, tous les accès riverains et clôtures impactés par le projet seront restitués.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES DE RÉDUCTION

❖ Mesures spécifiques pour les expropriations

➢ $MR_{Foncier}$ 2 : Acquisitions foncières de parcelles privées

Localisation des mesures : parcelles privées nécessaires à la réalisation du projet.

Des négociations à l'amiable sont en cours de réalisation pour acquérir les parcelles privées nécessaires à la réalisation du projet. Les indemnités financières seront négociées au cas par cas.

Des procédures de DUP (Déclaration d'Utilité Publique) localisées à certaines parties du projet pourront être réalisées par la suite en cas de non accord à l'amiable et de besoin d'expropriation.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel sera négligeable.

1.8 IMPACTS SUR L'OCCUPATION DES SOLS ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Occupation du sol	La zone d'étude comprend plusieurs types d'occupation du sol : -Tissus d'activités/ commerces et d'équipements : aux extrémités Est et Ouest du T1 et du T2 ; -Tissus urbains avec de nombreuses habitations au niveau du centre de Rennes et de Cesson-Sévigné ; -Tissus agricoles ponctuellement à l'Ouest du T2. Des espaces naturels (espaces verts, plans d'eau et cours d'eau) s'insèrent ponctuellement dans ces différents tissus. Les ambiances paysagères sont donc variables selon les secteurs considérés.	Modérée

❑ ZONES D'HABITATS, ZONES COMMERCIALES ET D'ACTIVITÉS

❑ IMPACTS

Les impacts du projet sur les zones d'habitats, commerciales et d'activités ont été exposés au chapitre 1.7 « Impacts sur le milieu humain et socio-économique et mesures associées ». Les impacts sont positifs, le projet de Trambus T1 et T2 offrant une desserte en transport en commun de qualité, accessible à tous, à des pôles majeurs du territoire.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Indirect	Permanent	Positif

❑ MESURES

Aucune mesure n'est nécessaire.

❑ ZONES NATURELLES ET AGRICOLES

➢ Zones naturelles

❑ IMPACTS

Les impacts sur les zones naturels ont été traités au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ».

❑ MESURES

Des mesures d'évitement, de réduction, d'accompagnement et de suivi sont exposées au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ».

➢ Zones agricoles

❑ IMPACTS

Le projet n'impacte aucune parcelle agricole.

❑ MESURES

Aucune mesure n'est nécessaire.

1.9 IMPACTS SUR LES DÉPLACEMENTS, TRAFICS ET CONDITIONS DE CIRCULATION ET MESURES ASSOCIÉES

1.9.1 RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Déplacements, trafics et conditions de circulation	Le tourisme à destination de l'aire d'étude bénéficie de la multiplicité des offres de transports présentes sur le territoire. La desserte par le réseau ferroviaire à grande vitesse permet des liaisons vers les autres grandes métropoles françaises. Un peu moins de la moitié des déplacements quotidiens des habitants du département d'Ille-et-Vilaine sont réalisées par les habitants du périmètre de Rennes Métropole, avec 1,8 millions de déplacements par jour, dont 668 000 internes à la ville de Rennes. Les enjeux de mobilité sont donc majeurs sur ce territoire, et en particulier sur la ville de Rennes et les communes proches. Sur l'aire d'étude, 60% des actifs travaillent en dehors de leur commune de résidence, générant un nombre de déplacements domicile-travail important. Ces déplacements sont centralisés par la ville de Rennes, qui concentre une grande partie des emplois et de la population, mais Cesson-Sévigné et dans une moindre mesure Saint-Grégoire ont également une forte attractivité. L'utilisation de la voiture dans les déplacements domicile-travail est modérée à Rennes (46%), mais reste significative sur l'ensemble de l'aire d'étude (64%), ce qui suggère une marge d'évolution vers une plus forte utilisation des transports en commun. Concernant les déplacements domicile-étude, ils sont également concentrés sur Rennes, qui accueille 67% des élèves de la Métropole, notamment depuis les communes environnantes. Les infrastructures de transports, denses sur le territoire intra périphérique, s'inscrivent en miroir des densités de populations. Le réseau de transports en commun Star couvre l'ensemble des communes du périmètre de Rennes Métropole. Il est structuré autour de deux lignes de métro, ouvertes respectivement en 2002 et 2022, et de plusieurs lignes de bus urbaines et métropolitaines. En 2023, la fréquentation du réseau s'établit à 103,2 millions de voyages et plus de la moitié des voyages s'effectue via le métro. L'arrivée du métro b s'est traduit par une augmentation de 20% de la fréquentation du réseau. Par ailleurs, le réseau Star favorise l'intermodalité en desservant plusieurs parkings relais, parkings vélos, ainsi que la gare de Rennes. Ces dernières années, le vélo est un mode de déplacement en plein essor à Rennes. La Métropole cherche à encourager la pratique du vélo par une démarche de réduction de la vitesse et de la circulation des véhicules motorisés, ainsi que le développement d'infrastructures dédiées (aménagements cyclables, offre de stationnement, vélos en libre-service). Un réseau express vélo couvrant Rennes et les communes est cours d'aménagement et permettra la desserte d'une grande partie de la Métropole dans des conditions sécurisées. Les enquêtes sur la mobilité des ménages confirment une forte augmentation de la pratique de la marche (de 28,6% à 34,1% entre 2007 et 2018 sur Rennes Métropole) au détriment des modes motorisés (de 54,6% à 48,4%). Toutefois, la voiture reste un mode de déplacement très présent sur l'aire d'étude. Le taux de motorisation des ménages est particulièrement élevé dans les communes situées autour de Rennes, ce qui suggère un potentiel d'évolution vers une diminution de la voiture grâce à un renforcement des transports en commun et des modes actifs. Rennes Métropole mène depuis plusieurs années une politique de planification des transports visant à apaiser la circulation routière et développer les modes alternatifs à l'autosolisme (covoiturage, voiture en libre-service, report vers d'autres modes). Malgré la densité du réseau Star, la voiture reste souvent le moyen de transport le plus rapide. L'avantage concurrentiel des transports en commun urbains s'affirme sur les relations avec le centre de Rennes, en raison des contraintes de stationnement (coût et temps de recherche d'une place de stationnement), mais de manière plus générale pour les abonnés, en raison du coût réduit du déplacement en transports en commun. Le vélo apparaît également comme un mode de déplacement compétitif pour des trajets de distances raisonnables.	Forte

1.9.2 IMPACTS SUR LES MODES ACTIFS (PIÉTONS ET CYCLES)

1.9.2.1 IMPACTS SUR LES MODES ACTIFS EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **IMPACTS**

La présence de boue et de salissures non maitrisées et en excès peuvent représenter des sources d'accidents pour les piétons et cyclistes circulant sur la voie publique.

Par ailleurs, les entrées et sorties des camions au sein du chantier et des bases vie/ zones de stockage peuvent dégrader également les conditions de sécurité. Les cheminements piétons le long des routes peuvent être modifiés par endroits, tout comme les pistes cyclables.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Fort

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

Localisation des mesures : l'ensemble du projet.

➢ $MR_{Modes\ actifs}$ 1 : Propreté de l'espace public

Il devra être mis en place **des mesures pour limiter les salissures aux abords du chantier** telles que le passage d'une balayeuse sur les voies de livraison et/ou sur la voirie publique à une fréquence permettant de maintenir la voirie dans un parfait état de propreté.

➢ $MR_{Modes\ actifs}$ 2 : Sécurité du chantier

Il est rappelé qu'un coordonnateur SPS (Sécurité et Protection de la Santé) sera présent durant toute la durée du chantier (voir chapitre 1.2.2.4.5. Sécurité du chantier).

Les travaux se déroulant sur le domaine public, la sécurité du chantier concerne aussi bien le personnel travaillant sur ces chantiers que les usagers et les riverains de l'espace public. En effet, les causes d'insécurité sont généralement dues à la confrontation entre engins de chantier, circulation générale et circulation piétonne.

Les itinéraires piétons et cycles ainsi que les accès riverains seront conservés durant toute la durée du chantier. Les cheminements actuels devront donc être maintenus ou déviés. Les entreprises prendront toutes les mesures nécessaires pour mettre en œuvre **une signalétique claire** aux abords du chantier. Les modifications apportées aux itinéraires seront signalées sur le terrain et suffisamment en amont.

Des aménagements provisoires pour la sécurité des piétons et cycles seront mis en place en cas de besoin au niveau des zones d'accès au chantier ainsi qu'au niveau des bases-vie/ zones de stockage : itinéraires sécurisés, signalés et balisés (la signalisation au sol sera réalisée en peinture ou bandes collées de couleur préférentiellement jaune). En cas de modifications provisoires de cheminements piétons durant des travaux, celles-ci satisferont aux textes règlementaires en vigueur.

Les cheminements modifiés seront conformes au schéma directeur d'accessibilité de la voie publique pour les Personnes à Mobilité Réduite (PMR). Des clôtures canaliseront les flux de piétons et de cycles et joueront également un rôle de protection, s'opposant efficacement aux chutes de personnes et aux chocs (en aucun cas l'usage de simples rubans multicolores ou grillages ne peut être considéré comme suffisant). Des passerelles et ponts routiers avec garde-corps pourront être mis en place pour permettre les traversées du chantier au droit de certaines intersections et pour les accès de certains riverains. Leur surface sera antidérapante.

Les couloirs de déviation des pistes cyclables auront une largeur minimale de 1,50 m et toute dénivellation sera traitée par rampe. Le revêtement, même provisoire, sera correct et continu. Le platelage disjoint, la tôle ondulée, les bosses, les pavés désordonnés seront interdits. L'entretien et le nettoyage des pistes cyclables seront assurés par les entreprises durant toute l'activité du chantier.

Un bon éclairage nocturne sera mis en place lorsque l'éclairage public s'avèrera insuffisant. Les panneaux seront rétro réfléchissants et un balisage lumineux sera installé si le coordonnateur SPS le juge nécessaire.

L'organisation des accès au chantier fera en sorte de minimiser l'impact sur les circulations douces et de garantir la sécurité des différents flux : autant que possible, les entrées et sorties de chantiers seront assurées en marche avant par rapport aux voies de circulation ; à défaut, elles seront sécurisées par un personnel assurant la signalisation des manœuvres. Les engins utilisés seront systématiquement pourvus de signaux sonores et d'avertisseurs de recul (type « cri du Lynx »).

Des palissades seront mises en place autour des zones de chantier, avec des dispositifs de sécurité (glissières, murs parapets, etc.) au droit des sites présentant des risques de chocs dus à la circulation automobile et de chutes par dénivellation.

Pendant les terrassements et en période sèche, les terres sont arrosées pour éviter l'empoussièrement excessif. Lors des opérations de soudure alumino-thermique, des écrans de protection sont mis en place pour éviter les projections et l'éblouissement des passants.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel sera faible, maîtrisé et acceptable durant toute la durée du chantier.

1.9.2.2 IMPACTS SUR LES MODES ACTIFS EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **IMPACTS**

Les bénéfices apportés par les modes actifs sont multiples et portent aussi bien sur l'environnement que sur la santé (réduction des risques d'obésité et de maladies cardiovasculaires, évacuation du stress…).

Grâce au projet, les modes actifs bénéficieront **d'aménagements confortables, lisibles et sécurisés** le long du tracé.

Le projet de trambus accompagne le développement du réseau cyclable par la mise en place, le long de la future ligne de trambus, de près de **35 kilomètres d'aménagements cyclables** s'articulant avec les itinéraires déjà existants et anticipant ceux à venir identifiés dans Réseau Express Vélo et le Schéma Directeur Vélos de Rennes Métropole. Un total de 13 kilomètres est prévu le long de la ligne T1 et 22 kilomètres le long de la ligne T2.

Environ 2 km supplémentaires de pistes cyclables nouvelles (dans les deux sens soit 4 km de distances sécurisées) seront en effet créés dans le cadre du projet. Cela ne prend pas en compte certaines pistes existantes qui seront également améliorées et sécurisées.

Le projet veille à la sécurisation des itinéraires cyclables, par la séparation physique des flux, la continuité de l'itinéraire cyclable, notamment au niveau des carrefours, la mise en place de sas vélo aux carrefours, etc.

Si l'offre en stationnement vélo est déjà conséquente sur l'ensemble de la Métropole, le projet Trambus prévoit de renforcer encore celle-ci le long du tracé des lignes. Les stations qui ne sont pas déjà dotées d'une offre de stationnement vélo à proximité se verront ainsi dotées de nouveaux aménagements. Ces aménagements ne

seront pas positionnés sur les stations en tant que telle afin d'éviter les conflits d'usages entre les vélos et le flux piéton d'usagers, mais sur le domaine public à proximité immédiate des arrêts.

Le dimensionnement de cette nouvelle offre de stationnement vélos n'est pas encore arrêté, mais il se fera en cohérence avec les besoins prévus.

Ces nouveaux aménagements de mobilités actives concourent à étendre les aires d'attraction des arrêts de transports en commun et inscrivent le projet de Trambus en cohérence avec les ambitions de la Métropole d'ancrer les pistes cyclables et cheminements piétons dans le paysage urbain, tant pour des questions environnementales que pour répondre à une demande croissante des habitants.

Rennes Métropole dispose d'une cartographie des arceaux vélos. Celle-ci montre que de nombreux arceaux sont déjà présents, surtout en intra rocade. En cas d'absence de support existant à proximité d'une station, il sera recherché une implantation d'environ 5 supports par station considérée.

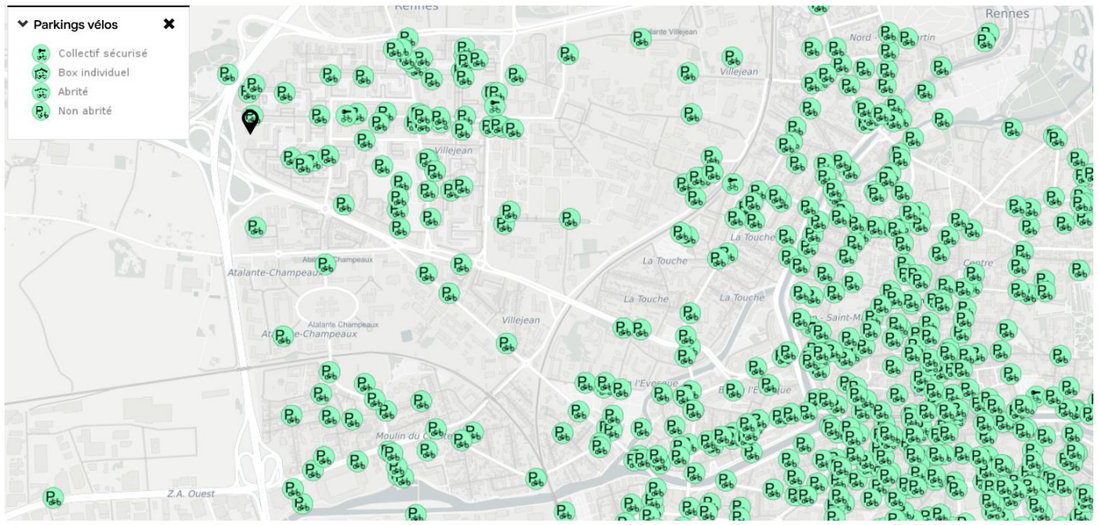


Figure 81 : Extrait de la carte des parkings vélos de Rennes Métropole (Source : https://public.sig.rennesmetropole.fr / Lien vers la carte des aménagements cyclables)

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

❑ **MESURES**

Grâce au projet, les piétons et cyclistes bénéficieront d'aménagements continus, confortables, lisibles et sécurisés tout le long du tracé. Aucune mesure n'est prévue au vu de ces impacts positifs.

1.9.3 IMPACTS SUR LA CIRCULATION AUTOMOBILE ET MESURES ASSOCIÉES

1.9.3.1 IMPACTS SUR LA CIRCULATION AUTOMOBILE EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **IMPACTS**

Les risques pour les usagers des voies (véhicules particuliers, poids-lourds mais également transports en commun) sont dus :

- 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 ;
- À la circulation des engins de chantier.

Ces rétrécissements ont des impacts sur la circulation automobile et sur la sécurité.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Fort

Par ailleurs, les stationnements présents directement le long du projet ne seront pour l'essentiel plus disponibles avant la mise en phase définitive des zones concernées.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire et permanent selon les secteurs	Fort

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

Localisation des mesures : l'ensemble du projet.

❖ MR$_{Circulation}$ 1 : Gestion des circulations automobiles durant le chantier

L'exploitation générale du chantier fera l'objet d'une réflexion particulière au stade des études détaillées, notamment en termes de maintien des circulations sur les voiries principales concernées par le projet.

Les voies pourront être réduites temporairement (circulation sur une seule voie, trafic alterné…). Ces restrictions de voies s'accompagneront également de limitations de vitesses dans les zones de travaux afin de garantir la sécurité des usagers et du personnel de chantier.

Les voiries pourront également être fermées temporairement. Des itinéraires de substitution seront alors créés.

Toutes les voies (réduites, de substitution…) devront être compatibles avec les niveaux de trafics supportés de façon à limiter au maximum les perturbations pour les usagers.

A noter que Rennes Métropole dispose d'un maillage de voies en inter quartier suffisant pour limiter les impacts du chantier. De manière générale pour les projets, Rennes Métropole organise au mieux le découpage des secteurs de travaux pour permettre un maintien de la circulation. Même dans le cas de travaux de grande ampleur, un quartier n'est jamais fermé en totalité.

La signalisation des modifications occasionnelles des dispositifs existants sera claire et réglementaire, placée suffisamment en amont pour éviter tout fourvoiement ou toute incompréhension des usagers. Les panneaux seront rétro réfléchissants et le balisage lumineux sera installé chaque fois que nécessaire.

La définition des itinéraires pouvant être empruntés par les poids-lourds et les engins liés au chantier ainsi que les modalités de circulation sera réalisée préalablement aux travaux après concertation avec les acteurs concernés (plans de circulation).

***Nota** : Toute coupure ou perturbation majeure (déviations et restrictions) de la circulation des flux automobiles sur les voies ouvertes au public sera soumise à un arrêté municipal de police.*

Des aménagements de sécurité spécifique (signalisation) pourront être mis en place sur certaines voiries, au niveau des entrées/sorties des engins sur le réseau viaire notamment. Il est rappelé qu'un coordonnateur SPS sera présent durant toute la durée du chantier (voir chapitre 1.2.2.4.5. Sécurité du chantier).

En cas de risque de conflit particulier avec des circulations piétonnes et cyclistes, des dispositifs à glissières ou à mur parapet résistant aux chocs dynamiques seront mis en place en lieu et place des clôtures. Il en est de même pour le côtoiement de parties de chantiers dangereuses (fouilles profondes par exemple).

Concernant la propreté des voiries (y compris les déviations), les entreprises de travaux seront chargées du nettoyage de ces dernières (boue, poussière, etc.), qui devront être maintenues dans un parfait état de propreté durant toute la durée du chantier.

❖ MR$_{Circulation}$ 2 : Travaux de nuit pour limiter l'impact sur la circulation

Certains travaux seront réalisés de nuit afin de ne pas impacter la circulation. Ces travaux de nuit seront toutefois limités au maximum. Ainsi, seuls quelques travaux de tapis final pourront être faits de nuit en fonction des problématiques d'accès. Aussi, il est déjà convenu d'intervenir de nuit pour limiter les nuisances (forte circulation en journée et absence d'habitation à proximité donc absence de nuisances sonores) sur la route de Lorient en extra rocade.

Il est rappelé que le travail en dehors des heures légales est soumis à des autorisations administratives préalables (mairie, préfecture, etc.) (voir chapitre 1.2.2.3.4. Horaires de chantier).

❖ $MR_{Circulation}$ 3 : Mesures spécifiques aux services de secours

L'accès des services de Secours devra être toujours maintenu en tous lieux. Lorsqu'une rue est barrée, les dispositions pour le maintien des accès des véhicules pompiers et ambulances sont à prévoir. En cas de retard ou d'impossibilité de déploiement des moyens des services de secours publics, la responsabilité du Titulaire (entreprise de travaux) impliqué pourra être recherchée. En effet, **le niveau de sécurité des riverains ne doit pas être diminué par une limitation des capacités d'intervention des services de secours**.

Les dimensions minimales de largeur de chaussée et de rayon de braquage sont conformes aux exigences du véhicule type "grande échelle pompiers" chaque fois que nécessaire.

On différencie deux types de voies utilisables :

- **la voie engin**, publique ou non, permettant la circulation de tous types d'engins de secours et l'accès aux bouches et poteaux d'incendie, généralement sur les trottoirs à des distances précises de la voirie (réglementairement 5 m maximum de la voie publique ou de la voie carrossable la plus proche) ;
- **la voie échelle**, permettant la mise en station des échelles sur une aire de mise en station.

De manière très générale, quelle que soit la destination ou la hauteur du bâtiment, les caractéristiques des dessertes doivent permettre d'en assurer l'accès aisé depuis la voie publique jusqu'à l'adresse ou accès principal, la voie « engin » doit être maintenu.

Les hydrants (bouches et poteaux d'incendie) situés sur l'emprise des chantiers doivent rester libres et accessibles afin de permettre leur utilisation dans les meilleurs délais. Les emplacements des hydrants seront signalés sur les palissades ou sur les équipements de délimitation des chantiers.

Si les travaux sont de nature à gêner durablement, voire à interdire l'utilisation des hydrants (en cas de déplacement de ceux-ci par exemple), il est impératif d'avertir le service compétent du SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) d'Ille-et-Vilaine. Dans ce cas, des mesures compensatoires provisoires doivent être proposées par le maître d'ouvrage afin de garantir le maintien de l'approvisionnement en eau d'incendie. Une attention particulière doit être apportée lors de travaux faits à proximité des établissements recevant du public, immeubles d'habitations et immeubles de grande hauteur équipés de colonnes sèches ou humides. En effet, l'indisponibilité de ces équipements est de nature à entraîner un arrêt de l'exploitation de l'établissement concerné.

Toutes les solutions seront envisagées en concertation avec les services d'incendie et de secours. Une organisation et une planification stricte des chantiers ainsi qu'une collaboration étroite avec les services de secours peuvent permettre le maintien d'un niveau de risque acceptable en milieu urbain très contraint.

❖ $MR_{Circulation}$ 4 : Mesures spécifiques aux stationnements

En phase travaux, les stationnements présents directement le long du projet ne seront pour l'essentiel plus disponibles avant la mise en phase définitive des zones concernées (voir le bilan stationnement en phase exploitation par la suite). En fonction des types de phasages, ces mises en phases définitives pourront être mises en place en amont de la fin globale des travaux.

Des fonctionnalités spécifiques de stationnement pourront néanmoins être maintenues si besoin en imposant des contraintes aux entreprises de travaux. Cela comprend notamment les places PMR (Personnes à Mobilité Réduite), places de livraisons ou encore de transport de fond. Les démarches mises en œuvre peuvent par exemple être le maintien d'un stationnement dédié dans une rue perpendiculaire à proximité. Dans les cas les plus contraints, le maintien en phase provisoire au sein du chantier (avec des déplacements itératifs) et à proximité des points de fonctionnalité pourront être envisagés.

Pour les stationnements riverains et commerces, des solutions de parking de remplacement pourront être recherchées bien qu'il faille alerter sur le peu d'emprises disponibles dans le tissu urbain dense des villes concernées par le projet.

En cas de secteur tendu pour le stationnement, Rennes Métropole octroiera des autorisations aux résidents à proximité pour utiliser gratuitement des parkings payants. L'impact est donc limité. Si nécessaire, des parkings privés pourront être aussi utilisés en montant une convention d'occupation avec une éventuelle indemnisation.

Il est à noter de même que les déviations (transports en commun ou véhicules légers) qui seront proposées pourront avoir un impact sur la disponibilité des stationnements dans certains quartiers. Certaines déviations pourront amener à supprimer des stationnements afin d'autoriser le passage de bus ou leur giration à proximité des carrefours.

Cette réflexion sur les stationnements fera partie intégrante des échanges réalisés avec les autorités compétentes et les usagers.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

Le déroulement des travaux tiendra compte de l'impact sur les circulations automobiles. L'impact est jugé faible et acceptable.

1.9.3.2 IMPACTS SUR LA CIRCULATION AUTOMOBILE EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **IMPACTS**

❖ Incidences sur le réseau viaire

L'insertion des Trambus T1 et T2 implique quelques changements sur l'organisation du réseau viaire de la ville de Rennes. L'illustration ci-après met en évidence les voiries dont les règles de circulation sont modifiées en situation de projet, ou pour lesquelles la capacité viaire est impactée par les nouveaux aménagements des lignes T1 et T2.

Afin de faciliter la circulation des Trambus, la mise en service des lignes T1 et T2 implique des fermetures de voies à la circulation routière de transit, tout en maintenant la desserte locale, grâce à la mise en place de plans de circulation:

- Sur la rue de Lorient, dans les deux sens sous la voie ferrée ;
- Sur la rue du Recteur Henry, qui passe à sens unique en tête-bêche (sens unique opposés permettant de privilégier un usage local de la voie, ainsi que le passage des bus).

La capacité de certaines voiries diminue en raison de la création de sites propres. Des voies de circulation sont supprimées sur le boulevard St Jean Baptiste de la Salle.

Au niveau de la cité administrative, une nouvelle voirie est créée intégrant un site propre bus bidirectionnel sur son extrémité Sud. Cette nouvelle voie a également pour vocation d'accompagner la mutation urbaine de ce quartier voué à plus de densité.

Une analyse approfondie a été menée sur la rue de Lorient entre la rue de la Barre Thomas et la rue Charles Géniaux afin de s'assurer du maintien de conditions de circulation satisfaisantes pour tous les véhicules.

Il en résulte une adaptation du plan de circulation à proximité de la porte de Lorient permettant un fonctionnement simplifié des carrefours :

- Interdiction des mouvements de tourne-à-gauche de la rue de Lorient vers la rue Brindejonc des Moulinais ;
- Inversion du sens de circulation sur la rue Jean Pierre Calloc'h.

La réorganisation du réseau viaire prévue dans le cadre du projet de Trambus T1 et T2 vise une meilleure circulation des bus, mais aussi des impacts réduits sur la circulation générale à l'exemple de l'intervention sur le secteur du Roazhon Park. Par ailleurs, elle implique peu de changement de sens de circulation, permettant une appropriation plus aisée des nouveaux aménagements par les usagers.

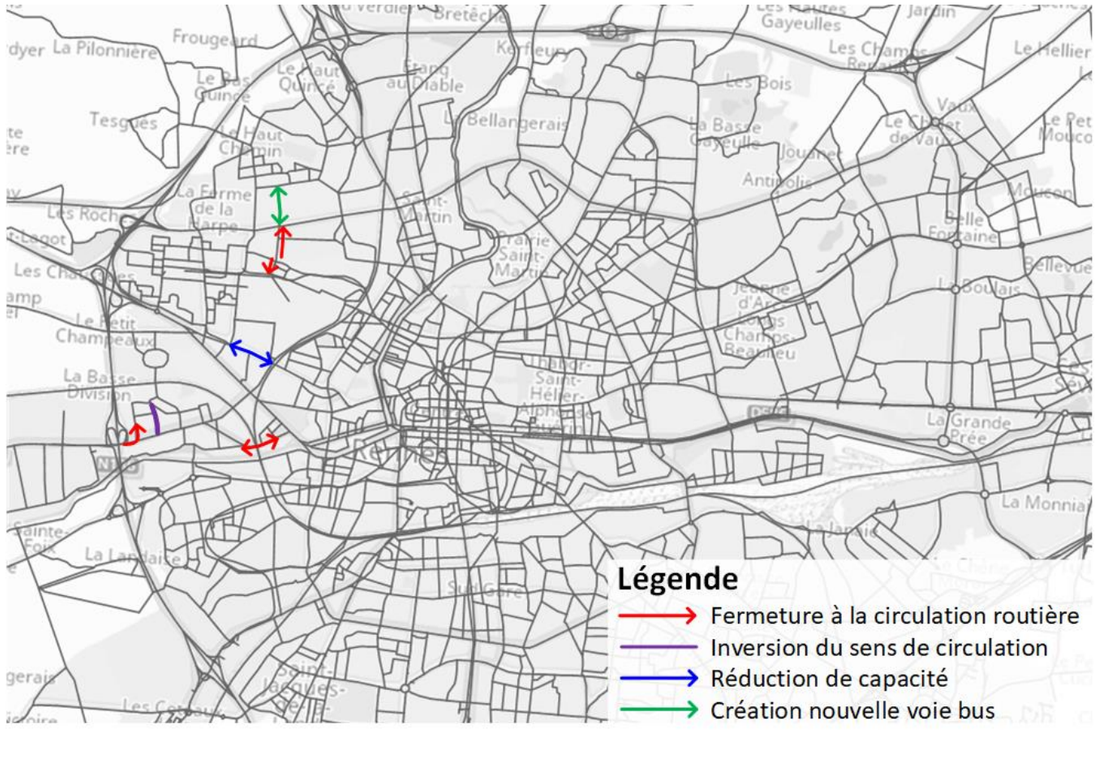


Figure 82 : Modifications de voirie en situation de projet (avec T1, T2) par rapport à la situation de référence (sans T1, T2)

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Négligeable

❖ Incidences sur les trafics

Au regard de la réorganisation de la voirie, des impacts ponctuels sont attendus en termes de choix d'itinéraire pour les automobilistes, pouvant se traduire par des baisses de trafic localisées en vert sur la figure suivante et des hausses de trafic représentées en rouge.

La **fermeture du passage de la rue de Lorient sous la voie ferrée** donne lieu à un report de trafic sur l'itinéraire alternatif de la rue Louis Guilloux et du boulevard Marbeuf. Sur un total de 4 000 véhicules (deux sens confondus) empruntant quotidiennement la rue de Lorient, **environ 3 400 véhicules se reporteraient sur la rue Louis Guilloux et sur le boulevard Marbeuf**, les vélos et riverains n'étant pas impactés par la restriction sous la voie ferrée.

Par rapport au volume de trafic journalier actuel mesuré par la métropole sur ces deux axes, cette évolution de trafic correspondrait à une hausse de 25% du trafic journalier de la rue Louis Guilloux, et à 37% du trafic du boulevard Marbeuf.

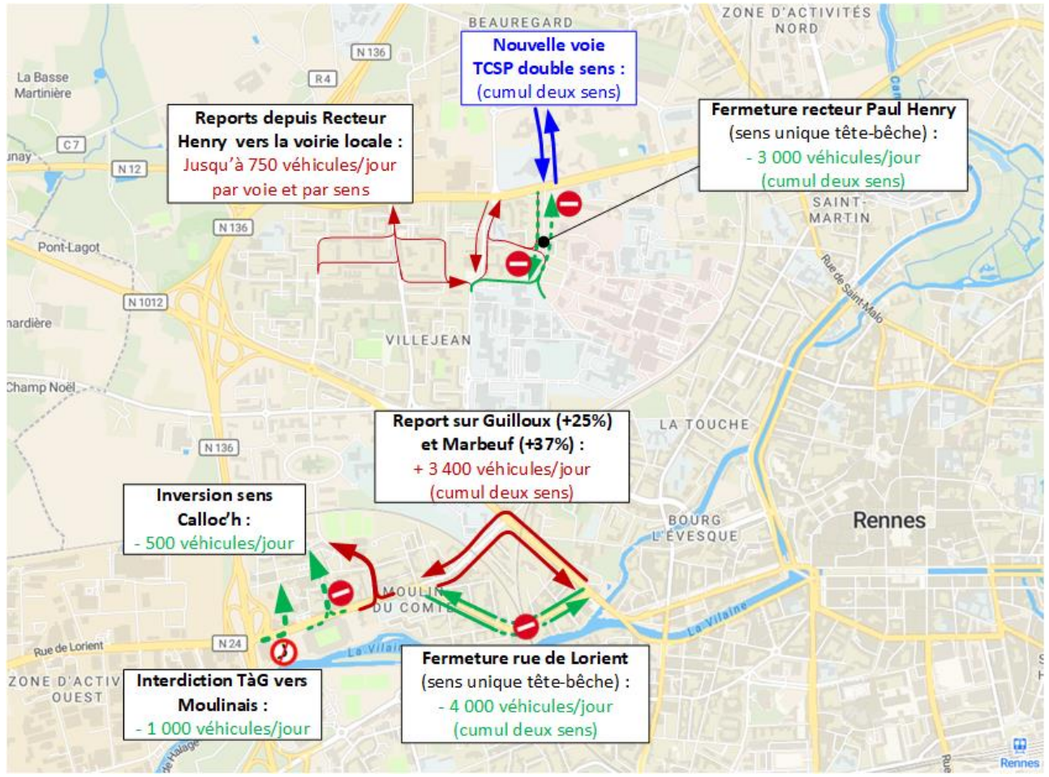


Figure 83 : Synthèse des reports de trafic attendus en situation de projet après mise en œuvre des modifications de voirie nécessaires au projet (source : modèle de trafic et expertise des enquêtes de circulation de la Porte de Lorient)

A l'ouest du boulevard Marbeuf, des évolutions de trafic sont attendues à la suite de la mise en œuvre du plan de circulation aux abords de la porte de Lorient. L'interdiction des mouvements de tourne-à-gauche vers la rue Brindejonc des Moulinais (1 000 véhicules/jour en moins) ainsi que l'inversion du sens de circulation sur la rue Jean Pierre Calloc'h (500 véhicules/jour de moins en transit) donneront lieu à un report de trafic du même ordre dans le sens Sud > Nord sur la rue Charles Géniaux.

La mise à sens unique en tête-bêche de la rue du recteur Paul Henry donne lieu à un report de trafic sensible, avec près de **3 000 véhicules en moins par jour** sur cet axe qui se verra dévolu aux circulations des trambus et à un usage local. Les reports de trafic sur l'ensemble de la voirie environnante sont diffus, avec des reports atteignant au maximum 750 véhicules/jour sur la rue d'Alsace, axe le plus impacté par les restrictions.

A titre de comparaison, la nouvelle voie en site propre aménagée dans le prolongement de la rue du recteur Paul Henry concentrerait près de 7 500 voyageurs/jour (deux sens confondus).

Les reports d'itinéraire restent modérés en lien avec des réorganisations du plan de circulation assez ponctuels.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Faible

❖ Report modal vers le bus, réduction des émissions de gaz à effet de serre, réduction de l'accidentologie

La réalisation du projet de trambus s'inscrit dans une démarche de promotion d'une mobilité durable, au bénéfice de l'ensemble de la collectivité. L'amélioration des services de transports en commun urbains favorise le report modal des usagers de la route vers le bus (voir chapitre Transports en commun par la suite), mode de transport moins polluants et moins émissif en gaz à effet de serre. Cette évolution des pratiques de mobilité impacte également les nuisances sonores et l'accidentologie.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

❖ Stationnements

Le bilan des stationnements pour la ligne T1 est présenté dans le tableau suivant pour chaque section. Au total, 392 places sont présentes en situation actuelle. La situation projetée prévoit de maintenir 249 places (64% de places conservées).

Tableau 28 : Bilan des stationnements pour la ligne T1

n°	Section	Hypothèse	Nombre de places sur domaine public situation initiale	Nombre de places sur domaine public après aménagement
1.1	Terminus "La Plesse" - Chesnay Beauregard		0	0
1.2	Chesnay Beauregard – Cerisaie		0	0
1.3	Chesnay Beauregard – Grand Quartier		0	0
1.4	Duvivier		13	10
2.1	Dulac		19	0
2.2	Germain / Léonard		0	0
2.3	Cucillé Est	base	0	0
2.4	Cucillé-Mussat	base	9	0
2.5	Cucillé Ouest	base	26	0
3.1	Parc administratif		0	0
3.2	Villejean Nord-Est		0	0
4.1	Gaston Berger	base	224	178
4.2	carrefour Gaston Berger / La Salle		0	0
5.1	la Salle		41	29
5.2	Carrefour La Salle/Marbeuf		0	0
5.3	Marbeuf		5	0
6.1	Guilloux		53	32
6.2	Carrefour Lorient et Confluence		2	0
7.1	Campus Beaulieu		0	0
7.2	Av Touraudais		0	0
7.3	Clos Courtel sud		0	0
8.1	Clos Courtel Nord (ZAC)		0	0
8.2	Clos Courtel Nord (hors ZAC)		0	0
8.3	Fougères - ZA St-Sulpice		0	0
			392	249
			taux de places conservés	64%

Le bilan des stationnements pour la ligne T2 est présenté dans les tableaux suivants pour chaque section. Au total, 2 223 places sont présentes en situation actuelle. La situation projetée prévoit de maintenir 2 016 places (90,7% de places conservées).

Tableau 29 : Bilan des stationnements pour la ligne T2 Ouest Intra Rocade

	Nbre de places de stationnement		Commentaires
SECTION	Avant	Après	
Rocade-Marbeuf	65	5	A l'echelle du quartier 437 places existantes, 375 à terme
Marbeuf-Octroi	13	9	
Mail	76	20	
Total	**154**	**34**	

Tableau 30 : Bilan des stationnements pour la ligne T2 Ouest Extra Rocade et T2 Est

	Nbre de places de stationnement		Commentaires
SECTION	Avant	Après	
P+R 3 Marches	18	37	le nombre de places restant en accès public sera à adapter en fonction des besoins
RN24	0	0	
Rue de Rennes - Rue de Paris	826	798	-3%
Cesson centre ville	1225	1147	-6%
Total	**2069**	**1982**	**-4%**

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Faible

❖ Sécurité routière et réduction des nuisances

La réalisation du projet de Trambus s'inscrit dans une démarche de promotion d'une mobilité durable, au bénéfice de l'ensemble de la collectivité. **L'amélioration des services de transports en commun urbains favorise en effet le report modal des usagers de la voiture vers le bus, mode de transport moins polluant et moins émissif en gaz à effet de serre.** Cette évolution des pratiques de mobilité impacte également les nuisances sonores et l'accidentologie.

➢ ***Une diminution de la circulation routière***

Chaque reporté depuis la voiture vers les nouveaux services de transport en commun urbains à disposition permet de réduire de 7 kilomètres en moyenne les distances parcourues en voiture. Ce sont ainsi 11 000 kilomètres évités par jour, soit 2,8 millions de kilomètres évités par an en 2030 grâce au projet.

La mise en service des Trambus T1 et T2 s'établit en remplacement de la ligne C4 et s'accompagne d'une restructuration des lignes C6 et 11, se traduisant par :

- 7 200 kilomètres parcourus chaque jour par les Trambus, soit 2,1 millions de kilomètres par an ;
- -6 700 kilomètres évités chaque jour pour les bus classiques, soit -2,0 millions de kilomètres par an.

Au global, les distances parcourues par les transports en commun avant et après la réalisation du projet restent proches permettant de limiter les impacts sur les coûts d'exploitation.

➢ ***Une diminution de la pollution atmosphérique***

Les émissions à l'origine de la pollution atmosphérique sont multiples (particules fines, oxydes d'azote, monoxyde de carbone, gaz carbonique, hydrocarbures…) et dépendantes de la motorisation, des caractéristiques techniques des véhicules, des vitesses pratiquées, du type de conduite… Leurs effets sont difficiles à appréhender car ils s'établissent sur le long terme, mais ils incluent les impacts sur la santé, en particulier sur le système respiratoire, les impacts sur l'environnement, les effets sur les constructions en termes de dégradation des façades…

Le projet, grâce aux reports modaux vers des bus 100% électriques contribuera à une **réduction des émissions de polluants**.

➢ ***Une réduction de l'effet de serre en phase d'exploitation***

Le secteur des transports par la combustion d'énergie fossile constitue la principale source de gaz à effet de serre (CO_2, …) avec 31% des émissions en 2019 en France (source : Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire).

Le projet concourt à augmenter le nombre d'usagers des transports en commun avec des reports modaux depuis la voiture. Les pistes cyclables et trottoirs favorisent les modes actifs, non polluants. Ainsi, le projet permet une réduction des émissions de gaz à effet de serre en phase d'exploitation.

En phase exploitation, les émissions évitées sont évaluées à 260 tonnes de CO_2eq[5] en 2030. Sur une période de 22 ans (2028-2050), le projet permet d'éviter 3 600 tonnes de CO_2eq.

En parallèle, en phase de chantier, la réalisation des travaux émet des gaz à effet de serre qui viennent compenser la réduction liée aux reports modaux de la voiture vers les bus.

Si on cumule la phase d'exploitation et la phase de chantier, le projet génère une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, laquelle est intégrée dans le bilan socio-économique ci-après en dissociant chacun des deux postes pour une meilleure lisibilité.

➢ *Des effets maitrisés en termes de nuisances sonores*

L'étude acoustique réalisée dans le cadre du projet fait état d'une augmentation maximale de 3 dB, et de niveaux de bruit prévisionnels restant en-deçà des seuils règlementaires sur les axes qui subiront le plus de reports de trafic routier. Il n'est donc pas prévu de mesures compensatoires.

➢ *Une amélioration de l'accidentologie*

Tous les modes de déplacement présents sur l'espace public peuvent être sujet à un accident matériel ou corporel de la circulation : piétons, vélos, deux-roues motorisés, automobiles, bus et poids lourds.

Les gains de sécurité routière générés par la réduction des kilomètres parcourus par les automobiles compensent la hausse du risque d'accidentologie liée aux quelques services de bus supplémentaires.

Par ailleurs, les aménagements cyclables réalisés dans le cadre du projet **amélioreront la sécurité des déplacements à vélos.**

Les plans d'aménagement du Trambus ont également été réalisés dans l'optique de réduire les points noirs de sécurité déjà recensés. En particulier, le réaménagement de la voirie aura pour effet **de sécuriser la circulation au niveau du Mail François Mitterrand, de la Place de Bretagne ou encore à proximité des giratoires de Cesson-Sévigné** traversés par le T2.

La diminution de la circulation routière et de ses nuisances (pollution atmosphérique, effet de serre, insécurité routière, bruit) participera à l'amélioration du cadre de vie et à la réduction des impacts des déplacements sur le territoire de Rennes Métropole.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

[5] CO_2 équivalent : il s'agit d'un gaz à effet de serre fictif et « moyen » qui regroupe l'ensemble des effets de serre émis par les transports terrestres et rapporte leurs pouvoirs de réchauffement à celui du CO_2.

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ $MR_{Circulation}$ 5 : Mesures spécifiques aux stationnements

L'insertion des lignes de Trambus T1 et T2 implique un choix quant aux fonctionnalités à maintenir au regard d'espaces publics nécessairement limités :

- Sur un total de 392 places de stationnement existantes le long de la ligne T1, 249 places peuvent être maintenues ou restituées, soit 64% ;
- Pour la ligne T2, sur un total de 2 223 places de stationnement présentes en situation actuelle, 2 016 places peuvent être conservées, soit 91%.

L'impact du projet de Trambus T1 et T2 sur les places de stationnement existantes est donc faible.

En contrepartie, le projet s'accompagne de la création de trois parcs relais, complétant les deux parking relais d'ores et déjà existants aux abords des nouvelles lignes de Trambus T1 et T2.

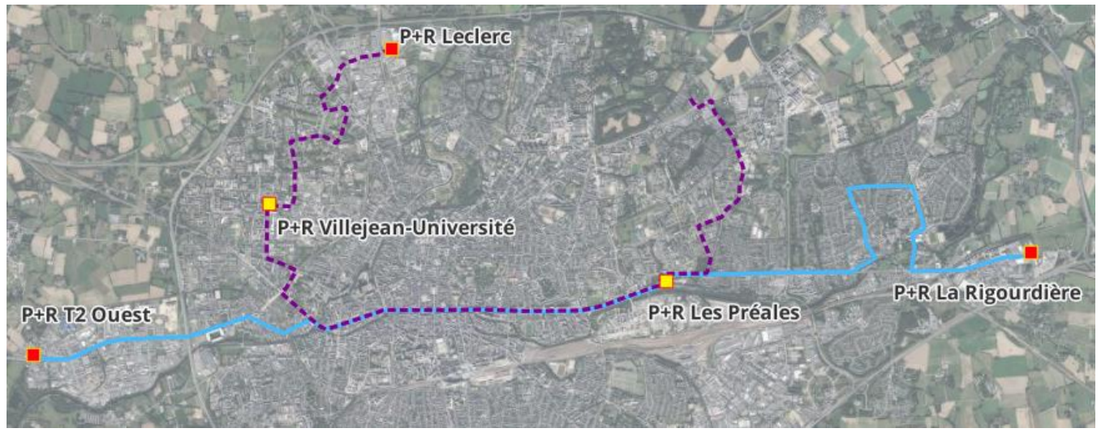
Facilitant l'accès au cœur de la Métropole pour ceux qui résident à l'extérieur, les parcs relais contribuent à étendre la zone d'influence du réseau Star et à atténuer la pression sur le stationnement et la congestion dans le centre, sans réduire la mobilité.

Deux parcs relais existants sont localisés sur le tracé du Trambus : le P+R des Préales, à l'Est du centre-ville, sera desservi par les lignes T1 et T2 et le P+R de Villejean-Université, situé à l'Ouest sur le tracé du métro ⓐ et qui sera desservi par la ligne T1.

Les trois nouveaux parcs relais, se situent aux terminus des lignes de Trambus, avec un positionnement stratégique au contact d'axes structurants et en amont des zones de saturation afin de favoriser l'intermodalité entre automobile et transport en commun.

- Le P+R de La Plesse (environ 100 places), au terminus Nord-Ouest de la lignes T1 ;
- Le P+R Centre Commercial de Cesson Rigourdière (environ 80 places) et le P+R des 3 Marches (environ 70 places) aux terminus Est et Ouest de la ligne T2.

La montée en charge de l'offre P+R se fera progressivement, avec une offre à demi-jauge prévue à la mise en service des Trambus (une extension jusqu'à 150 places pourrait être envisagée), afin de limiter les impacts en termes d'imperméabilisation. Une augmentation de la capacité plus ou moins rapide pourra ainsi être déployée dans un second temps en fonction des usages et des besoins.



En violet : T1 ; En bleu : T2 ; Carré jaune : P+R existant ; Carré rouge : P+R projeté.

Figure 84 : P+R existants et projetés

Le projet est construit dans une logique intermodale en étendant les possibilités de rabattement des automobilistes sur le réseau de transport en commun, et contribue ainsi à faciliter les modalités d'accès au cœur de Rennes.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

Les impacts résiduels sont acceptables.

1.9.4 IMPACTS SUR LES TRANSPORTS EN COMMUN ET MESURES ASSOCIÉES

1.9.4.1 IMPACTS SUR LES TRANSPORTS EN COMMUN EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **IMPACTS**

❖ Impacts sur le métro

Le projet n'aura aucun impact sur le fonctionnement du métro en phase travaux.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Nul

❖ Impacts sur le réseau de bus

Durant la phase travaux, certaines lignes de bus seront déviées pour les besoins du chantier.

Les parcours de déviations de bus seront étudiés et validés lors des études PRO ultérieures. En règle générale, Rennes Métropole maintient le plus possible le passage des bus ou propose des déviations à proximité. Les déplacements d'arrêt peuvent être prévus, le gestionnaire Keolis étant parfaitement adapté pour gérer ces situations. Keolis dispose d'applications performantes et est en capacité de communiquer des informations par affichage dans les abris de bus ou dans la presse.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❖ Impacts sur le réseau ferré

Le projet n'aura aucun impact sur le réseau ferré.

Le projet franchira les lignes ferroviaires via des ouvrages d'art déjà existants. Aucune reprise de la structure de ces ouvrages n'est prévue.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Nul

❑ **MESURES DE RÉDUCTION**

❖ MR_{TC} : Mesures de réduction pour le réseau de bus

Localisation de la mesure : concerne l'ensemble des lignes de bus impactées par les travaux du projet.

À la suite des principes de phasage et déviations qui auront été proposés et discutés (en stade d'études ultérieures), **un plan de restructuration du réseau des transports en commun en phase travaux sera établi par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et Keolis.** Toutes les contraintes de chantier seront ainsi examinées pour permettre aux bus de circuler dans les meilleures conditions possibles.

Des modifications d'itinéraires et des déplacements de stations de bus seront à prévoir. Si nécessaire, les horaires de passage et de desserte pourront être modifiés. **Le maître d'ouvrage et l'exploitant du réseau de transport prendront les dispositions utiles et nécessaires à la déviation des lignes et aux déplacements des arrêts de bus pour dégager l'emprise et l'environnement des chantiers.**

Toutes les dispositions au préalable à tous travaux seront prises afin d'éviter toute dégradation des services de l'exploitant, en particulier lorsque les arrêts de bus seront impactés par les travaux. Une zone d'arrêt sera obligatoirement maintenue aux moyens de quais de bus provisoires si nécessaire. Les spécifications techniques et géométriques seront précisées par l'exploitant.

Dans le cas d'une dégradation de ces services, les dispositions temporaires proposées par l'entreprise devront obtenir l'agrément des services concernés pour une durée déterminée.

Aucun matériau et engin (mobile ou non) ne devra entraîner de perturbation par débordement ou stationnement dans les couloirs réservés aux bus, même de très courte durée. La largeur des voies empruntées par les bus devra respecter les prescriptions de l'exploitant du réseau. Pour les croisements en carrefour, une étude des rayons et encombrements de giration en fonction des matériels présents sera toujours préalablement réalisée. Avant toute mise en service d'une installation de détournement de ligne ou de franchissement de pont routier, un essai sera programmé à l'avance sous contrôle de l'exploitant du réseau.

Des actions de communication et de sensibilisation auprès des usagers seront mises en place pour alerter le plus tôt possible les clients des modifications d'itinéraires.

❑ **IMPACTS RÉSIDUELS**

L'impact résiduel sera faible.

1.9.4.2 IMPACTS SUR LES TRANSPORTS EN COMMUN EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ **IMPACTS**

❖ Impacts sur le métro

Le projet n'aura aucun impact sur le fonctionnement du métro sur le plan technique. Toutefois, la connexion de la ligne T1 à 4 stations (Atalante et Saint Germain pour la ligne b, République et Pontchaillou pour la ligne a) ainsi que de la T2 à 2 stations (Saint Germain pour la ligne b, République pour la ligne a) est susceptible de générer un surcroît de trafic sur les 2 lignes. Le projet d'augmentation de capacité de la ligne a, qui consiste en un passage de 81 à 66 secondes de fréquence aux heures de pointe, soit +25% de capacité, et dont la mise en service est prévue en septembre 2028, permettra d'absorber cet impact. La ligne b, dont la fréquentation journalière est de l'ordre de 90.000 voyageurs par jour, contre 150.000 pour la ligne a, possède également de la réserve de capacité pour supporter cet impact.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❖ Impacts sur l'accessibilité aux transports en commun

Le projet de Trambus T1 et T2 améliore l'accessibilité des transports en commun au sein de la Métropole rennaise, facilitant l'accès aux pôles générateurs du territoire, à savoir les nombreuses zones d'activités, zones commerciales, campus universitaires, équipements de santé, etc.

Les analyses suivantes comparent les temps de parcours proposés par les trambus T1 et T2 en situation future avec projet et ceux offerts par les lignes C4, C6 ou 11 en situation sans projet entre l'arrêt République et les terminus actuels de ligne actuels (Trois Marches, Grand Quartier, Saint-Sulpice et Rigourdière).

Les données affichées ci-dessous correspondent aux temps moyens deux sens confondus en situation projet.

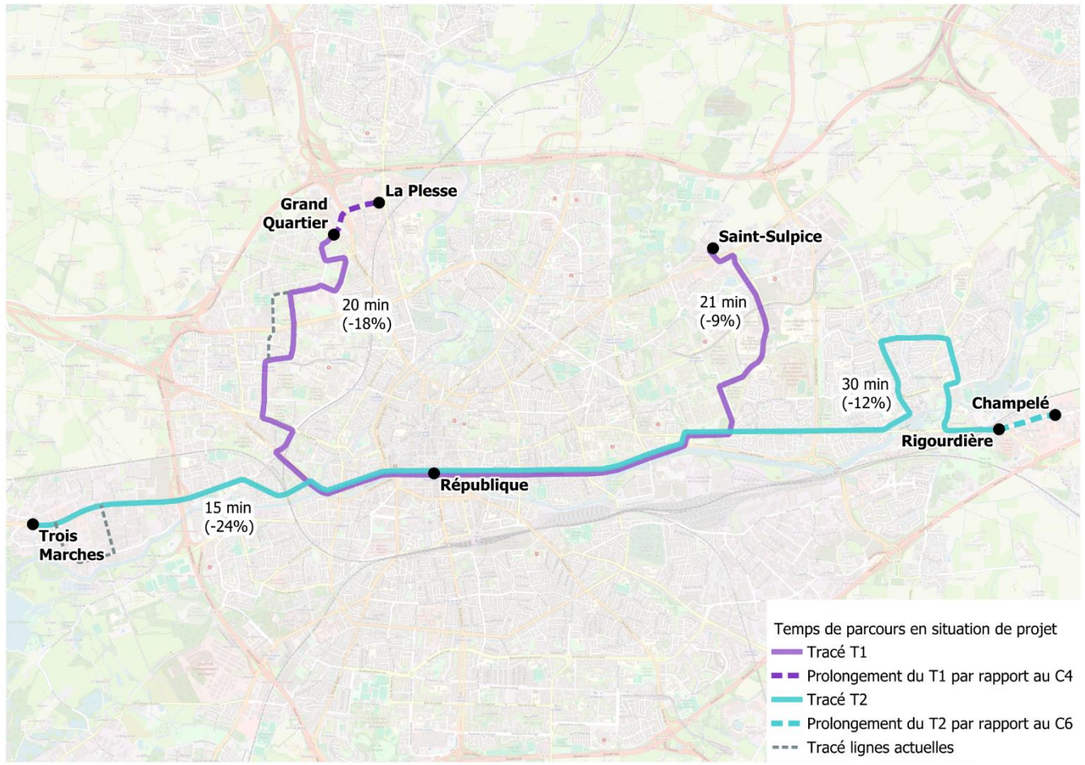


Figure 85 : Evolution du temps de trajet* en bus entre la situation de projet (avec T1 et T2) et la situation de référence (sans T1 et T2)

** Remarque : Les analyses présentées ci-dessus sont des temps passés en véhicule entre l'arrêt de montée et l'arrêt de descente (ni temps d'attente à l'arrêt, ni temps de marche pour l'accès à l'arrêt ne sont pris en compte).*

En revanche, ces différents temps (temps d'attente, temps de rabattement vers un arrêt ou de diffusion depuis un arrêt…) sont pris en compte dans le modèle multimodal de déplacements de la métropole de Rennes utilisé pour les études de trafics.

Ces analyses mettent évidence **des diminutions sensibles des temps de trajets de l'ordre de 10% à 25% entre les terminus actuels et l'arrêt République**. Ces améliorations résultent de divers aménagements :

- Sections aménagées en site propre sur la branche Ouest et la branche Est du T1 ;
- Giratoires percés le long du tronc commun T1/T2 sur la rue de Rennes;
- Optimisation du nombre d'arrêts (notamment à Cesson-Sévigné) ;
- Priorités aux carrefours ;
- Plus large ouverture des portes facilitant les montées et descentes en un temps réduit…

A l'Ouest en particulier, l'optimisation du **plan de circulation,** les aménagements de voirie de la Porte de Lorient, et la **suppression de la desserte de la ZI Ouest** permettent de diminuer le temps de trajet du T2. La voie nouvelle dévolue aux Trambus T1 (et au trafic local) créée dans la cité administrative facilite la circulation des bus.

Les aménagements prévus pour les Trambus T1 et T2 peuvent également profiter à d'autres lignes et à leurs usagers. A titre d'exemple, un trajet réalisé entre Rhoazon Park et la gare d'une durée de 19 minutes en situation de référence à l'heure de pointe du matin (ligne 11 directe) serait, grâce aux divers aménagements, de l'ordre de 17 minutes en situation de projet (correspondance T2/T3) malgré la correspondance induite.

Par ailleurs, le projet de Trambus permet une **augmentation de la fréquence de desserte**, toutes les 6 minutes (voire jusqu'à 4 minutes à terme) en heures de pointe pour la ligne T1, 7 minutes pour la ligne T2. Il contribue ainsi à réduire les temps de déplacement globaux des usagers par une réduction des temps d'attente et de correspondance.

Aux gains de vitesse et de fréquence s'ajoutent **la régularité des lignes de transports en commun**. La mise en place de sections en site propre permettant d'atteindre un linéaire constitué à 60% en site propre, la priorité aux carrefours à feux, ou encore les giratoires percés permettent de fiabiliser le respect des horaires.

Le renforcement des fréquences participe également au **confort de déplacement des voyageurs** avec des bus moins chargés. A cela s'ajoutent des dispositifs optimisant l'information aux voyageurs (lisibilité de la signalétique et information en temps réel…). Ce confort s'exprime aussi à travers le respect des principes d'aménagement des espaces publics pour l'accessibilité des personnes à mobilité réduite : matériel roulant accessible et un aménagement des stations adapté (agencement des quais facilitant la montée, nombreuses places assises, agencement intérieur favorisant la fluidité des déplacements, rampe d'accès, emplacements pour les usagers en fauteuil roulant…).

L'amplitude horaire de la desserte des bus sera par ailleurs élargie pour se rapprocher de celle des métros : 5h25 et 0h35.

Les aménagements prévus pour les Trambus T1 et T2 profiteront à d'autres lignes et à leurs usagers.

En particulier, **les autres lignes urbaines, mais également interurbaines, seront admises sur les sites propres créés** et bénéficieront ainsi des gains de temps de parcours qui résultent de ces aménagements, ainsi que de la priorité aux carrefours. Cela concerne les lignes empruntant le tronc commun des Trambus T1 / T2, mais aussi les lignes 54, 55, 56 à l'Ouest, la ligne 67 à l'Est, les lignes BreizhGo 1a/1b, etc.

De plus, les restructurations de points d'échanges, le renforcement des fréquences des Trambus permettront **des correspondances plus efficaces avec les autres lignes**. A titre d'exemple, un trajet réalisé entre Rhoazon Park et la gare d'une durée de 19 minutes en situation de référence à l'heure de pointe du matin (ligne 11 directe) serait, grâce aux divers aménagements, de l'ordre de 17 minutes en situation de projet (correspondance T2/T3) malgré la correspondance induite.

Au-delà des gains de temps de trajet en véhicule, le projet de Trambus T1 et T2, c'est aussi une augmentation des fréquences de desserte, une amplitude élargie, une meilleure régularité des services et un confort de déplacement amélioré.

Les avantages ne se limitent pas aux seuls Trambus, mais s'étendent à d'autres lignes urbaines et interurbaines : utilisation des sites propres, correspondances facilitées.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

❖ Impacts sur le réseau de bus

En reliant Grand Quartier à la ZA Saint-Sulpice avec un passage par le centre-ville permettant des correspondances avec les métros ⓐ et ⓑ, le T1 reprend en grande partie le tracé de la C4, la ligne de bus la plus fréquentée du réseau Star avec 25 380 voyageurs par jour en 2030 en l'absence du projet de Trambus T1 et T2.

La nouvelle ligne T2 reprend les tracés de la ligne 11 à l'ouest entre la ZI ouest à Vezin-le-Coquet et République, et de la ligne C6 à l'est entre République et Rigourdière à Cesson-Sévigné, renforçant ainsi la capacité et l'attractivité de ces deux axes. En 2030 en l'absence de projet de Trambus T1 et T2, ces deux lignes transportent respectivement 8 430 et 16 650 voyageurs par jour.

Le projet favorise l'attractivité du réseau de transports Star dont la fréquentation évolue de **+ 4 420 voyages entre les situations avec et sans projet à l'horizon 2030**.

Remarque : Un déplacement et un voyage ne sont pas des synonymes. Dans un déplacement, il peut y avoir plusieurs voyages. A titre d'exemple, un déplacement entre Grand Quartier et Rigourdière à Cesson-Sévigné nécessite d'emprunter la ligne T1 puis de réaliser une correspondance par exemple à la station « République » pour prendre la ligne T2. Cela correspond à 1 déplacement, mais à 2 voyages. Les modes de transport utilisés peuvent bien sûr être différents. Ces terminologies expliquent les différences entre les chiffres ci-après et ceux présentés précédemment.

Tableau 6 : Répartition des voyages sur le réseau de transports en commun urbains (source : modèle de trafic)

	Fil de l'eau 2030 (voyages par jour)	Projet 2030 (voyages par jour)	Evolution absolue (voyages)	Evolution relative (%)
Métro A	155 890	157 250	+ 1 360	+ 0,9%
Métro B	114 330	116 140	+ 1 810	+ 1,6%
C4	25 380	0	- 25 380	- 100,0%
C6	16 650	0	- 16 650	- 100,0%
11 / C11	8 430	6 410	- 2 020	- 24,0%
T1	0	26 600	+ 26 600	
T2	0	18 880	+ 18 880	
T3	24 880	24 300	- 580	- 2,3%
T4	6 860	7 760	+ 900	+ 13,1%
Autres lignes urbaines	105 910	105 410	- 500	- 0,5%
Total	**458 330**	**462 750**	**+ 4 420**	**+ 1,0%**

Pour la raison évoquée ci-avant en remarque, la hausse de la fréquentation en nombre de voyages sur les lignes urbaines est plus importante que celle des volumes de reports modaux estimés. En effet, en milieu urbain un déplacement correspond fréquemment à plus d'un voyage, en particulier sur les lignes les plus structurantes comme le Trambus qui facilitent les correspondances par leur fréquence élevée. **Le projet Trambus améliore donc les conditions de voyage d'une partie des usagers actuels des transports en commun**.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

❖ Reports modaux

Le développement du réseau structurant de transport en commun urbain influe sur les pratiques de mobilité au sein du périmètre de Rennes Métropole, et en particulier sur les communes de Rennes et Cesson-Sévigné, avec un report modal d'environ 1 060 déplacements par jour. **Ces reports modaux sont principalement issus de la voiture.**

Cette évolution du nombre de déplacements en transports en commun correspond à une **augmentation de 0.1 point de la part modale des transports en commun sur le secteur Rennes / Cesson-Sévigné**.

En outre, les résultats de la modélisation se réfèrent au mode principal de déplacement. En parallèle, il peut être logiquement attendu un renforcement des pratiques de la marche à pied et du vélo pour le rabattement sur les arrêts de transport en commun (notamment pour les reportés de la voiture).

Tableau 5 : Déplacements journaliers par mode sur le périmètre de Rennes / Cesson-Sévigné (source : modèle de trafic)

Déplacements journaliers	Sans projet en 2030	Avec projet en 2030	Effets du projet
Transports en commun	318 150	319 210	1 060
Vélo	80 480	80 320	-160
Marche à pied	423 860	423 900	40
Conducteur	435 790	434 690	-1 100
Passager	90 420	89 930	-490
Total	**1 348 700**	**1 348 050**	**-650**

Ces estimations de report modal correspondent à une hypothèse court-termisme vraisemblable, mais des leviers d'optimisation du report modal pourront être activés à plus long terme : augmentation de l'offre du Trambus T1 déjà prévue entre 2030 et 2040, renforcement de la priorisation Trambus aux carrefours, poursuite d'aménagements en site propre, politique d'apaisement de la circulation automobile (vitesse, stationnement, zone à faibles émissions mise en place depuis le 1er janvier 2025 avec calendrier de déploiement jusqu'en 2030…), etc.

En 2030, **les lignes T1 et T2 assurent chaque jour 45 480 voyages, dont 26 600 pour le T1 et 18 880 pour le T2**. Leur fréquentation représenterait ainsi près de la moitié de celle du métro ⓑ. Au-delà des reports depuis la voiture, ces lignes de trambus captent des voyageurs depuis les autres lignes de transport en commun amenant à une redistribution de la fréquentation :

- - 44 050 voyages par jour sur les lignes C4, 11 et C6.
  La ligne C4 est en effet supprimée (remplacée par le T1).
  La ligne 11 devient la C11 avec une modification de la branche ouest pour desservir Saint-Jacques-de-la-Lande.
  La ligne C6 est raccourcie avec la suppression de la branche est.
  Ainsi les voyageurs qui utilisaient ces lignes en l'absence de projet se reportent en grande partie sur les lignes de Trambus T1 et T2.
- - 500 voyages par jour sur les autres lignes de bus au profit des lignes de Trambus T1 et T2.

A noter que les lignes ⓐ et ⓑ de métro comptent à elles deux 3 170 voyages supplémentaires par jour. Certains déplacements peuvent se révéler plus intéressants en combinant le métro et les lignes de Trambus.

En situation de référence (sans Trambus T1 et T2) comme en situation de projet, les arrêts de bus modélisés aux abords de la Place de la République intègrent les aménagements prévus à l'horizon 2030 dans le cadre du projet Quais de Vilaine, indépendamment du projet Trambus ici étudié.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Positif

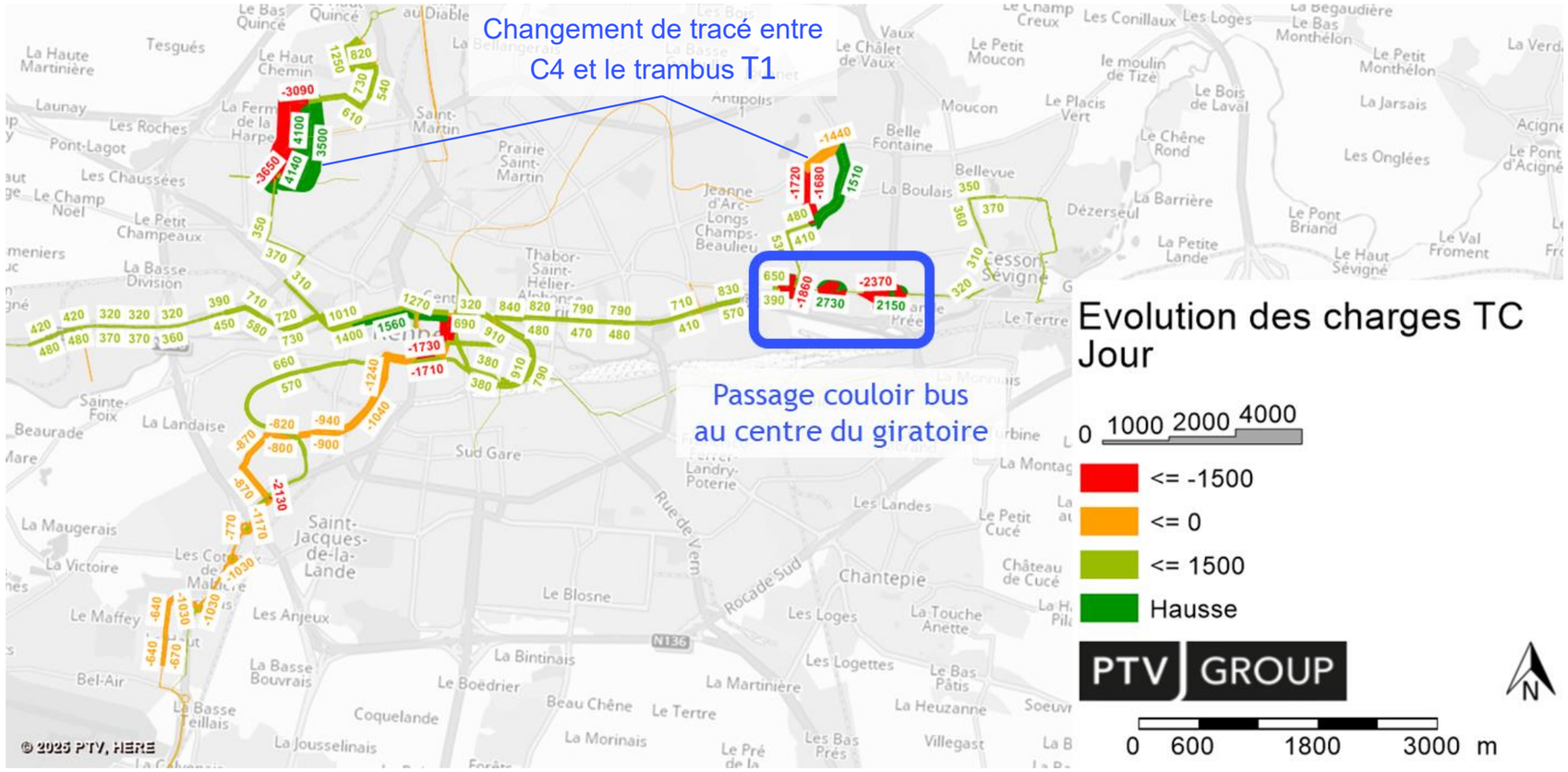


Figure 86 : Carte d'évolution de la charge en transport en commun (en nombre de voyageurs) entre la situation sans projet et la situation avec projet (source : modèle de trafic)

➢ *La ligne T1*

La ligne T1 de trambus parvient à capter 26 600 voyageurs par jour, soit plus de 13 000 voyageurs par sens.

Pour chaque sens, les graphiques ci-après dits « serpents de charge » illustrent les montées et descentes à chaque arrêt et la charge du trambus qui en résulte, c'est-à-dire le nombre de voyageurs présents sur un tronçon donné du trambus sur une journée entière.

Ils montrent une fréquentation quasiment croissante sur la branche ouest de « La Plesse » à « Musée des Beaux-Arts », puis une décroissance de la fréquentation sur la branche est entre « Paul Bert » et « ZA Saint-Sulpice ». Les tendances sont similaires dans le sens inverse, avec une fréquentation croissante de « ZA Saint-Sulpice » à « Musée des Beaux-Arts » puis une décroissance.

La charge est maximale entre les stations « Villejean-Université » et « Pont de Châteaudun. Elle atteint de l'ordre de 3 500 à 5 500 voyageurs par jour pour chacun des sens.

Les arrêts « République » (correspondance Métros ⓐ et ⓑ) et « Villejean-Université » (correspondance Métro ⓑ et P+R) constituent les stations les plus fréquentées, avec respectivement environ 4 500 et 3 000 montées par jour deux sens confondus.

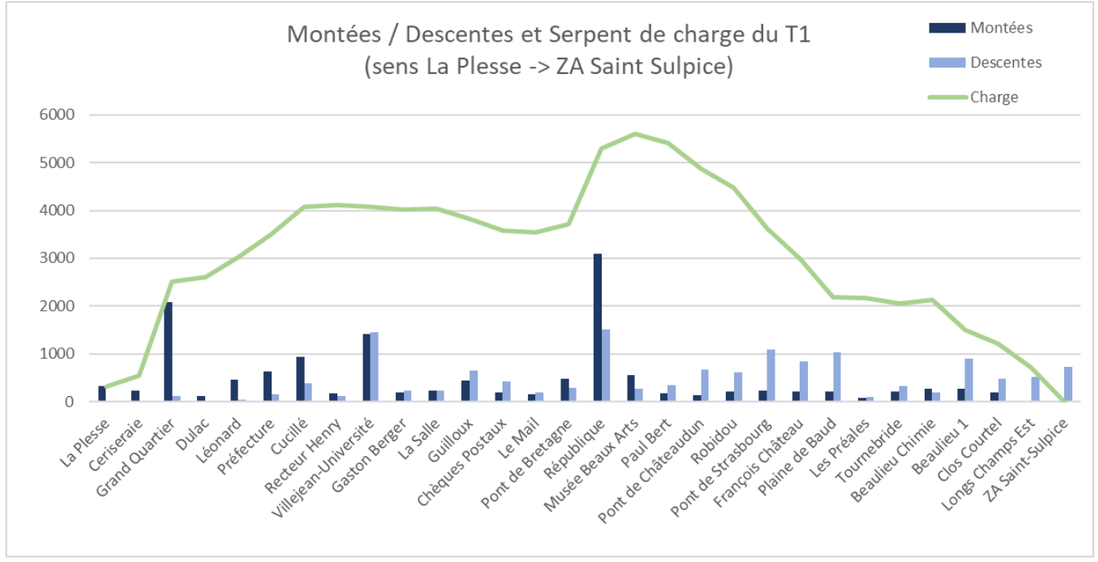


Figure 87 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T1 – Sens La Plesse > ZA Saint-Sulpice (source : modèle de trafic)

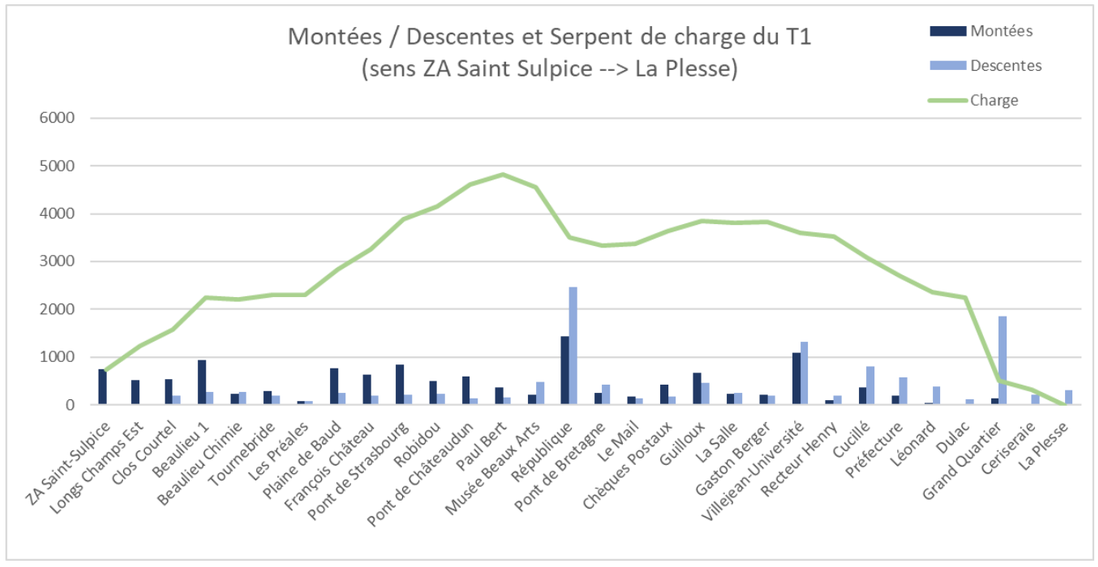


Figure 88 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T1 – Sens ZA Saint-Sulpice > La Plesse (source : modèle de trafic)

➢ *La ligne T2*

La ligne T2 de trambus parvient à capter 18 880 voyageurs par jour, soit plus de 9 000 voyageurs par sens.

Les graphiques ci-dessous montrent une fréquentation croissante sur la branche est de « Champelé » à « Musée des Beaux-Arts », puis une décroissance de la fréquentation sur la branche ouest entre « République » et « ZI Ouest ». Les tendances sont similaires dans le sens inverse, avec une fréquentation croissante de « ZI Ouest » à « Paul Bert » puis une décroissance.

La charge est maximale entre les stations « Plaine de Baud » et « République ». Elle atteint de l'ordre de 4 000 à 5 000 voyageurs par jour pour chacun des sens.

L'arrêt « République » est de loin la station la plus fréquentée de la ligne avec autour de 5 000 montées par jour et par sens.

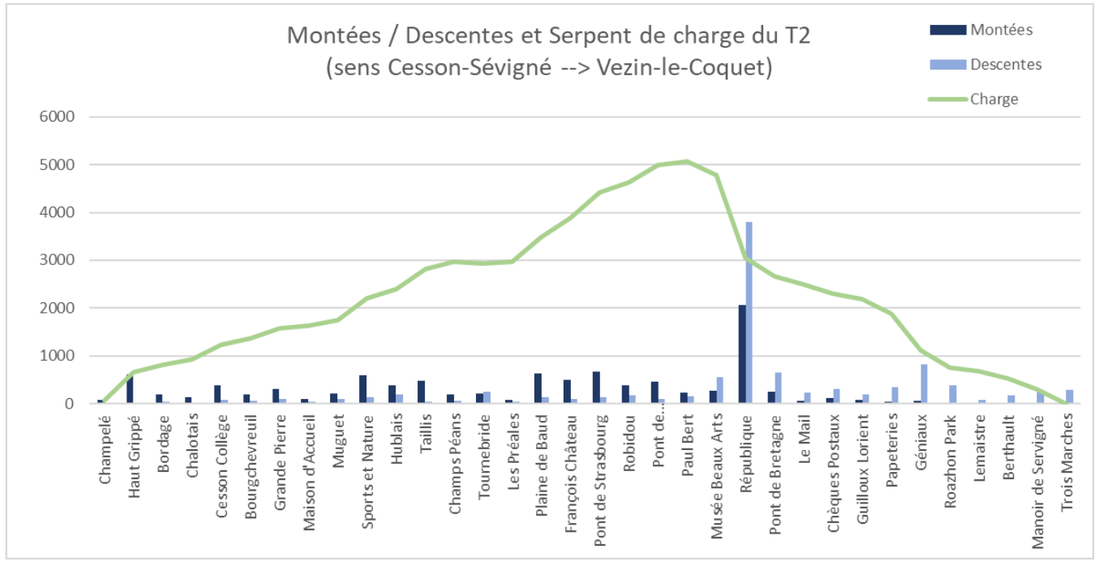


Figure 89 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T2 – Sens Champelé > ZI Ouest (source : modèle de trafic)

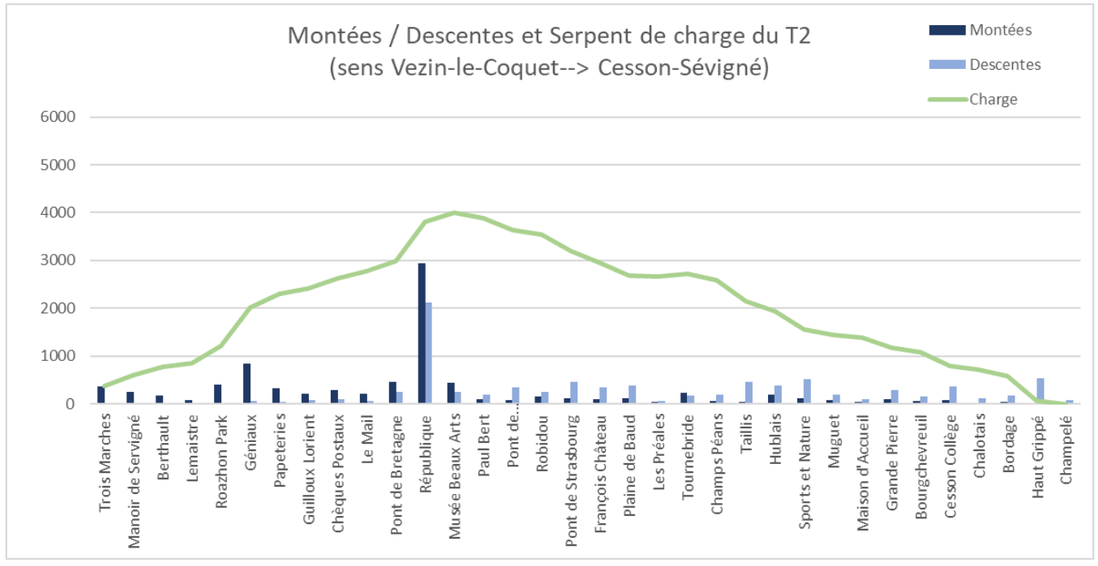


Figure 90 : Montées-descentes quotidiennes et serpent de charge du T2 – Sens ZI Ouest > Champelé (source : modèle de trafic)

❖ Un réseau de transport en commun interconnecté

Le projet est construit de manière à compléter le maillage du territoire. **Il permet de renforcer l'axe Est-Ouest de la ville, tout en offrant une interconnexion avec le maillage en croix existant formé par les lignes de métro ⓐ et ⓑ.**

Les lignes de Trambus T1 et T2 reprennent les tracés de certaines lignes de bus existantes :

- Le tracé du T1 reprend celui de la ligne C4, entre Grand Quartier et ZA Saint-Sulpice avec un passage par le centre-ville. Cette ligne offrira une correspondance avec le métro ⓐ (stations Villejean-Université et République) et avec le métro ⓑ (station Beaulieu-Atalante).
- Le tracé du T2 forme un axe Est-Ouest en reprenant la branche Est de la ligne C6, entre République et Rigourdière à Cesson-Sévigné, et une partie de la branche Ouest de la ligne 11, entre la ZI Ouest à Vezin-le-Coquet et République. Cette ligne offrira une correspondance avec le métro ⓐ à République.
- Les deux lignes auront un tronçon commun dans le centre-ville entre le quartier Beaulieu et le Mail.

La connexion des lignes de Trambus T1 et T2 aux métros a et b est susceptible de générer un surcroît de trafic sur les deux lignes de métro. Le projet d'augmentation de capacité de la ligne a, qui consiste en un renforcement de la fréquence de 81 à 66 secondes aux heures de pointe, soit +25% de capacité, et dont la mise en service est prévue en septembre 2028, permettra d'absorber cet impact. La ligne b, dont la fréquentation journalière est aujourd'hui de l'ordre de 90 000 voyageurs par jour, contre 150 000 pour la ligne a possède de la réserve de capacité suffisante pour supporter cet impact.

Le Trambus offrira également de nombreuses correspondances avec le réseau de bus. Il s'inscrit en complémentarité du projet « Quais de Vilaine » qui vise à apaiser la circulation et à induire de nouveaux usages sur les quais de Vilaine et ses abords. Les objectifs d'apaisement des quais de Vilaine profiteront donc également de l'amélioration de l'accessibilité en transport en commun amenée par le projet Trambus.

Le projet de Trambus permet ainsi un maillage du territoire en transport en commun, tout en assurant la complémentarité avec les lignes de métro et les bus.

❖ Impacts sur le réseau ferré

Le projet n'aura aucun impact sur le réseau ferré.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Permanent	Nul

❑ MESURES

En l'absence d'impact négatif, aucune mesure n'est prévue.

1.10 IMPACTS SUR LE CADRE DE VIE ET MESURES ASSOCIÉES

1.10.1 IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Qualité de l'air	Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les secteurs en dépassement réglementaires notamment les voies routières à circulation importante et leurs abords proches (principalement les routes nationales constituant le périphérique de Rennes ainsi que quelques routes départementales du cœur de l'agglomération). Les enjeux en termes de population sont les habitations et les lieux vulnérables (311 lieux recensés, crèches, bâtiments scolaires, EHPAD, maison de retraite, hôpitaux et cliniques) sis dans la zone d'étude du projet, susceptibles de voir leur exposition à la pollution augmenter du fait d'un report de trafic sur des voiries adjacentes au tracé des TramBus. Les jardins familiaux/partagés, les vergers, ainsi que les aires de jeux sis dans la bande d'étude particulaire du tracé projet (200 m centrés sur la voie) constituent des « zones à enjeu par ingestion ».	Modérée

❑ IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

Les travaux d'aménagement peuvent avoir un impact sur la qualité de l'air. Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- Les gaz d'échappement des machines et engins : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- Les émissions de poussières : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- Les émissions des solvants : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de Composés Organiques Volatils (COV) ;
- Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) : le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

La quantification des émissions d'un chantier se révèle complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, de chiffrer les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude.

Il est néanmoins faisable d'évaluer les principales émissions - sous condition de disponibilité des données ad hoc.

❖ Émissions de poussières

Dans la mesure où les données de la phase chantier ne sont pas connues à ce jour, la quantité de poussières émise par l'opération n'est pas calculable en l'état.

❖ Émissions issues du trafic des engins de chantier et des poids lourds liés au chantier

Les engins de chantier génèrent des gaz d'échappement, toutefois en quantité négligeable par rapport à ceux émis par le trafic des poids lourds lié au chantier.

Dans la mesure où les données relatives à la quantité d'engins de chantier et de poids lourds induite par le chantier ne sont pas connues à ce jour, le calcul des émissions générées par ce trafic n'est pas chiffrable à ce jour.

❖ Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers en l'absence de données calculatoires

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent en majorité du document de l'ADEME « Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air » (mars 2017).

Le tableau qui va suivre récapitule la liste des principaux polluants émis par type d'activité.

Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l'air sur les chantiers » qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes, ainsi que leur importance relative. Ce tableau s'appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 31: Ampleur relative des émissions de polluants dues aux activités de construction

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO_2, particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d'eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+
+ Faible ++ Moyenne +++Forte			

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Modéré

❑ MESURES DE RÉDUCTION

Localisation des mesures : l'ensemble du projet.

❖ MR_{Air} 1 : Réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesures existent :

- Les mesures techniques ;
- Les mesures comportementales.

Les moteurs diesel et à allumage installés sur les EMNR (engins mobiles non routiers) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA (centre de technologie en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine) propose d'utiliser des carburants dits « propres » en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'Émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées. Enfin, l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs.

Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions.

Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

❖ MR_{Air} 2 : Réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.

Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis[6] en a ainsi identifiées cinq :

- Les opérations de démolition ;
- La circulation des différents engins de chantiers ;
- Les travaux de terrassement et de remblaiement ;

Et, en moindre importance :

- La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux) ;
- Les travaux de soudure.

Afin de réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

Les marchés de travaux prendront en compte ces recommandations.

❖ MR_{Air} 3 : Réduction des émissions de COV

Les émissions de COV (**C**omposés **O**rganiques **V**olatils) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont rappelées ci-dessous :

- Bannir des préparations thermiques les revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que de solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faible émanation de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage, de manière que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

❖ MR_{Air} 4 : Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement du chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants du chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, c'est-à-dire :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette « charte » fait partie des pièces contractuelles du marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun.

En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des d'études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés ;
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).

[6] Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

À la suite de l'application des mesures de réduction concernant la qualité de l'air, l'impact résiduel sera faible et acceptable.

❑ IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

Contenu de l'analyse des impacts du projet

La réalisation du projet va modifier l'offre de transports en commun et la structuration du réseau viaire sur la zone d'étude, et subséquemment les trafics routiers.

Ces changements induits sur la qualité de l'air se retrouvent en phase chantier (les machines, l'utilisation de solvants et les opérations de construction représentent autant de sources de pollution) et en phase exploitation (modification des conditions de circulation et des trafics routiers et modification de l'offre en transports en commun).

Le contenu de l'analyse des impacts de l'opération d'aménagement « TramBus T1 et T2 » sur le territoire de l'agglomération de Rennes, est réalisé selon la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau II, c'est-à-dire :

- Incidences en phase chantier (ci-avant) ;
- Estimation de la consommation énergétique sur le réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après) sur le réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sur le réseau d'étude ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Calcul de l'Indice Pollution Population pour le NO_2 ainsi que pour les PM10 ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des lieux vulnérables de la bande d'étude du projet.

Tableau 32: Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau II selon la note technique du 22 février 2019

<table>
<tr><th colspan="3">Polluants à considérer pour une étude de niveau II</th></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à évaluer les effets du projet sur les émissions de polluants</td></tr>
<tr><td colspan="3">Oxydes d'azote (NOx)
Monoxyde de carbone (CO)
Dioxyde de soufre (SO_2)
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)
Particules PM10 et PM2,5
Benzène
Arsenic
Nickel
Benzo(a)pyrène</td></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Effets du projet sur la santé)
au droit des lieux vulnérables de la bande d'étude du projet</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Voie respiratoire</td><td>Effets aigus</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)</td></tr>
<tr><td>Effets chroniques</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)
Benzène
16 HAP* dont le benzo(a)pyrène
1,3-Butadiène
Chrome
Nickel
Arsenic</td></tr>
<tr><td>Voie orale
(Si le risque par ingestion est avéré)</td><td>Effets chroniques</td><td>16 HAP* dont le benzo(a)pyrène</td></tr>
</table>

Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation

Méthodologie

La méthodologie est présentée au chapitre 9.2.2 « Étude de qualité de l'air ».

Indices VK

L'estimation du nombre de kilomètre parcouru sur le réseau d'étude est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ». Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules.

Pour la situation analysée et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :

VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;

Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;

Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet alors l'estimation du nombre de kilomètre parcouru par l'ensemble des véhicules sur un parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux. Les indices calculés sont synthétisés dans le tableau et la figure suivants.

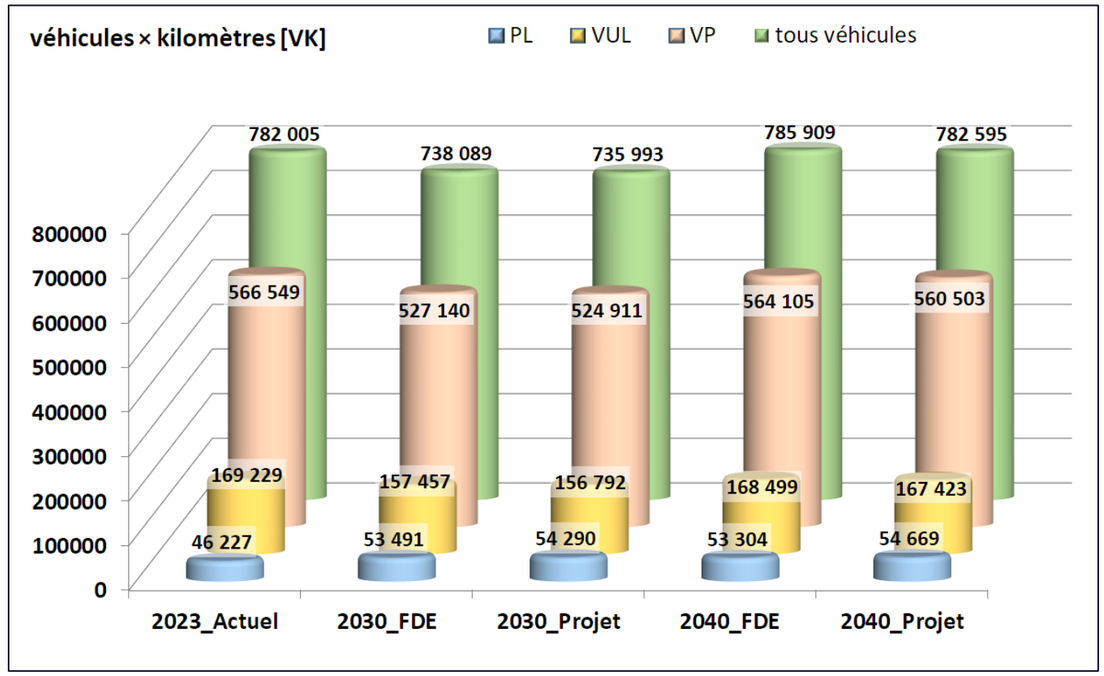


Figure 91 : Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Tableau 33: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Personnels (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	**2023 – Situation Actuelle**	566 549	169 229	46 227	782 005
Situation N°2	**2030 - Sans projet**	527 140	157 457	53 491	738 089
Situation N°3	**2030 - Avec projet**	524 911	156 792	54 290	735 993
Situation N°4	**2040 - Sans projet**	564 105	168 499	53 304	785 909
Situation N°5	**2040 - Avec projet**	560 503	167 423	54 669	782 595

Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation actuelle 2023, les VK 'Tous Véhicules' diminuent à l'horizon 2030 pour les situations 'Fil de l'Eau' (-5,6 %) et 'Projet' 2030 (-5,9 %) et augmentent à l'horizon 2040 en situations 'Fil de l'eau' (-+0,5 %) et 'Projet' (+0,1 %).

La réalisation du projet « TramBus T1 & T2 » va induire une diminution des indices VK sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante (-0,3 % en 2030 et -0,4 % en 2040, pour les TV).

Consommations énergétiques du trafic routier du réseau d'étude

Le tableau et la figure ci-après présentent les consommations énergétiques moyennes sur le réseau d'étude. Celles-ci ont été calculées à partir des données trafics par le logiciel COPERT V.

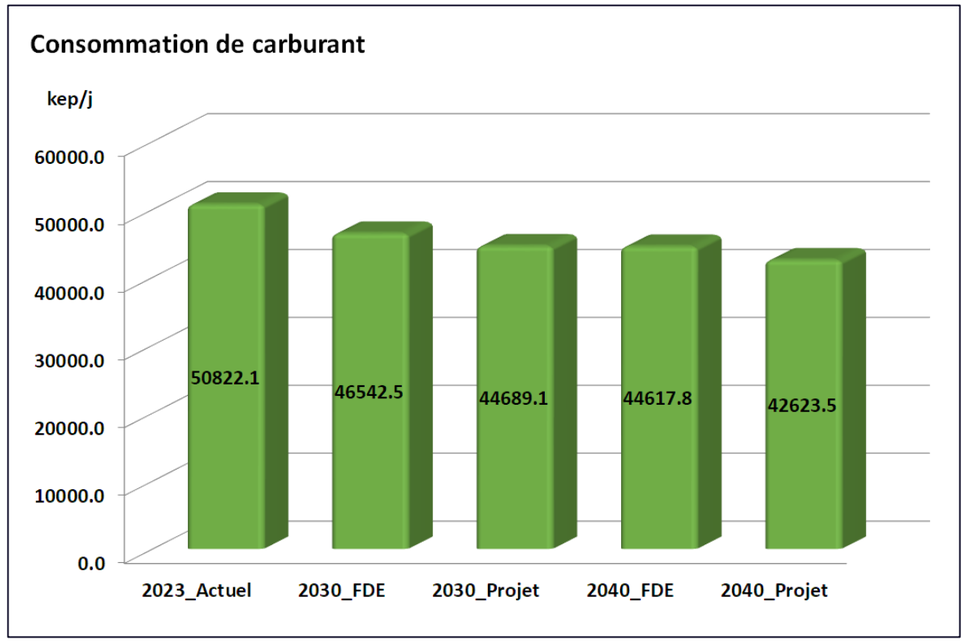


Figure 92 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Tableau 34: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°1	**2023 – Situation Actuelle**	50 822,1
Situation N°2	**2030 - Sans projet**	46 542,5
Situation N°3	**2030 - Avec projet**	44 689,1
Situation N°4	**2040 - Sans projet**	44 617,8
Situation N°5	**2040 - Avec projet**	42 623,5

Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation 'actuelle', la consommation de carburant diminue en situation 'Fil de l'Eau' (8,4 % en 2030 et -12,1 % en 2040) et 'Projet' (-12,2 % en 2030 et -16,1 % en 2040).

La réalisation du projet induira une diminution de la consommation en carburant sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante (-4,0 % en 2030 et -4,5 % en 2040).

Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Le tableau suivant présente les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'UGE-IFSTTAR (version 2023, révision d'octobre), utilisant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour le scénario Avec Mesures Existantes (AME).

Les émissions des TramBus (motorisation électrique ; aucune émission à l'échappement) sont incluses dans les émissions de particules PM10 et PM2.5.

Tableau 35: Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les situations traitées

POLLUANTS	Unité	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
		Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4	Situation 5
Oxydes d'azote	[g/j]	3,89E+05	2,37E+05	2,19E+05	1,44E+05	1,27E+05
Monoxyde d'azote	[g/j]	1,89E+05	1,19E+05	1,07E+05	8,03E+04	6,97E+04
Dioxyde d'azote	[g/j]	9,98E+04	5,53E+04	5,50E+04	2,06E+04	2,05E+04
Monoxyde de carbone	[g/j]	2,81E+05	1,61E+05	1,57E+05	1,51E+05	1,47E+05
Dioxyde de soufre	[g/j]	1,67E+03	1,63E+03	1,61E+03	1,81E+03	1,79E+03
Particules PM10	[g/j]	3,07E+04	2,75E+04	2,73E+04	2,71E+04	2,71E+04
Particules PM2,5	[g/j]	2,06E+04	1,69E+04	1,67E+04	1,60E+04	1,59E+04
Particules à l'échappement	[g/j]	7,31E+03	2,88E+03	2,78E+03	1,26E+03	1,21E+03
COVNM	[g/j]	1,28E+04	9,03E+03	7,55E+03	1,19E+04	9,84E+03
Benzène	[g/j]	3,56E+02	1,14E+02	1,13E+02	9,72E+01	9,66E+01
1,3-butadiène	[g/j]	2,15E+02	2,23E+02	1,75E+02	3,24E+02	2,55E+02
16 HAP (somme) équivalent BaP	[g/j]	1,74E+00	1,35E+00	1,32E+00	1,05E+00	1,02E+00
16 HAP (somme)	[g/j]	9,45E+01	7,20E+01	7,07E+01	5,36E+01	5,24E+01
Acénaphtène	[g/j]	1,42E+01	9,78E+00	9,74E+00	5,98E+00	5,94E+00
Acénaphtylène	[g/j]	1,06E+01	7,32E+00	7,29E+00	4,48E+00	4,45E+00
Anthracène	[g/j]	1,91E+00	1,75E+00	1,70E+00	1,68E+00	1,63E+00
Benzo[a]anthracène	[g/j]	1,49E+00	1,13E+00	1,11E+00	8,45E-01	8,27E-01
Benzo[a]pyrène	[g/j]	8,59E-01	6,51E-01	6,43E-01	4,92E-01	4,84E-01
Benzo[b]fluoranthène	[g/j]	1,20E+00	9,57E-01	9,24E-01	7,79E-01	7,45E-01
Benzo[g,h,i]pérylène	[g/j]	1,72E+00	1,34E+00	1,33E+00	1,06E+00	1,05E+00
Benzo[k]fluoranthène	[g/j]	1,01E+00	8,07E-01	7,71E-01	6,55E-01	6,19E-01
Chrysène	[g/j]	3,00E+00	2,33E+00	2,24E+00	1,81E+00	1,71E+00
Dibenzo[a,h]anthracène	[g/j]	1,89E-01	1,38E-01	1,35E-01	9,59E-02	9,35E-02
Fluorène	[g/j]	2,00E+00	1,87E+00	1,64E+00	1,80E+00	1,58E+00
Fluoranthène	[g/j]	1,40E+01	1,08E+01	1,06E+01	8,25E+00	8,08E+00
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	[g/j]	8,75E-01	6,92E-01	6,81E-01	5,61E-01	5,50E-01
Phénanthrène	[g/j]	2,78E+01	2,20E+01	2,18E+01	1,73E+01	1,71E+01
Pyrène	[g/j]	1,28E+01	9,56E+00	9,35E+00	6,95E+00	6,74E+00
benzo(j)fluoranthène	[g/j]	8,76E-01	8,60E-01	7,87E-01	8,72E-01	7,98E-01
Arsenic	[g/j]	7,65E-03	7,26E-03	7,14E-03	7,66E-03	7,56E-03
Chrome	[g/j]	3,86E-01	3,37E-01	3,29E-01	3,01E-01	2,95E-01
Nickel	[g/j]	3,88E-02	3,93E-02	3,89E-02	4,63E-02	4,59E-02

Tableau 36: Évolution des émissions moyennes journalières annuelles sur le réseau d'étude pour les principaux polluants

Émissions moyennes Journalières Annuelles	NOx	PM10	PM2,5	Particules à l'échappement	CO	SO_2
Horizon 2030 Avec Vs Sans projet	-7,7%	-0,5%	-0,8%	-3,6%	-2,8%	-1,3%
Horizon 2040 Avec Vs Sans projet	-11,5%	-0,2%	-0,4%	-3,9%	-2,5%	-1,1%
Fil de l'Eau 2030 vs Horizon actuel	-39,0%	-10,6%	-18,2%	-60,6%	-42,6%	-2,3%
Projet 2030 vs Horizon actuel	-43,7%	-11,1%	-18,9%	-62,0%	-44,3%	-3,6%
Fil de l'Eau 2040 vs Horizon actuel	-63,0%	-11,7%	-22,5%	-82,8%	-46,2%	+8,6%
Projet 2040 vs Horizon actuel	-67,3%	-11,9%	-22,8%	-83,5%	-47,6%	+7,4%
Émissions moyennes Journalières Annuelles	COVNM	Benzène	NO_2	BaP	Arsenic	Nickel
Horizon 2030 Avec Vs Sans projet	-16,4%	-0,5%	-0,5%	-1,2%	-1,6%	-0,9%
Horizon 2040 Avec Vs Sans projet	-17,7%	-0,6%	-0,6%	-1,6%	-1,3%	-0,9%
Fil de l'Eau 2030 vs Horizon actuel	-29,3%	-68,0%	-44,6%	-24,2%	-5,2%	+1,3%
Projet 2030 vs Horizon actuel	-40,9%	-68,2%	-44,9%	-25,1%	-6,7%	+0,4%
Fil de l'Eau 2040 vs Horizon actuel	-6,5%	-72,7%	-79,3%	-42,7%	+0,1%	+19,5%
Projet 2040 vs Horizon actuel	-23,0%	-72,9%	-79,5%	-43,6%	-1,2%	+18,5%

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, les émissions de polluants routiers calculées aux horizons futurs 2030 et 2040 (variation sur la somme des émissions des polluants à considérer ; Note technique du 22/02/2019) en situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau' sont inférieures aux émissions en situation actuelle (cf. graphique suivant).

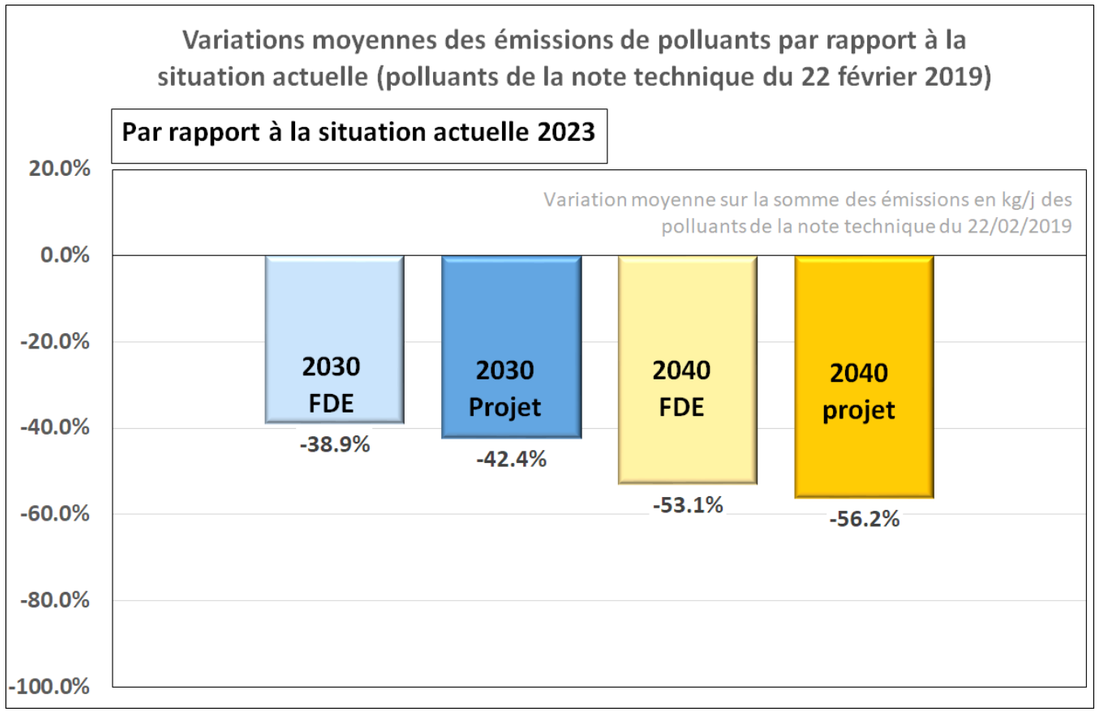


Figure 93 : Évolution des émissions de polluants routiers (polluants à considérer selon la note technique du 22/02/2019) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle

Aux horizons futurs 2030 et 2040, sur le réseau d'étude, il ressort que :

-Les émissions polluantes, liées au transport routier, pour les situations au Fil de l'Eau et Projet diminuent par rapport à la situation actuelle pour les principaux polluants (sauf SO_2 en 2040 [Fil de l'eau et Projet], arsenic en 2040 [Fil de l'eau uniquement] et nickel [2030 et 2040 ; Fil de l'eau et Projet] qui voient leurs émissions augmenter).

Comparativement à la situation actuelle 2023, l'évolution des émissions du transport routier sur le réseau d'étude (polluants de la note technique du 22/02/2019 hors polluants spécifiques à l'EQRS) en situation Fil de l'eau est de de -38,9 % en 2030 et de -53,1 % en 2040, et, est en situation projet de -42,4 % en 2030 et de -56,2 % en 2040.

Les polluants émis par la combustion épousent une trajectoire à la baisse très importante aux horizons futurs (situations Fil de l'Eau et Projet) à l'exception du SO_2 qui augmente pour les situations Fil de l'Eau et Projet, en 2040.

L'augmentation des VK sur le réseau d'étude pour les situations Fil de l'Eau et Projet à l'horizon 2040 - par rapport à la situation actuelle - sera presque totalement compensée par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions unitaires des véhicules.

Les imbrûlés (COVNM) évoluent à la baisse.

Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions aux horizons futurs diminuer de manière moins importante (cas des particules), voire augmenter (cas des métaux) du fait de l'augmentation des VK en 2040 et d'une compensation moins importante.

-La réalisation du projet induit une <u>diminution des émissions de tous les principaux polluants routiers</u> (-0,5 % à -16,4 % pour l'horizon 2030, et -0,2 % à -17,7 % pour l'horizon 2040, en fonction du polluant considéré) par rapport à la situation au Fil de l'Eau correspondante. Cela est à corréler avec la diminution des VK, induite par le projet sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

Concernant les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 (hors polluants spécifiques à l'EQRS), la mise en place du projet entraîne une <u>diminution</u> moyenne (tous polluants confondus) des émissions de polluants routiers de -5,6 % en 2030 et -6,7 % en 2040 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

Les histogrammes obtenus pour les principaux polluants émis par le trafic routier du réseau d'étude sont illustrés ci-après.

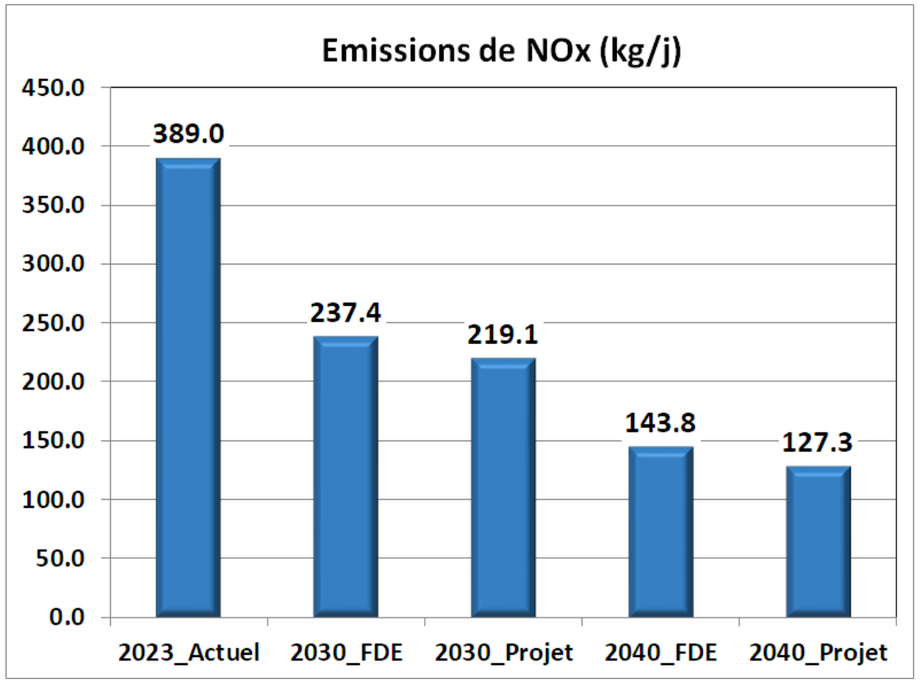


Figure 94 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

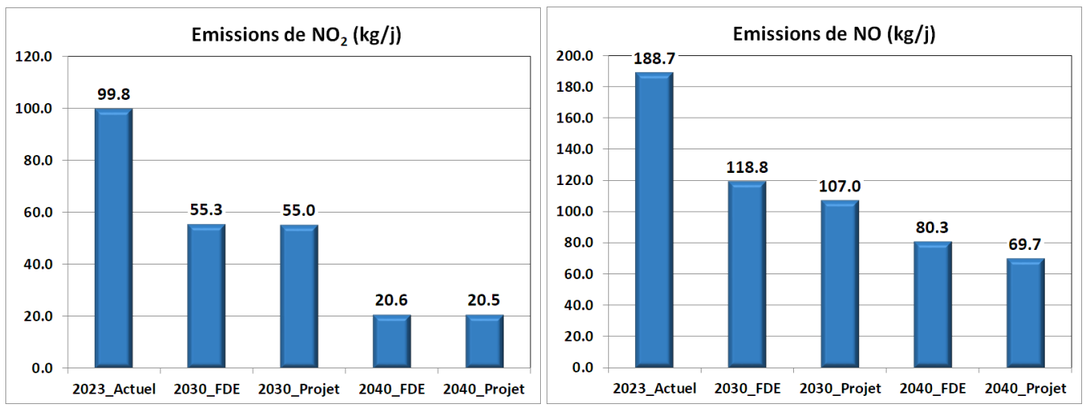


Figure 95 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

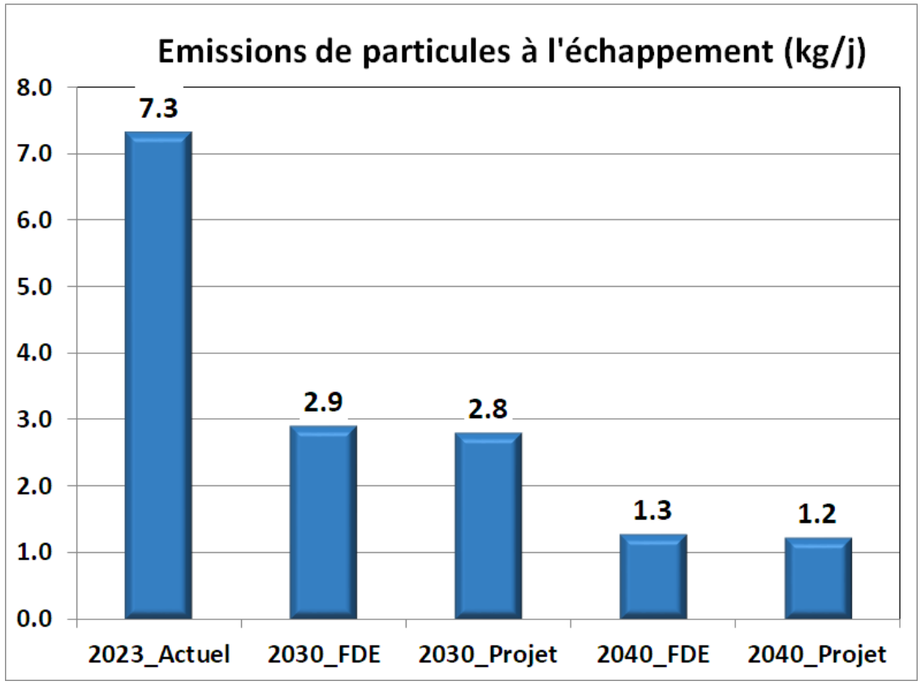


Figure 96 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle (trafic routier)

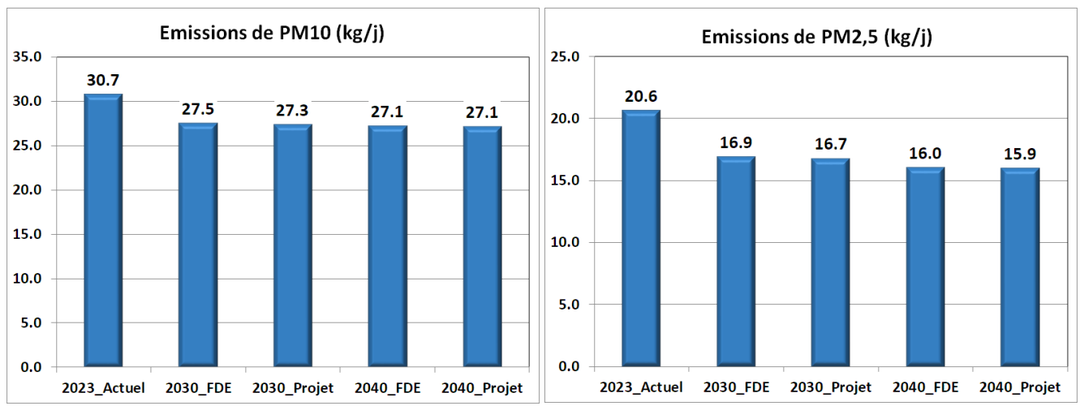


Figure 97 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle (trafic routier)

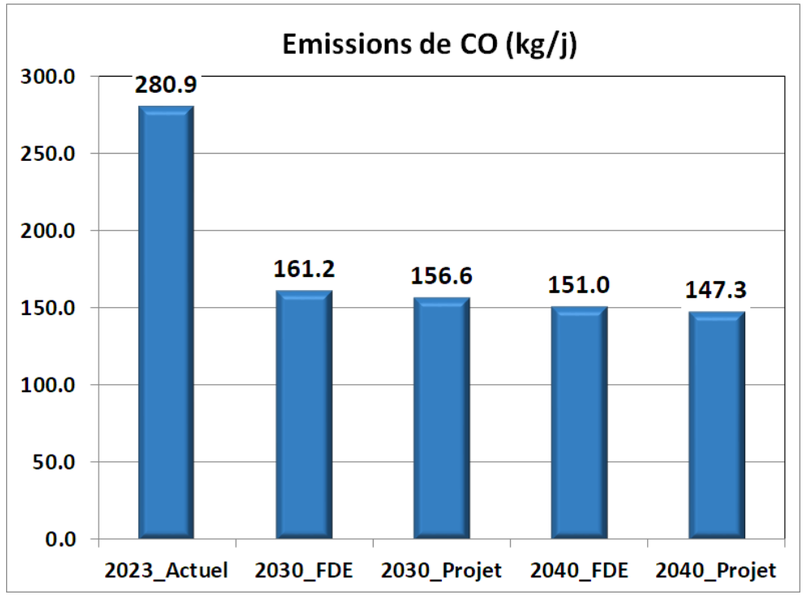


Figure 98 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

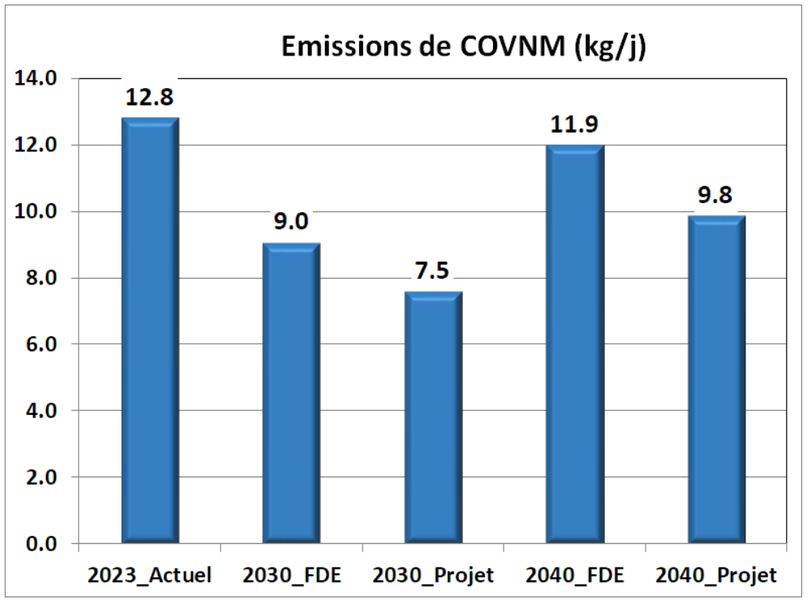


Figure 99 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

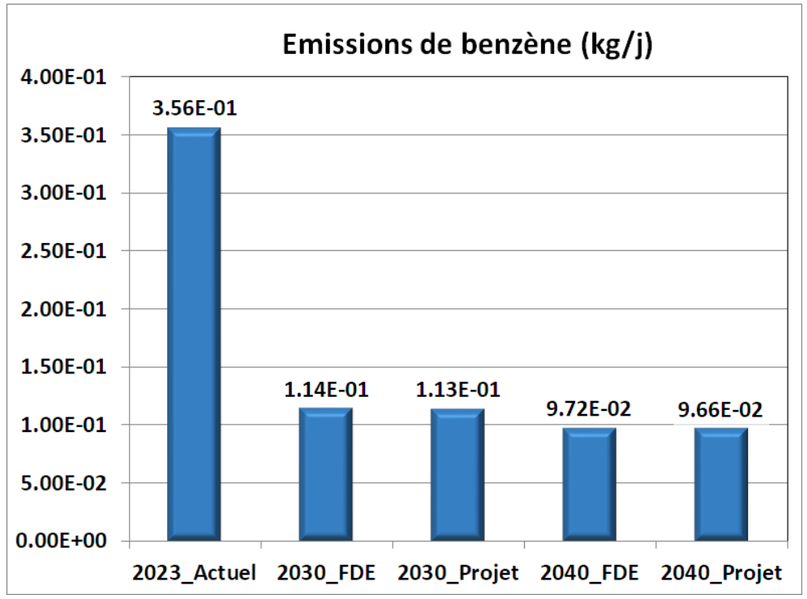


Figure 100 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

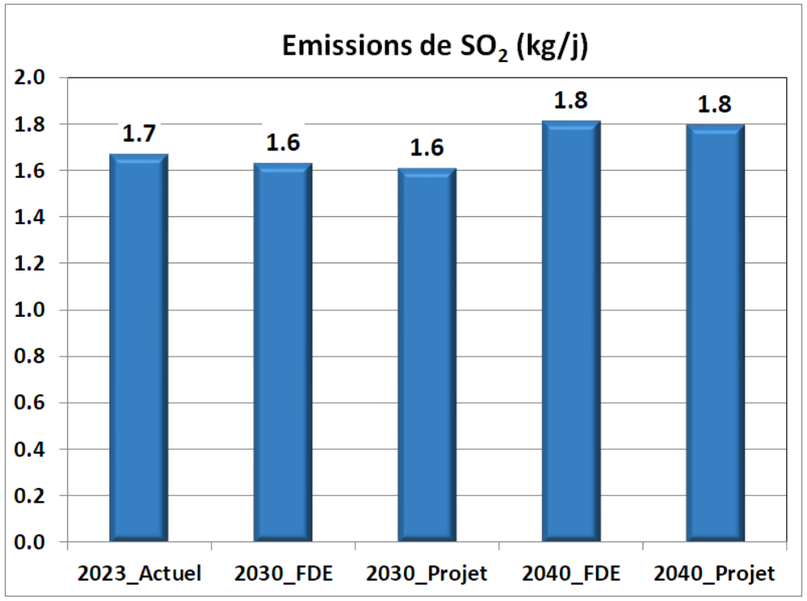


Figure 101 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

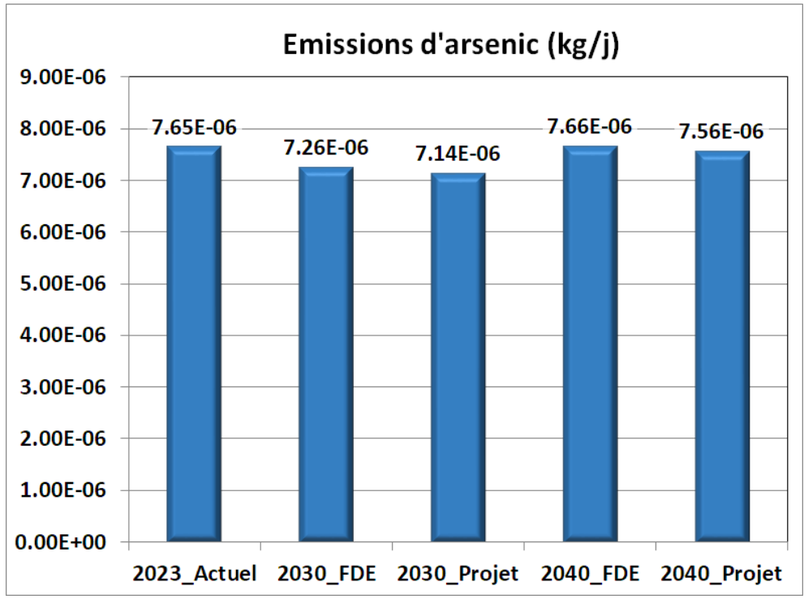


Figure 102 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

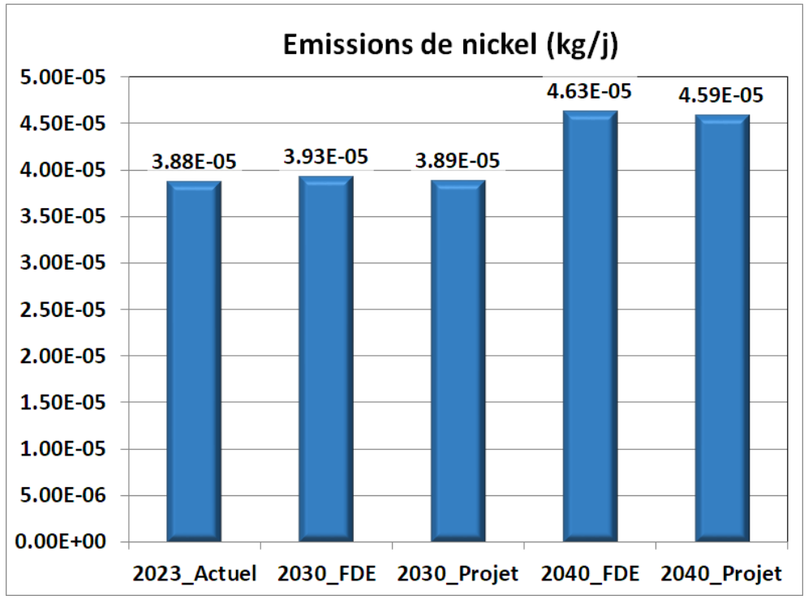


Figure 103 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

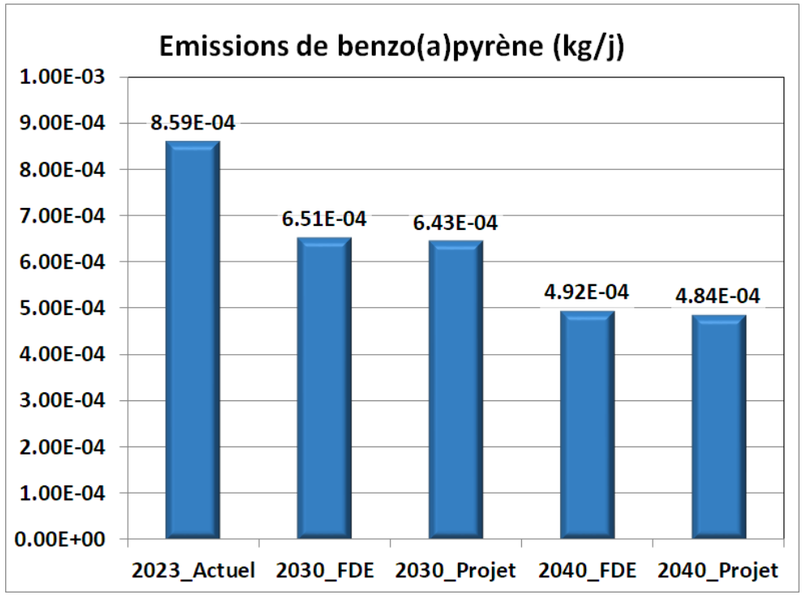


Figure 104 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations / lieux vulnérables.

Ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA / United States Environmental Protection Agency).

Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

❖ Méthodologie

La méthodologie est présentée au chapitre 9.2.2 « Étude de la qualité de l'air ».

❖ Résultats

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d'Homme exprimées pour chaque situation de modélisation retenue. Les résultats directs des simulations considèrent uniquement l'effet des émissions des brins du trafic routier de la zone d'étude.

Afin d'obtenir une meilleure représentativité de la qualité de l'air de la zone d'étude et ainsi permettre une comparaison des résultats aux seuils réglementaires et aux valeurs guides sanitaires de l'OMS, les concentrations de fond ont été additionnées aux résultats en fin de chaine de calcul pour le NO_2, les particules PM10 et PM2,5, les oxydes d'azote NOx et le dioxyde de soufre SO_2. L'ajout des concentrations de fond permet de prendre en compte les effets des autres sources de pollution sur la zone d'étude et non pas seulement celles du trafic routier du réseau d'étude.

Il a été pris comme valeurs de fond les données disponibles 2023 de la station de fond urbain Air Breizh « Thabor » (pour le NO_2, PM10, PM2.5 et NOx) et la valeur lue sur la carte de modélisation 2023 Air Breizh pour le SO_2 (ce paramètre est surveillé uniquement par modélisation depuis 2015). Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 37 : Concentrations de fond utilisées dans les modélisations

Horizon d'étude	Concentrations de fond ajoutées dans le modèle (moyennes annuelles)					
	NO_2 µg/m³	PM10 µg/m³	PM2.5 µg/m³	NOx µg/m³	SO_2 µg/m³	Source / hypothèses
2023	9,0	15,0	9,0	12,0	10	Concentration moyenne annuelle 2023 à la station Air Breizh de fond urbain « Thabor » (pour le NO_2, PM10, PM2.5 et NOx) et valeur lue sur la carte de modélisation du SO_2 Air Breizh 2023
Horizon 2030	6,2	12,8	7,2	8,3	8,8	Application sur les valeurs de fond 2023 du facteur de diminution (entre 2023 et 2030) calculé sur les concentrations modélisées du polluant considéré sur la part du trafic routier et application de la trajectoire de la SNBC2 'bâtiments' pour la part des émissions résidentielles/tertiaires. Ces hypothèses permettent de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur.
Horizon 2040	3,7	11,1	5,6	5,7	6,9	Application sur les valeurs de fond 2023 du facteur de diminution (entre 2023 et 2040) calculé sur les concentrations modélisées du polluant considéré sur la part du trafic routier et application de la trajectoire de la SNBC2 'bâtiments' pour la part des émissions résidentielles/tertiaires. Ces hypothèses permettent de prendre en compte une évolution des concentrations atmosphériques dans le futur

Les tableaux suivants présentent les concentrations maximales annuelles et le cas échéant journalières et horaires, des polluants modélisés pour :

- Les concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable de la zone d'étude.
- Les concentrations maximales relevées sur les habitations de la zone d'étude.

Concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable

Tableau 38: Concentrations maximales relevées au niveau des crèches

MAXIMUM Crèche		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,49E+01	9,68E+00	9,60E+00	4,95E+00	4,92E+00
	Jour	1,86E+01	1,17E+01	1,15E+01	5,70E+00	5,63E+00
	Heure	2,71E+01	1,61E+01	1,61E+01	7,31E+00	7,30E+00
Particules PM10	*Année*	1,69E+01	1,48E+01	1,47E+01	1,30E+01	1,30E+01
	Jour	1,83E+01	1,61E+01	1,61E+01	1,43E+01	1,43E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,03E+01	8,34E+00	8,32E+00	6,72E+00	6,71E+00
	jour	1,12E+01	9,17E+00	9,11E+00	7,50E+00	7,47E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,01E+01	8,90E+00	8,89E+00	7,06E+00	7,06E+00
	Jour	1,02E+01	8,96E+00	8,95E+00	7,13E+00	7,12E+00
	Heure	1,03E+01	9,10E+00	9,09E+00	7,27E+00	7,27E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	7,64E+01	4,26E+01	3,83E+01	4,03E+01	3,69E+01
	Heure	3,31E+02	1,94E+02	1,84E+02	1,82E+02	1,74E+02
Benzène	*Année*	2,01E-02	6,16E-03	6,01E-03	5,18E-03	5,07E-03
B[a]P	*Année*	5,13E-05	3,85E-05	3,73E-05	2,89E-05	2,79E-05
Arsenic	*Année*	4,64E-07	4,61E-07	4,44E-07	4,79E-07	4,64E-07
Nickel	*Année*	2,32E-06	2,49E-06	2,41E-06	2,88E-06	2,81E-06
MAXIMUM Crèche		Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
PM à l'échappement	*Année*	4,44E-01	1,89E-01	1,77E-01	8,26E-02	7,72E-02
NOx (éq. NO_2)	*Année*	3,68E+01	2,43E+01	2,24E+01	1,54E+01	1,38E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	1,05E-04	8,02E-05	7,65E-05	6,21E-05	5,88E-05
1,3-butadiène	*Année*	1,49E-02	1,65E-02	1,18E-02	2,42E-02	1,76E-02
Chrome	*Année*	2,36E-05	2,15E-05	2,05E-05	1,90E-05	1,82E-05
COVNM	*Année*	8,10E-01	6,24E-01	4,79E-01	8,39E-01	6,36E-01

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Tableau 39: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles maternelles

MAXIMUM écoles maternelles		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,74E+01	1,12E+01	1,12E+01	5,53E+00	5,52E+00
	Jour	2,63E+01	1,65E+01	1,65E+01	7,50E+00	7,50E+00
	Heure	3,95E+01	2,35E+01	2,35E+01	1,01E+01	1,00E+01
Particules PM10	*Année*	1,82E+01	1,60E+01	1,60E+01	1,42E+01	1,43E+01
	Jour	2,16E+01	1,95E+01	1,94E+01	1,77E+01	1,77E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,11E+01	9,11E+00	9,07E+00	7,46E+00	7,45E+00
	jour	1,34E+01	1,12E+01	1,12E+01	9,48E+00	9,49E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,02E+01	8,95E+00	8,94E+00	7,11E+00	7,11E+00
	Jour	1,03E+01	9,11E+00	9,10E+00	7,29E+00	7,28E+00
	Heure	1,05E+01	9,32E+00	9,32E+00	7,52E+00	7,51E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	1,47E+02	8,51E+01	7,94E+01	8,02E+01	7,28E+01
	Heure	6,24E+02	3,78E+02	3,74E+02	3,47E+02	3,40E+02
Benzène	*Année*	2,88E-02	8,60E-03	8,54E-03	7,25E-03	7,20E-03
B[a]P	*Année*	7,22E-05	5,46E-05	5,33E-05	4,18E-05	3,95E-05
Arsenic	*Année*	7,05E-07	6,96E-07	6,56E-07	7,15E-07	6,87E-07
Nickel	*Année*	3,42E-06	3,63E-06	3,55E-06	4,21E-06	4,15E-06
MAXIMUM écoles maternelles		Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
PM à l'échappement	*Année*	7,15E-01	3,12E-01	2,69E-01	1,38E-01	1,18E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	5,63E+01	3,88E+01	3,07E+01	2,63E+01	1,91E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	1,53E-04	1,19E-04	1,09E-04	9,54E-05	8,44E-05
1,3-butadiène	*Année*	3,34E-02	4,40E-02	2,20E-02	6,38E-02	3,25E-02
Chrome	*Année*	3,72E-05	3,38E-05	3,05E-05	2,94E-05	2,71E-05
COVNM	*Année*	1,53E+00	1,50E+00	8,37E-01	2,07E+00	1,13E+00

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Tableau 40: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles élémentaires

MAXIMUM écoles élémentaires		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	2,34E+01	1,44E+01	1,44E+01	6,65E+00	6,64E+00
	Jour	4,11E+01	2,44E+01	2,43E+01	1,03E+01	1,02E+01
	Heure	5,25E+01	3,03E+01	3,02E+01	1,24E+01	1,24E+01
Particules PM10	*Année*	2,01E+01	1,77E+01	1,77E+01	1,58E+01	1,59E+01
	Jour	2,60E+01	2,33E+01	2,35E+01	2,13E+01	2,15E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,24E+01	1,01E+01	1,01E+01	8,36E+00	8,40E+00
	jour	1,63E+01	1,36E+01	1,37E+01	1,16E+01	1,17E+01
Dioxyde de soufre	*Année*	1,02E+01	9,04E+00	9,04E+00	7,21E+00	7,21E+00
	Jour	1,05E+01	9,33E+00	9,33E+00	7,53E+00	7,52E+00
	Heure	1,07E+01	9,51E+00	9,51E+00	7,71E+00	7,71E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	1,94E+02	1,28E+02	1,30E+02	1,22E+02	1,24E+02
	Heure	6,40E+02	4,16E+02	4,32E+02	3,98E+02	4,10E+02
Benzène	*Année*	4,65E-02	1,38E-02	1,38E-02	1,15E-02	1,15E-02
B[a]P	*Année*	1,09E-04	8,64E-05	8,62E-05	6,42E-05	6,42E-05
Arsenic	*Année*	1,12E-06	1,11E-06	1,10E-06	1,13E-06	1,12E-06
Nickel	*Année*	5,63E-06	5,85E-06	5,82E-06	6,65E-06	6,63E-06
MAXIMUM écoles élémentaires		**Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]**				
PM à l'échappement	*Année*	1,09E+00	4,63E-01	4,62E-01	2,01E-01	2,01E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	7,33E+01	4,87E+01	4,88E+01	3,03E+01	3,06E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	2,23E-04	1,84E-04	1,84E-04	1,42E-04	1,43E-04
1,3-butadiène	*Année*	3,68E-02	4,60E-02	4,70E-02	6,85E-02	7,00E-02
Chrome	*Année*	5,66E-05	5,29E-05	5,29E-05	4,61E-05	4,60E-05
COVNM	*Année*	1,98E+00	1,67E+00	1,70E+00	2,29E+00	2,34E+00

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Tableau 41: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles primaires

MAXIMUM écoles primaires		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,85E+01	1,10E+01	1,09E+01	5,44E+00	5,42E+00
	Jour	2,60E+01	1,48E+01	1,46E+01	6,84E+00	6,80E+00
	Heure	2,82E+01	1,80E+01	1,82E+01	7,99E+00	7,99E+00
Particules PM10	*Année*	1,80E+01	1,56E+01	1,55E+01	1,38E+01	1,38E+01
	Jour	2,02E+01	1,76E+01	1,77E+01	1,58E+01	1,57E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,10E+01	8,83E+00	8,79E+00	7,18E+00	7,16E+00
	jour	1,25E+01	1,01E+01	1,01E+01	8,35E+00	8,33E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,02E+01	8,94E+00	8,93E+00	7,10E+00	7,10E+00
	Jour	1,03E+01	9,05E+00	9,04E+00	7,22E+00	7,22E+00
	Heure	1,03E+01	9,14E+00	9,14E+00	7,32E+00	7,32E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	1,34E+02	6,19E+01	5,93E+01	5,99E+01	5,80E+01
	Heure	3,25E+02	2,09E+02	1,98E+02	2,03E+02	1,92E+02
Benzène	*Année*	3,26E-02	8,31E-03	8,17E-03	6,93E-03	6,87E-03
B[a]P	*Année*	8,33E-05	5,19E-05	5,07E-05	3,90E-05	3,83E-05
Arsenic	*Année*	7,33E-07	6,41E-07	6,25E-07	6,62E-07	6,52E-07
Nickel	*Année*	3,74E-06	3,45E-06	3,38E-06	3,99E-06	3,94E-06
MAXIMUM écoles primaires		**Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]**				
PM à l'échappement	*Année*	6,88E-01	2,71E-01	2,59E-01	1,18E-01	1,14E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	4,90E+01	3,22E+01	3,04E+01	2,13E+01	1,93E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	1,67E-04	1,09E-04	1,05E-04	8,47E-05	8,20E-05
1,3-butadiène	*Année*	2,02E-02	3,22E-02	2,64E-02	4,68E-02	3,93E-02
Chrome	*Année*	3,65E-05	3,00E-05	2,90E-05	2,62E-05	2,56E-05
COVNM	*Année*	1,20E+00	1,11E+00	9,34E-01	1,53E+00	1,30E+00

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Tableau 42: Concentrations maximales relevées au niveau des maisons de retraite

MAXIMUM Maisons de retraite		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,94E+01	1,17E+01	1,22E+01	5,64E+00	5,84E+00
	Jour	3,39E+01	1,77E+01	1,77E+01	7,77E+00	7,75E+00
	Heure	4,71E+01	2,47E+01	2,48E+01	1,06E+01	1,06E+01
Particules PM10	*Année*	1,84E+01	1,56E+01	1,58E+01	1,37E+01	1,40E+01
	Jour	2,32E+01	1,88E+01	1,88E+01	1,68E+01	1,68E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,13E+01	8,86E+00	8,96E+00	7,16E+00	7,29E+00
	jour	1,44E+01	1,08E+01	1,08E+01	8,96E+00	8,98E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,02E+01	8,96E+00	8,97E+00	7,12E+00	7,14E+00
	Jour	1,04E+01	9,13E+00	9,12E+00	7,30E+00	7,30E+00
	Heure	1,06E+01	9,33E+00	9,33E+00	7,56E+00	7,55E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	1,56E+02	8,50E+01	8,24E+01	7,95E+01	7,63E+01
	Heure	7,30E+02	3,74E+02	3,75E+02	3,57E+02	3,54E+02
Benzène	*Année*	3,43E-02	1,04E-02	1,14E-02	8,57E-03	9,46E-03
B[a]P	*Année*	8,32E-05	6,80E-05	7,29E-05	4,99E-05	5,35E-05
Arsenic	*Année*	7,82E-07	7,33E-07	7,70E-07	7,45E-07	8,00E-07
Nickel	*Année*	4,06E-06	3,96E-06	4,25E-06	4,50E-06	4,91E-06
MAXIMUM Maisons de retraite		**Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]**				
PM à l'échappement	*Année*	7,42E-01	3,02E-01	3,03E-01	1,29E-01	1,29E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	5,10E+01	3,43E+01	3,18E+01	2,23E+01	1,92E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	1,68E-04	1,42E-04	1,47E-04	1,08E-04	1,11E-04
1,3-butadiène	*Année*	2,24E-02	2,90E-02	1,76E-02	4,17E-02	2,54E-02
Chrome	*Année*	3,83E-05	3,42E-05	3,49E-05	2,93E-05	3,06E-05
COVNM	*Année*	1,26E+00	1,09E+00	7,63E-01	1,45E+00	9,81E-01

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Tableau 43: Concentrations maximales relevées au niveau des hôpitaux

MAXIMUM hôpitaux		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,44E+01	9,44E+00	8,26E+00	4,93E+00	4,48E+00
	Jour	1,99E+01	1,28E+01	9,81E+00	6,24E+00	5,09E+00
	Heure	1,97E+01	1,28E+01	1,08E+01	6,29E+00	5,60E+00
Particules PM10	*Année*	1,68E+01	1,47E+01	1,41E+01	1,30E+01	1,24E+01
	Jour	1,87E+01	1,67E+01	1,51E+01	1,50E+01	1,35E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,02E+01	8,31E+00	7,92E+00	6,73E+00	6,39E+00
	jour	1,14E+01	9,50E+00	8,54E+00	7,90E+00	7,03E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,01E+01	8,89E+00	8,85E+00	7,06E+00	7,02E+00
	Jour	1,02E+01	8,99E+00	8,90E+00	7,17E+00	7,07E+00
	Heure	1,02E+01	8,99E+00	8,93E+00	7,18E+00	7,11E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	8,89E+01	4,58E+01	2,44E+01	4,63E+01	2,55E+01
	Heure	2,14E+02	1,13E+02	7,39E+01	1,17E+02	8,39E+01
Benzène	*Année*	1,82E-02	5,51E-03	3,62E-03	4,91E-03	3,21E-03
B[a]P	*Année*	4,74E-05	3,42E-05	2,15E-05	2,69E-05	1,72E-05
Arsenic	*Année*	4,36E-07	4,42E-07	2,66E-07	4,75E-07	2,98E-07
Nickel	*Année*	2,13E-06	2,31E-06	1,47E-06	2,79E-06	1,83E-06
MAXIMUM hôpitaux		**Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]**				
PM à l'échappement	*Année*	4,17E-01	1,80E-01	1,08E-01	8,19E-02	5,01E-02
NOx (éq. NO_2)	*Année*	3,55E+01	2,33E+01	1,70E+01	1,47E+01	1,10E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	9,92E-05	7,35E-05	4,38E-05	5,94E-05	3,57E-05
1,3-butadiène	*Année*	1,41E-02	1,58E-02	7,50E-03	2,41E-02	1,09E-02
Chrome	*Année*	2,28E-05	2,15E-05	1,21E-05	1,97E-05	1,14E-05
COVNM	*Année*	7,52E-01	5,86E-01	3,00E-01	8,23E-01	3,95E-01

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées au niveau des habitations de la zone d'étude

Tableau 44: Concentrations maximales relevées au niveau des habitations

MAXIMUM habitations		Composés faisant l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2050 Avec projet
Dioxyde d'azote	*Année*	4,48E+01	2,59E+01	2,57E+01	1,08E+01	1,08E+01
	Jour	7,26E+01	4,28E+01	4,27E+01	1,71E+01	1,70E+01
	Heure	9,92E+01	5,78E+01	5,87E+01	2,25E+01	2,31E+01
Particules PM10	*Année*	2,59E+01	2,23E+01	2,22E+01	2,03E+01	2,03E+01
	Jour	3,51E+01	3,13E+01	3,14E+01	2,92E+01	2,92E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,63E+01	1,29E+01	1,29E+01	1,10E+01	1,10E+01
	jour	2,25E+01	1,86E+01	1,85E+01	1,63E+01	1,63E+01
Dioxyde de soufre	*Année*	1,06E+01	9,38E+00	9,37E+00	7,58E+00	7,58E+00
	Jour	1,11E+01	9,87E+00	9,87E+00	8,11E+00	8,13E+00
	Heure	1,15E+01	1,03E+01	1,03E+01	8,61E+00	8,62E+00
Monoxyde de carbone	*Jour*	5,07E+02	3,07E+02	3,01E+02	2,88E+02	2,84E+02
	Heure	1,83E+03	1,09E+03	1,08E+03	1,03E+03	1,02E+03
Benzène	*Année*	1,34E-01	4,04E-02	4,13E-02	3,44E-02	3,47E-02
B[a]P	*Année*	3,16E-04	2,48E-04	2,46E-04	1,82E-04	1,82E-04
Arsenic	*Année*	2,74E-06	2,59E-06	2,58E-06	2,67E-06	2,67E-06
Nickel	*Année*	1,40E-05	1,41E-05	1,40E-05	1,62E-05	1,62E-05
MAXIMUM habitations		**Composés ne faisant PAS l'objet d'une règlementation [unité : µg/m³]**				
PM à l'échappement	*Année*	2,54E+00	1,02E+00	1,02E+00	4,33E-01	4,34E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	1,45E+02	8,79E+01	8,84E+01	5,24E+01	5,53E+01
16 HAP* en éq. B(a)P	*Année*	6,38E-04	5,11E-04	5,05E-04	3,88E-04	3,83E-04
1,3-butadiène	*Année*	6,74E-02	8,96E-02	6,85E-02	1,32E-01	9,99E-02
Chrome	*Année*	1,37E-04	1,19E-04	1,19E-04	1,04E-04	1,04E-04
COVNM	*Année*	4,21E+00	3,22E+00	2,86E+00	4,49E+00	3,74E+00

Pollution de fond incluse ; * Dont le B(a)P

Résultats détaillés pour le NO_2

En considérant l'effet des émissions provenant des voies de circulation de la zone d'étude additionnées aux concentrations de fond, les concentrations moyennes annuelles calculées en NO_2 sont toutes inférieures aux normes réglementaires applicables à l'horizon considéré au niveau des lieux vulnérables, aux horizons futurs 2030 et 2040 que ce soit 'avec' ou 'sans' projet ainsi qu'en situation actuelle. Il en va de même pour la majorité des habitations de la zone d'étude. Les réglementations applicables à l'horizon considéré sont respectées pour le centile 99 des concentrations calculées sur les habitations de la zone d'étude pour tous les horizons et situations. Seules, les concentrations maximales calculées sur les habitations en situation actuelle 2023 et à l'horizon 2030 avec et sans projet dépassent respectivement la réglementation actuelle et la réglementation applicable en 2030.

Les réglementations applicables à l'horizon considéré pour les teneurs en NO_2 en moyennes journalière et horaire sont quant à elles respectées pour tous les lieux vulnérables et tous les habitants de la zone d'étude.

Les concentrations maximales modélisées sur le terrain numérique sont quant à elles supérieures aux seuils réglementaires applicables à l'horizon considéré en situation actuelle et en 2030 avec et sans projet. Ces concentrations maximales sont bien logiquement retrouvées au niveau des axes routiers à fort trafic et leurs abords très proches. À l'horizon 2040, les concentrations en NO_2 modélisées sont toutes inférieures au seuil réglementaire applicable en 2030, et ce même au niveau des voies de circulation.

En moyenne annuelle, les teneurs maximales (conditions trafic) en NO_2 modélisées aux horizons futurs, pour les situations 'sans' projet et 'avec' projet, sont inférieures à celle observée en situation actuelle (diminution d'environ 41 % à l'horizon 2030 et 75 % à l'horizon 2040), compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, en lien avec les applications des mesures de la SNBC, existantes au 31 décembre 2021 ; baisse des émissions unitaires des véhicules) et pour la situation projet de l'utilisation d'une flotte TramBus électrique.

La réalisation du projet, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, n'induit pas de variation significative (en valeurs absolues) des concentrations maximales en NO_2 modélisées en moyennes annuelles au niveau des habitations.

En considérant les lieux vulnérables pris individuellement, il est possible d'observer que pour la majorité des lieux vulnérables, les teneurs en NO_2 diminuent du fait du projet. De plus, pour la minorité de lieux vulnérables pour lesquelles les concentrations augmentent, la hausse demeure au maximum aux environs de 4 % comparativement à la situation fil de l'eau correspondante tandis que les diminutions de concentrations induites par la réalisation du projet peuvent atteindre près de 13 %, sur les moyennes annuelles.

À l'échelle de la zone d'étude, le projet induit - par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante – soit une augmentation, soit une diminution des teneurs en NO_2 en fonction des secteurs (cf. cartes de différence des concentrations entre situation projet et Fil de l'Eau). Les diminutions de concentration sont observées principalement au niveau de la rue du recteur Paul Henry et de la rue de Lorient ; les hausses sont observées principalement au niveau du Bd Marbeuf et de la rue Henry Guilloux.

Les tableaux suivants présentent les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 45: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – concentrations moyennes annuelles

Valeur limite actuelle : 40 µg/m³					
Valeur limite applicable en 2030 : 20 µg/m³					
NO_2 (µg/m³) **Moyenne annuelle**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	14,9	9,7	9,6	4,9	4,9
Max écoles maternelles	17,4	11,2	11,2	5,5	5,5
Max écoles élémentaires	23,4	14,4	14,4	6,7	6,6
Max écoles primaires	18,5	11,0	10,9	5,4	5,4
Max maisons de retraite	19,4	11,7	12,2	5,6	5,8
Max centre de soin	14,4	9,4	8,3	4,9	4,5
Max Habitations	**44,8**	**25,9**	**25,7**	10,8	10,8
Centile 99 Habitations	23,2	14,0	14,0	6,5	6,5
Centile 95 Habitations	17,3	10,8	10,8	5,4	5,4
Centile 90 Habitations	15,5	9,7	9,7	5,0	5,0
Centile 80 Habitations	13,9	8,9	8,8	4,7	4,6
Centile 70 Habitations	12,9	8,3	8,3	4,5	4,5
Centile 60 Habitations	12,3	8,0	8,0	4,3	4,3
Centile 50 Habitations	11,7	7,7	7,7	4,2	4,2
Centile 40 Habitations	11,2	7,4	7,4	4,1	4,1
Centile 30 Habitations	10,7	7,1	7,1	4,0	4,0
Centile 20 Habitations	10,2	6,9	6,9	3,9	3,9
Centile 10 Habitations	9,8	6,6	6,6	3,8	3,8
Moyenne	12,4	8,0	8,0	4,3	4,3
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond* **Valeurs en violet : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré**				

Tableau 46: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – concentrations moyennes journalières

Valeur limite actuelle : aucune					
Valeur limite applicable en 2030 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (percentile 95)					
NO_2 (µg/m³) **Percentile 95 des concentrations moyennes journalières**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	15,1	9,7	9,7	5,0	5,0
Max écoles maternelles	18,5	11,8	11,8	5,7	5,7
Max écoles élémentaires	23,9	14,7	14,7	6,8	6,7
Max écoles primaires	17,0	10,3	10,2	5,2	5,2
Max maisons de retraite	20,4	11,5	11,5	5,6	5,6
Max centre de soin	13,9	9,1	8,0	4,8	4,4
Max Habitations	41,8	24,2	24,1	10,2	10,2
Centile 99 Habitations	23,3	14,0	14,0	6,5	6,5
Centile 95 Habitations	17,4	10,8	10,8	5,4	5,4
Centile 90 Habitations	15,5	9,8	9,8	5,0	5,0
Centile 80 Habitations	13,9	8,8	8,8	4,6	4,6
Centile 70 Habitations	12,9	8,3	8,3	4,5	4,5
Centile 60 Habitations	12,3	8,0	8,0	4,3	4,3
Centile 50 Habitations	11,7	7,7	7,7	4,2	4,2
Centile 40 Habitations	11,2	7,4	7,4	4,1	4,1
Centile 30 Habitations	10,8	7,2	7,2	4,0	4,0
Centile 20 Habitations	10,3	6,9	6,9	3,9	3,9
Centile 10 Habitations	9,9	6,7	6,7	3,9	3,9
Moyenne	12,4	8,1	8,1	4,4	4,4
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond* **Valeurs en violet : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré**				

Tableau 47: Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – Concentrations moyennes horaires

Valeur limite actuelle : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (percentile 99,8)					
Valeur limite applicable en 2030 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 heures par an (percentile 99,97)					
NO_2 (µg/m³) **Concentrations moyennes horaires maximales (percentile 100)**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	27,1	16,1	16,1	7,3	7,3
Max écoles maternelles	39,5	23,5	23,5	10,1	10,0
Max écoles élémentaires	52,5	30,3	30,2	12,4	12,4
Max écoles primaires	28,2	18,0	18,2	8,0	8,0
Max maisons de retraite	47,1	24,7	24,8	10,6	10,6
Max centre de soin	19,7	12,8	10,8	6,3	5,6
Max Habitations	99,2	57,8	58,7	22,5	23,1
Centile 99 Habitations	53,5	30,7	30,5	12,6	12,6
Centile 95 Habitations	34,9	20,3	20,3	8,9	8,9
Centile 90 Habitations	28,5	17,0	17,0	7,7	7,7
Centile 80 Habitations	23,5	14,1	14,1	6,6	6,6
Centile 70 Habitations	20,8	12,7	12,7	6,1	6,1
Centile 60 Habitations	18,9	11,6	11,6	5,7	5,7
Centile 50 Habitations	17,3	10,8	10,8	5,4	5,4
Centile 40 Habitations	16,1	10,1	10,1	5,1	5,1
Centile 30 Habitations	14,8	9,5	9,5	4,9	4,9
Centile 20 Habitations	13,6	8,8	8,8	4,6	4,6
Centile 10 Habitations	12,4	8,1	8,1	4,4	4,4
Moyenne	19,5	12,0	12,0	5,8	5,8
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond* **Valeurs en violet : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré**				

Les isocontours des concentrations moyennes annuelles en NO_2 – aux différents horizons et situations étudiés - sont disponibles en figures suivantes.

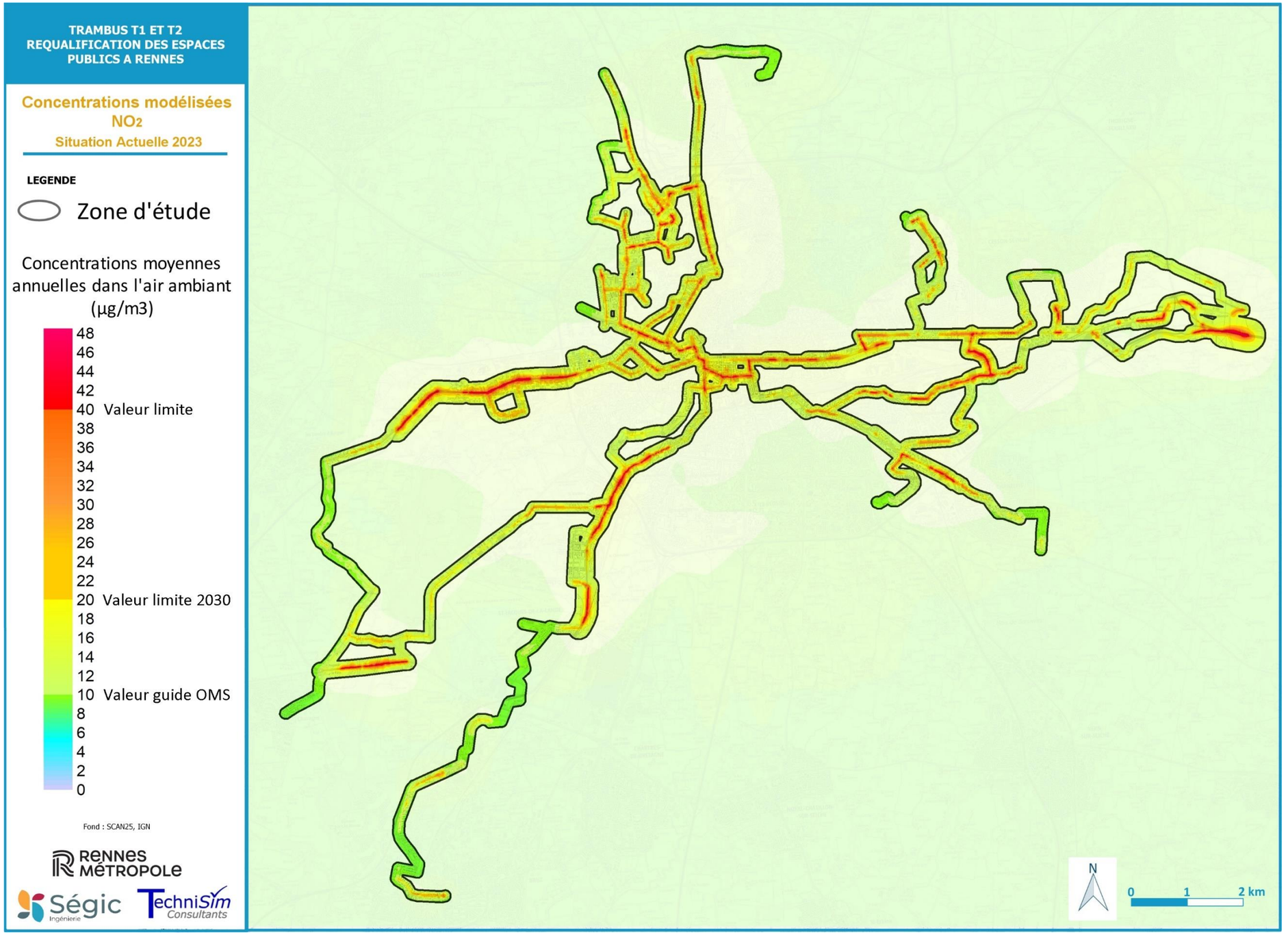


Figure 105 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Horizon actuel – 2023

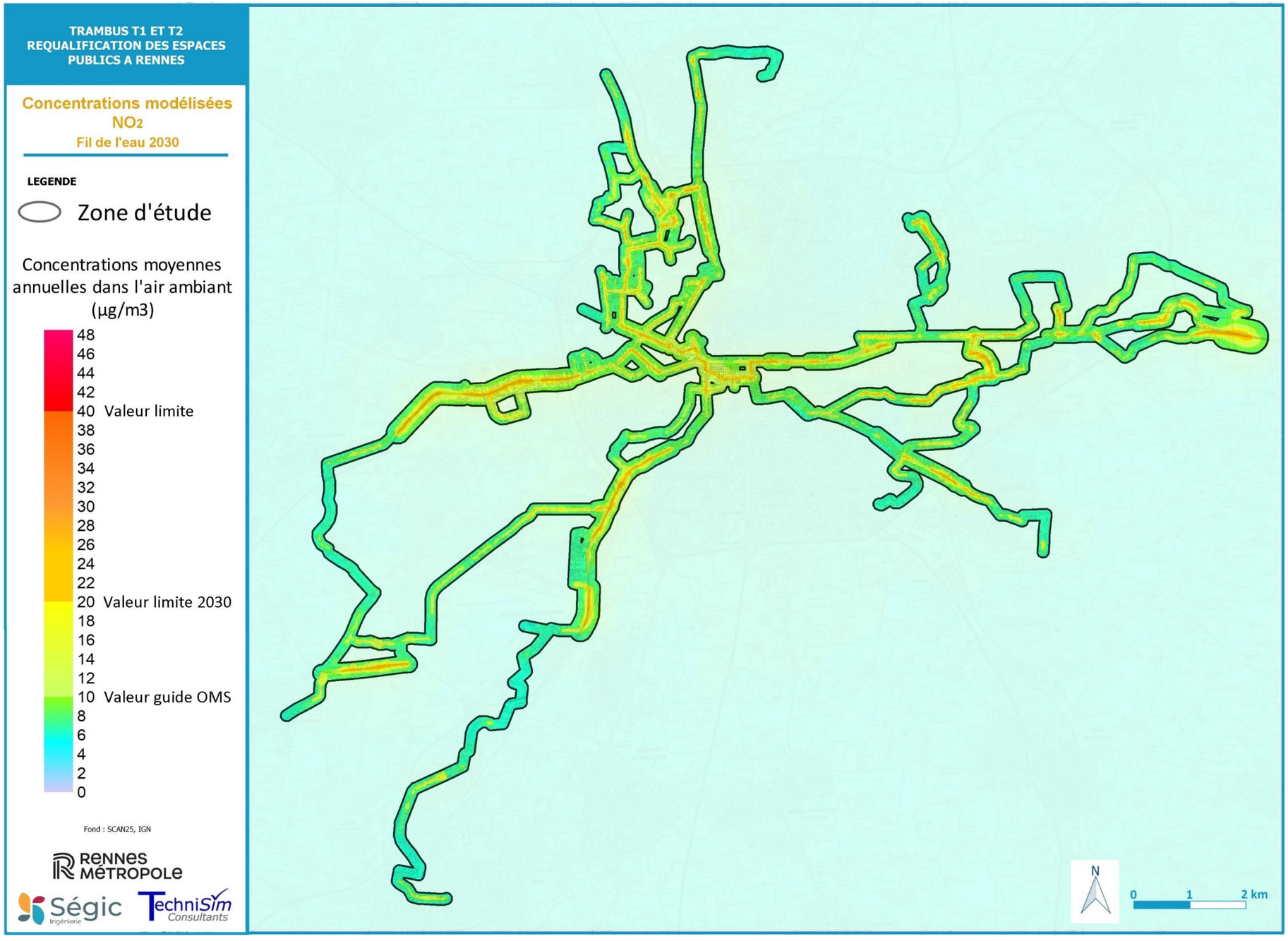


Figure 106 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Horizon 2030 – Sans projet

Figure 107 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Horizon 2030 – Avec projet

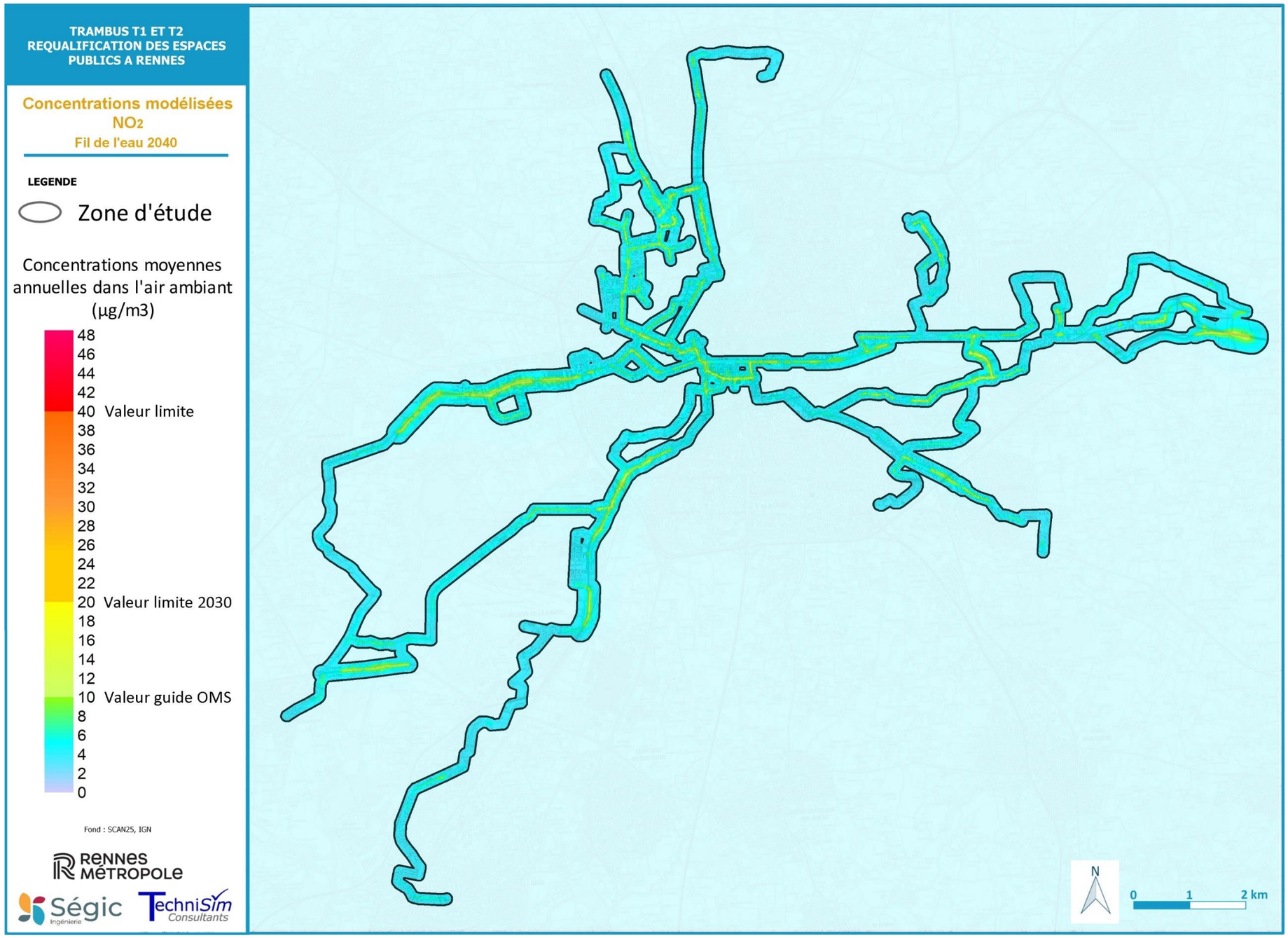


Figure 108 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°4 – Horizon 2040 – Sans projet

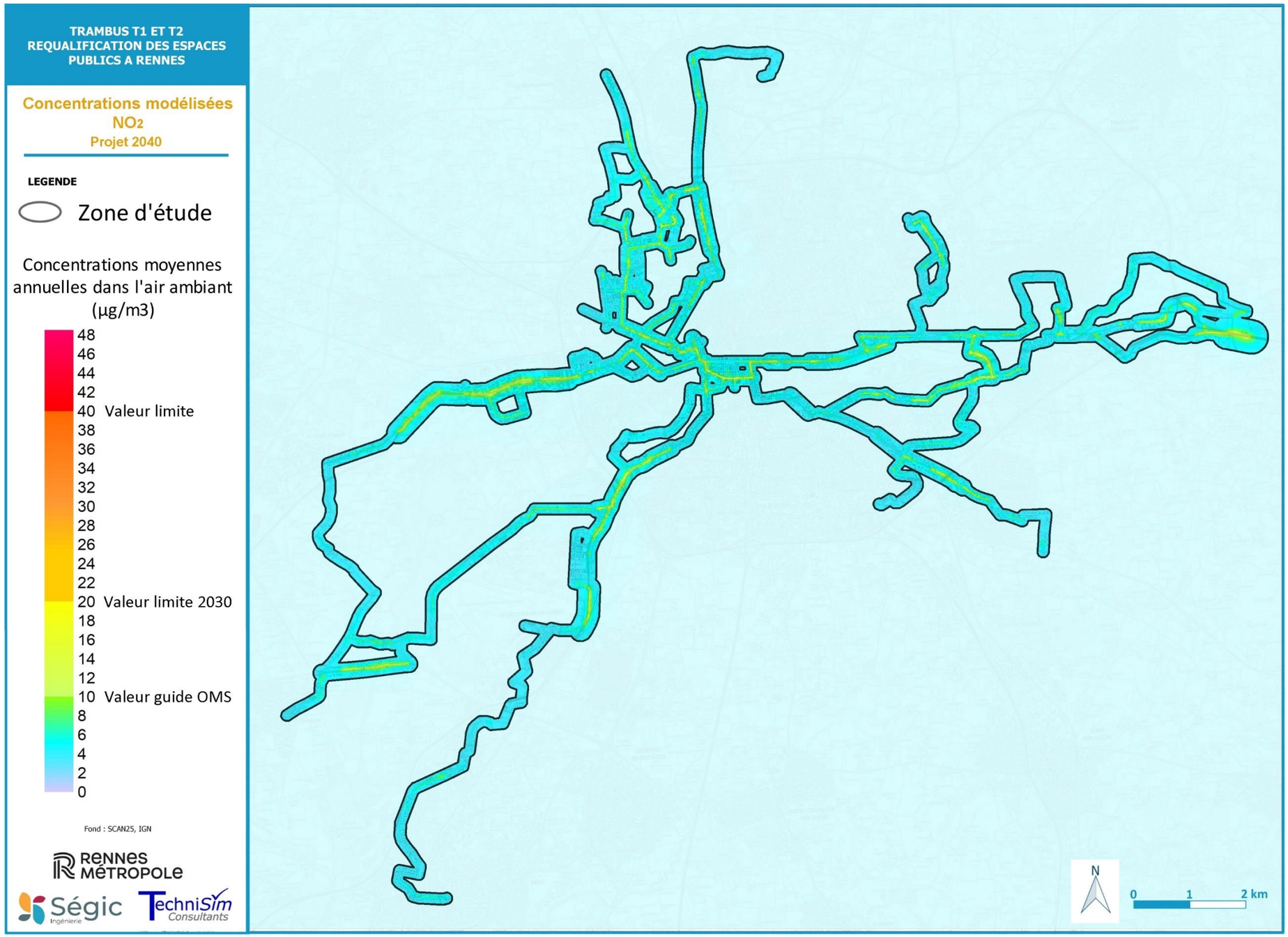


Figure 109 : Concentration en dioxyde d'azote – Moyenne annuelle – Situation N°5 – Horizon 2040 – Avec projet

Figure 110 : Différence de concentration en NO_2 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2030 (Situation 3-situation 2)

Figure 111 : Différence de concentration en NO_2 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2040 (Situation 5-situation 4)

La figure suivante présente le détail, pour chacun des lieux vulnérables, de la variation de concentration en NO_2 (%) induite par la réalisation du projet comparativement à la situation fil de l'eau correspondante aux horizons 2030 et 2040.

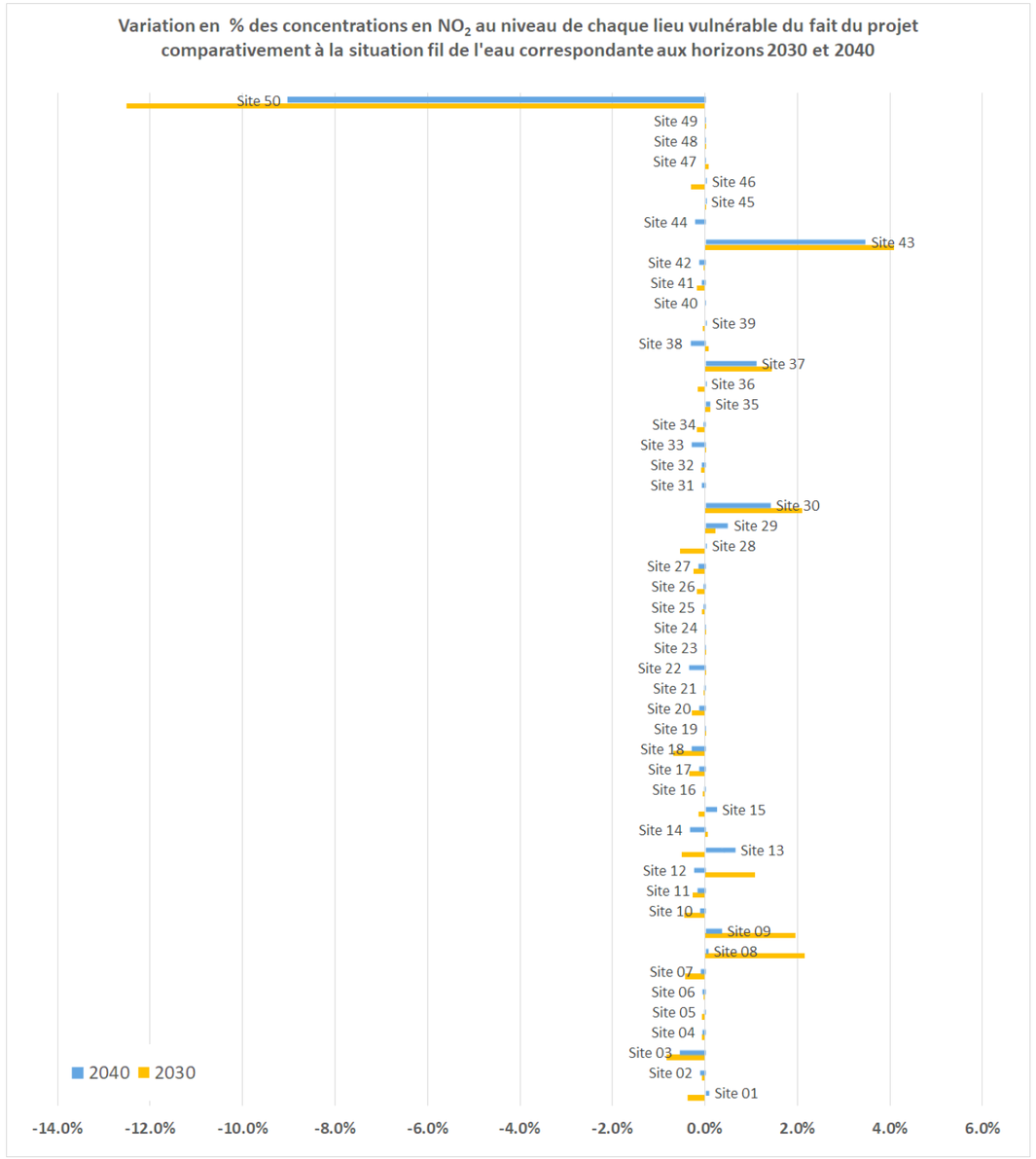


Figure 112 : Variation en % de la concentration en NO_2 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau correspondante au niveau de chacun des lieux vulnérables aux horizons 2030 et 2040

Résultats détaillés pour les particules PM10

En considérant les émissions provenant des voies de circulation routières de la zone d'étude additionnées aux concentrations de fond, les concentrations moyennes annuelles calculées en PM10 sont toutes inférieures aux normes réglementaires applicables à l'horizon considéré au niveau des lieux vulnérables, aux horizons futurs 2030 et 2040 que ce soit 'avec' ou 'sans' projet ainsi qu'en situation actuelle. Il en va de même pour la majorité des habitations de la zone d'étude. Les réglementations applicables à l'horizon considéré sont respectées pour le centile 99 des concentrations calculées sur les habitations de la zone d'étude pour tous les horizons et situations. Seules, les concentrations maximales calculées sur les habitations aux horizons 2030 et 2040 avec et sans projet dépassent la réglementation applicable en à partir de 2030.

Les réglementations applicables à l'horizon considéré pour les teneurs en PM10 en moyenne journalière sont quant à elles respectées pour tous les lieux vulnérables et tous les habitants de la zone d'étude pour tous les horizons et situations.

Les concentrations maximales modélisées sur le terrain numérique sont supérieures au seuil réglementaire applicable à l'horizon considéré en situation avec et sans projet, en 2030 et 2040. Ces concentrations maximales sont retrouvées au niveau des axes routiers à fort trafic et leurs abords très proches.

En moyenne annuelle, les teneurs maximales (conditions trafic) en PM10 modélisées aux horizons futurs, pour les situations 'sans' projet et 'avec' projet, sont inférieures à celle observée en situation actuelle (diminution d'environ 12 % à l'horizon 2030 et 19 % à l'horizon 2040), compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, en lien avec les applications des mesures de la SNBC, existantes au 31 décembre 2021 ; baisse des émissions unitaires des véhicules).

La réalisation du projet, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, n'induit pas de variation significative (en valeurs absolues) des concentrations maximales en NO_2 modélisées en moyennes annuelles au niveau des habitations.

En considérant les lieux vulnérables pris individuellement, il est possible d'observer que les teneurs en PM10 diminuent, du fait du projet, par rapport à la situation Fil l'eau correspondante pour la moitié des lieux vulnérables à l'horizon 2030 et plus du tiers des lieux vulnérables à l'horizon 2040. Pour les lieux vulnérables pour lesquelles les concentrations augmentent, la hausse demeure au maximum inférieure à 2 % comparativement à la situation fil de l'eau correspondante tandis que les diminutions de concentrations induites par la réalisation du projet peuvent atteindre près de 5 %, sur les moyennes annuelles.

À l'échelle de la zone d'étude, le projet induit - par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante – soit une augmentation, soit une diminution des teneurs en NO_2 en fonction des secteurs (cf. cartes de différence des concentrations entre situation projet et Fil de l'Eau). Les diminutions de concentration sont observées principalement au niveau de la rue du recteur Paul Henry et de la rue de Lorient ; les hausses sont observées principalement au niveau du Bd Marbeuf et de la rue Henry Guilloux.

Les tableaux suivants présentent les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 48: Résultats des modélisations pour les particules PM10 – concentrations moyennes annuelles

Valeur limite actuelle : 40 µg/m³					
Valeur limite applicable en 2030 : 20 µg/m³					
PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Max crèches	16,9	14,8	14,7	13,0	13,0
Max écoles maternelles	18,2	16,0	16,0	14,2	14,3
Max écoles élémentaires	20,1	17,7	17,7	15,8	15,9
Max écoles primaires	18,0	15,6	15,5	13,8	13,8
Max maisons de retraite	18,4	15,6	15,8	13,7	14,0
Max centre de soin	16,8	14,7	14,1	13,0	12,4
Max Habitations	25,9	**22,3**	**22,2**	**20,3**	**20,3**
Centile 99 Habitations	19,5	17,0	17,0	15,2	15,1
Centile 95 Habitations	17,7	15,3	15,3	13,6	13,6
Centile 90 Habitations	17,1	14,7	14,7	12,9	13,0
Centile 80 Habitations	16,5	14,2	14,2	12,5	12,5
Centile 70 Habitations	16,3	14,0	14,0	12,2	12,2
Centile 60 Habitations	16,0	13,8	13,8	12,0	12,0
Centile 50 Habitations	15,8	13,6	13,6	11,8	11,8
Centile 40 Habitations	15,7	13,4	13,4	11,7	11,7
Centile 30 Habitations	15,5	13,3	13,3	11,6	11,6
Centile 20 Habitations	15,4	13,2	13,2	11,5	11,4
Centile 10 Habitations	15,2	13,1	13,1	11,3	11,3
Moyenne	16,1	13,8	13,8	12,0	12,0
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond* **Valeurs en violet : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré**				

Tableau 49: Résultats des modélisations pour les particules PM10 – concentrations moyennes journalières

Valeur limite actuelle : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (percentile 90,4)					
Valeur limite applicable en 2030 : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an (percentile 95)					
PM10 (µg/m³) Percentile 90,4 des concentrations moyennes journalières (Horizon 2023) Percentile 95 des concentrations moyennes journalières (Horizon 2030 et 2040)	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Max crèches	16,4	14,8	14,8	13,0	13,0
Max écoles maternelles	17,7	16,4	16,4	14,6	14,6
Max écoles élémentaires	19,1	17,7	17,8	15,8	15,9
Max écoles primaires	17,1	15,3	15,3	13,5	13,5
Max maisons de retraite	17,9	15,7	15,7	13,8	13,8
Max centre de soin	16,3	14,6	13,9	12,8	12,3
Max Habitations	23,0	21,9	22,1	19,9	20,1
Centile 99 Habitations	18,6	16,9	16,8	15,0	15,0
Centile 95 Habitations	17,1	15,3	15,3	13,5	13,6
Centile 90 Habitations	16,6	14,7	14,7	13,0	13,0
Centile 80 Habitations	16,2	14,2	14,2	12,5	12,5
Centile 70 Habitations	16,0	13,9	13,9	12,2	12,2
Centile 60 Habitations	15,8	13,8	13,8	12,0	12,0
Centile 50 Habitations	15,6	13,6	13,6	11,8	11,8
Centile 40 Habitations	15,5	13,5	13,5	11,7	11,7
Centile 30 Habitations	15,4	13,3	13,3	11,6	11,6
Centile 20 Habitations	15,3	13,2	13,2	11,5	11,5
Centile 10 Habitations	15,2	13,1	13,1	11,4	11,4
Moyenne	15,8	13,8	13,8	12,1	12,1
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond* **Valeurs en violet : Dépassement réglementation applicable à l'horizon considéré**				

Les isocontours des concentrations moyennes annuelles en PM10 – aux différents horizons et situations étudiés - sont disponibles en figures suivantes.

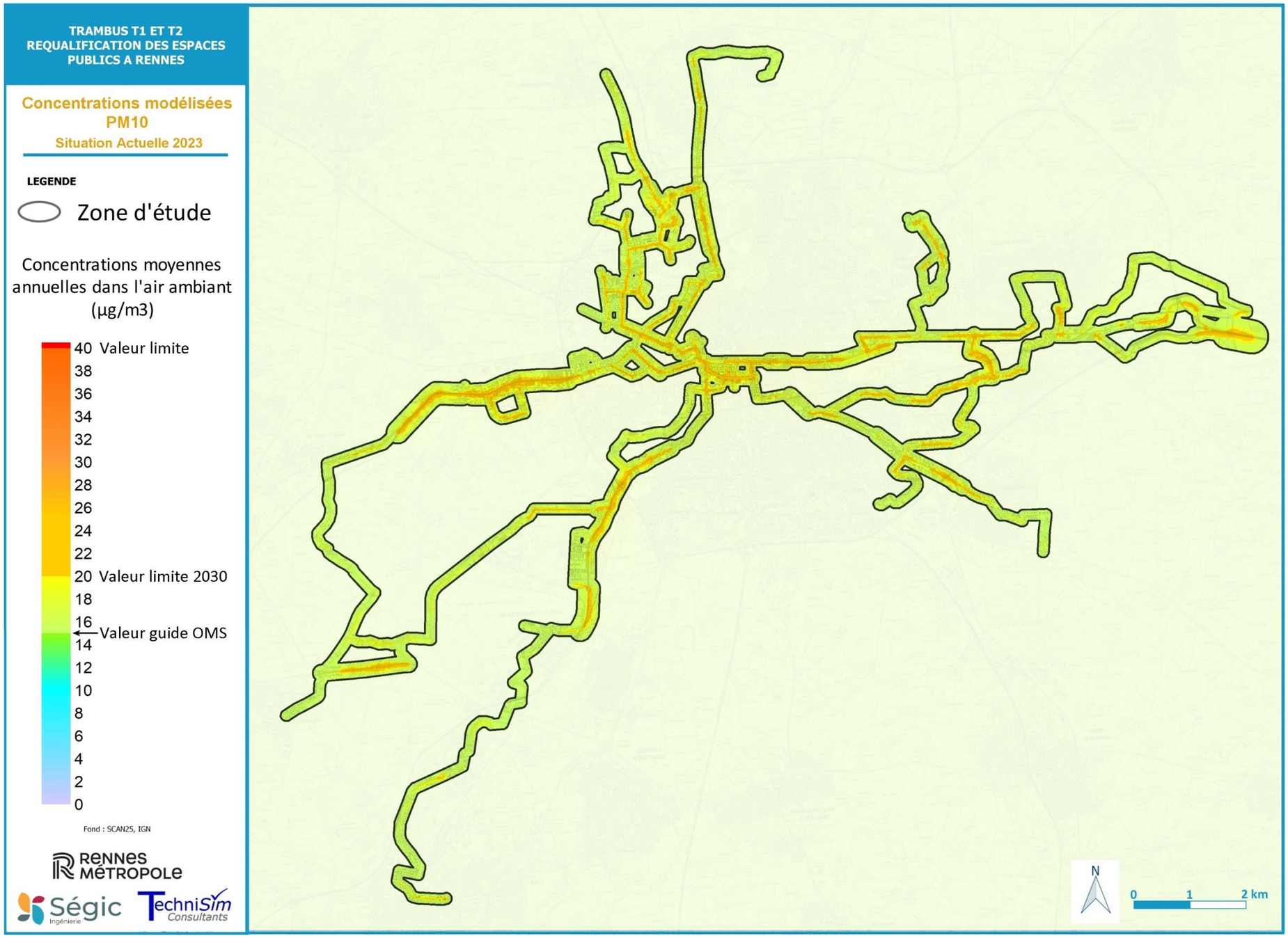


Figure 113 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Horizon actuel – 2023

Figure 114 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – Horizon 2030 – Sans projet

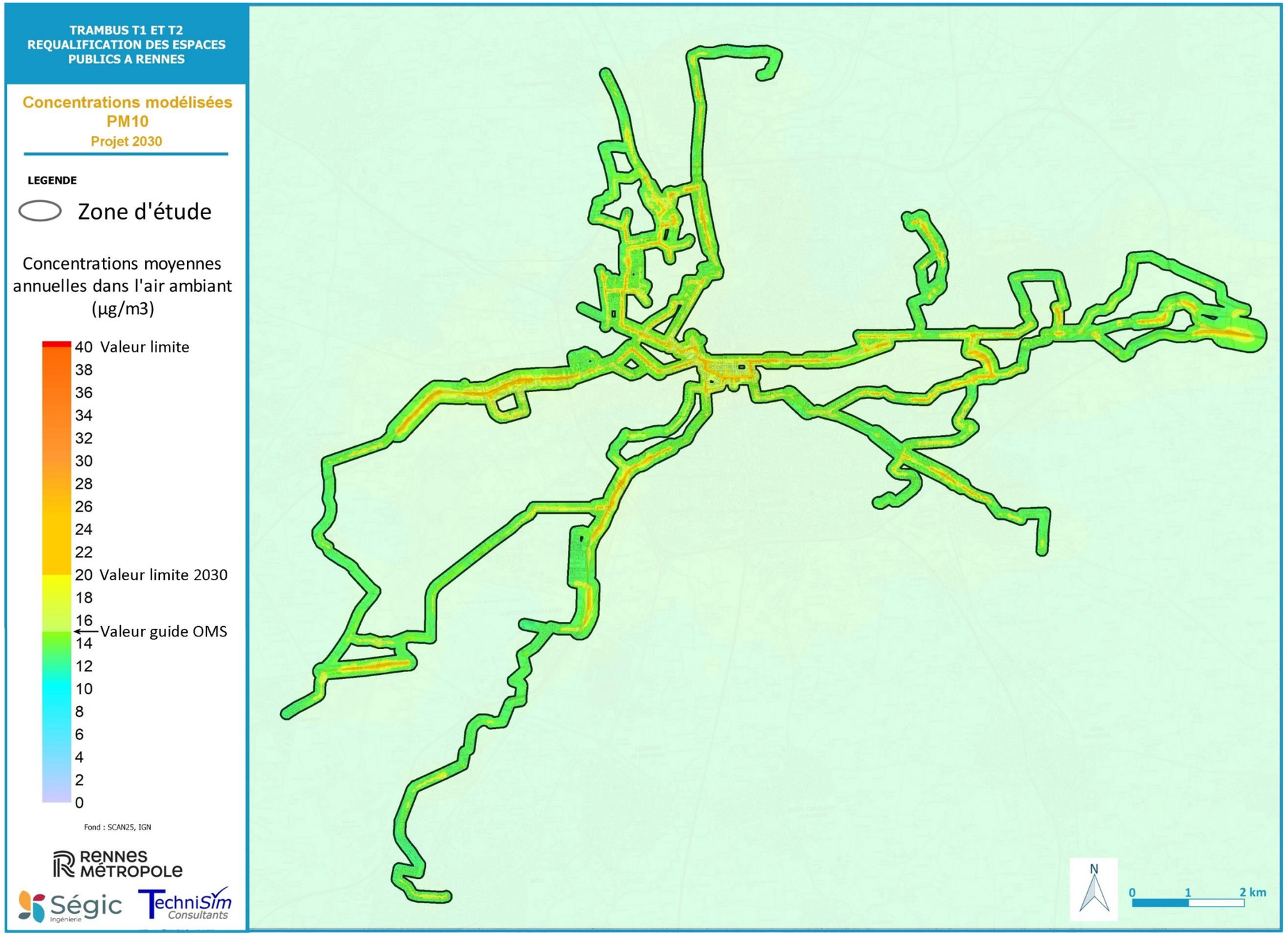


Figure 115 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – Horizon 2030 – Avec projet

Figure 116 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – Horizon 2040 – Sans projet

Figure 117 : Concentration en particules PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°5 – Horizon 2040 – Avec projet

Figure 118 : Différence de concentration en particules PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2030 (Situation 3-situation 2)

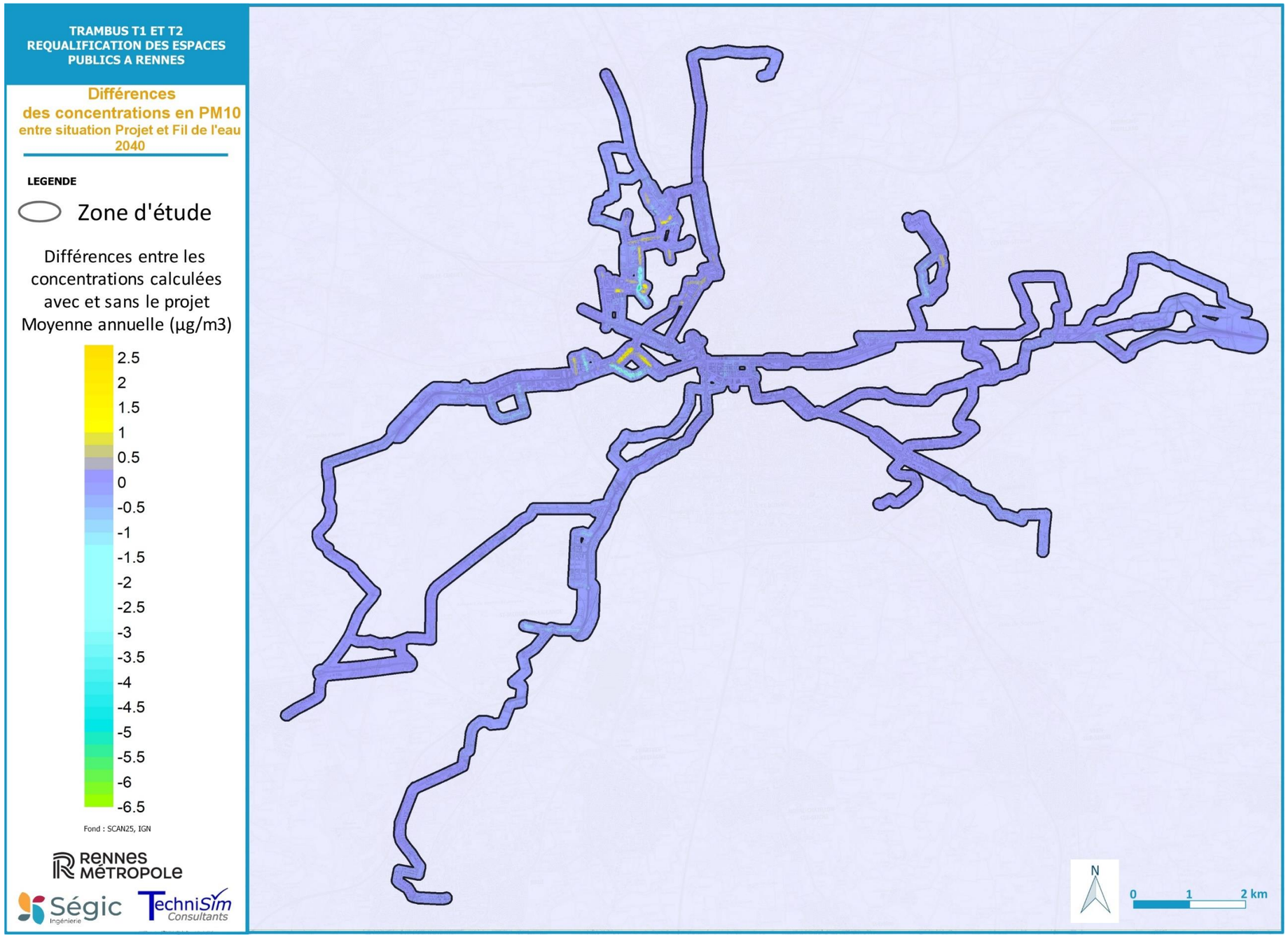


Figure 119 : Différence de concentration en particules PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2040 (Situation 5-situation 4)

La figure suivante présente le détail, pour chacun des lieux vulnérables, de la variation de concentration en particules PM10 (%) induite par la réalisation du projet comparativement à la situation fil de l'eau correspondante aux horizons 2030 et 2040.

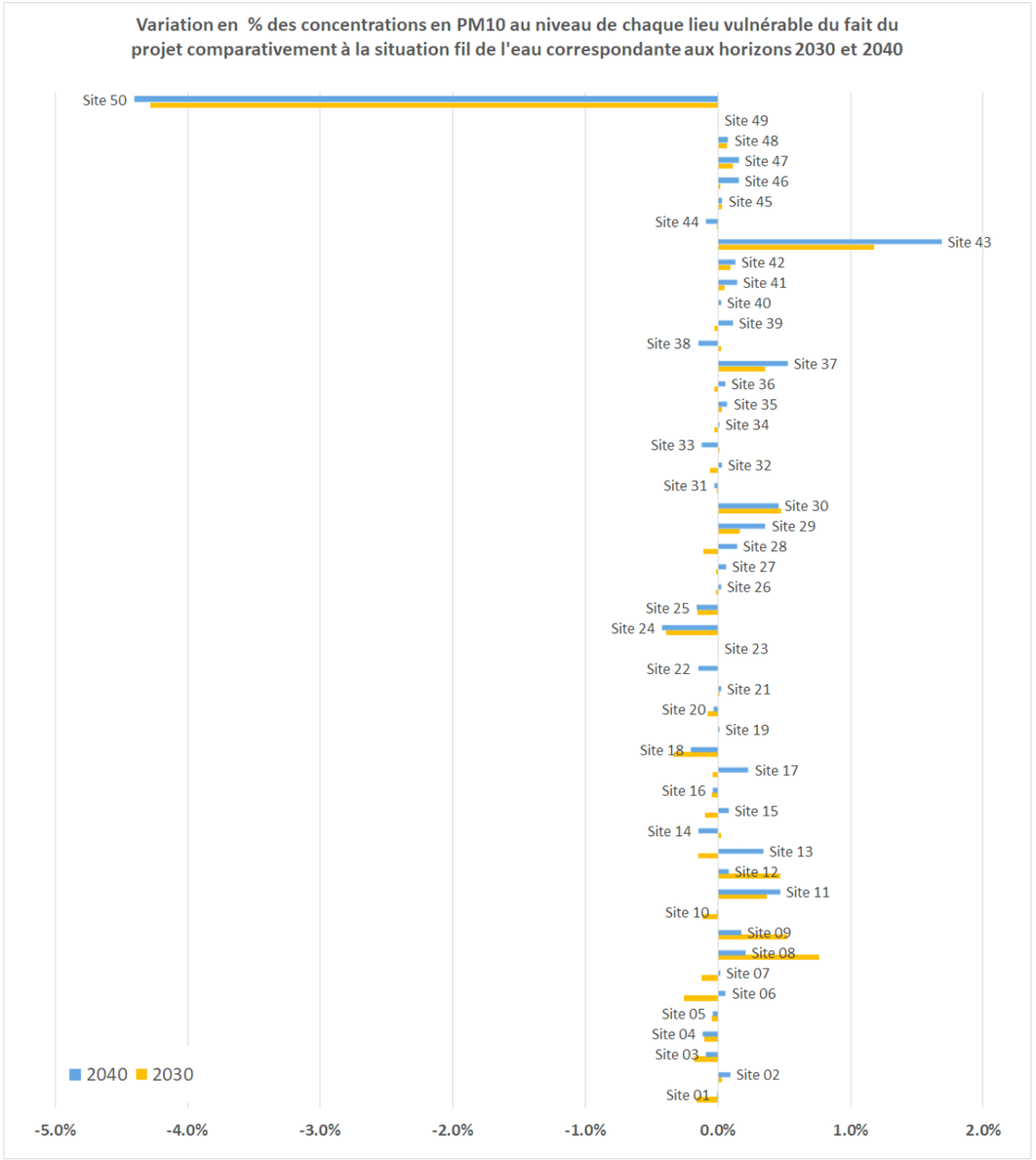


Figure 120 : Variation en % de la concentration en particules PM10 (moyenne annuelle) induite par le projet comparativement à la situation fil de l'eau correspondante au niveau de chacun des lieux vulnérables aux horizons 2030 et 2040

Conclusion des effets du projet sur la qualité de l'air

La réalisation du projet « TramBus Lignes T1 & T2 » va entraîner une modification des flux de circulation au sein de la métropole rennaise, conjointement à une baisse globale des véhicules.kilomètre sur le réseau d'étude comparativement à la situation Fil de l'eau. Par ailleurs les trafics en situation Fil de l'Eau comparativement à la situation actuelle, diminuent à l'horizon 2030 et augmentent légèrement à l'horizon 2040.

Émissions de polluants

Aux horizons futurs, les émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude diminuent pour les principaux polluants émis à l'échappement (sauf SO_2 - pour lequel les émissions augmentent à l'horizon 2040 uniquement, par rapport à la situation actuelle.

Les polluants émis également par l'abrasion (notamment les particules et les métaux) voient leurs émissions sur le réseau d'étude diminuer de manière moins importante, soit augmenter (particules, arsenic, nickel).

En moyenne sur les polluants de la note technique du 22 février 2019, comparativement à la situation actuelle les émissions diminuent de 38,9 % à l'horizon 2030 situation Fil de l'Eau, et de 53,1 % à l'horizon 2040 situation Fil de l'Eau (variation sur la somme en kg/j des polluants de la note technique du 22 février 2019). Cela étant avec les baisses de trafic (horizon 2030 uniquement) à corréler avec le renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) ainsi que la diminution de la part des motorisations essence et diesel dans la composition du parc, vont induire globalement une baisse des émissions unitaires des véhicules. Et ce, malgré l'augmentation des volumes de trafic pour l'horizon 2040.

La mise en place du projet « TramBus Lignes T1 & T2 » induit, comparativement à la situation Fil de l'Eau correspondante, une diminution des émissions de polluants sur le réseau d'étude de -5,6 % en 2030 et de -6,7 % en 2040.

Concentrations en NO_2 et PM10

Les concentrations moyennes annuelles modélisées pour les PM10 et le NO_2 au niveau des lieux vulnérables et des habitations de la zone d'étude sont toutes inférieures aux seuils réglementaires, et ce, quel que soit l'horizon étudié (2023, 2030 et 2040) et quelle que soit la situation 'avec', ou 'sans' le projet.

En considérant les lieux vulnérables pris individuellement, il est possible d'observer que :

- les teneurs en NO_2 diminuent du fait du projet pour la majorité des lieux vulnérables. Pour la minorité de lieux vulnérables pour lesquelles les concentrations augmentent, la hausse demeure au maximum aux environs de 4 % comparativement à la situation fil de l'eau correspondante tandis que les diminutions de concentrations induites par la réalisation du projet peuvent atteindre près de 13 %, sur les moyennes annuelles.

- les teneurs en PM10 diminuent , du fait du projet, par rapport à la situation Fil l'eau correspondante pour la moitié des lieux vulnérables à l'horizon 2030 et plus du tiers des lieux vulnérables à l'horizon 2040. Pour les lieux vulnérables pour lesquelles les concentrations augmentent, la hausse demeure au maximum inférieure à 2 % comparativement à la situation fil de l'eau correspondante tandis que les diminutions de concentrations induites par la réalisation du projet peuvent atteindre près de 5 %, sur les moyennes annuelles.

Concernant les habitations dans leur ensemble, la réalisation du projet n'engendre pas de variation significative des teneurs moyennes annuelles maximales modélisées en **NO_2** et en **PM10**. Néanmoins, en fonction des secteurs, des hausses (notamment Bd Marbeuf, rue Henry Guilloux) ou baisses (rue du recteur Paul Henry, rue de Lorient) locales sont observées.

Par ailleurs, en comparaison avec la situation actuelle 2023, les teneurs maximales modélisées au niveau des habitations, diminuent :

- D'environ 43 % en 2030 et 76 % en 2040 pour le NO_2 (avec ou sans projet).
- D'environ 14 % en 2030 et 22 % en 2040 pour les PM10 (avec ou sans projet).

La mise en service du projet « TramBus lignes T1 & T2 » induit globalement une amélioration de la qualité de l'air de la métropole rennaise (baisse globale des émissions de polluants atmosphériques). La réorganisation des flux de déplacement va engendrer néanmoins des variations locales à la baisse ou la hausse des concentrations. Les quelques augmentations locales de concentrations (NO_2 comme PM10) sont relevées principalement au niveau du Bd Marbeuf et de la rue Henry Guilloux.

- **Effets du projet sur l'exposition de la population à la pollution atmosphérique - Indice Pollution Population**

L'Indice Pollution Population [IPP] est un indicateur permettant d'apprécier l'exposition de la population à la pollution issue du trafic routier.

Le « traceur » utilisé pour calculer cet indice est Le dioxyde d'azote [NO_2] puisqu'il s'agit d'un composé rejeté principalement par le trafic routier.

La construction de cet indice repose sur le croisement de la moyenne de la concentration en dioxyde d'azote par carreau avec les données de population de chaque carreau INSEE. Ces dernières sont les données carroyées 2019 – mailles de 200 mètres – correspondant au recensement de la population de 2015.

$$IPP\ (x) = Ci\ moy\ 'x' \ .\ Ni$$

Avec : Ci moy 'x' = moyenne des valeurs modélisées en polluant 'x' au sein du carreau i ;

Ni = nombre d'habitants au sein du carreau i.

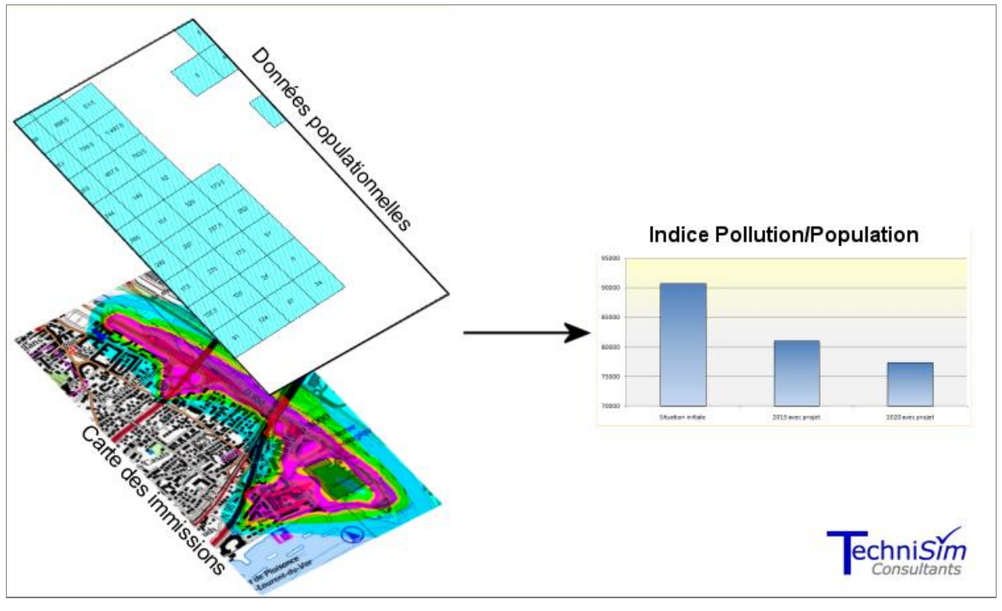


Figure 121 : Schéma conceptuel de la construction de l'IPP

Représentation agrégée de l'Indice Pollution-Population

L'ensemble des IPP par maille est sommé pour chaque situation. L'IPP cumulé ainsi obtenu fournit une indication sanitaire sur l'ensemble de la zone d'étude (comptant 97 246,5 individus).

Les résultats de ces opérations sont fournis dans le tableau et la figure ci-après.

Tableau 50: Indice Pollution Population cumulé sur la zone d'étude

	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
IPP - Dioxyde d'azote	1 497 333	942 168	940 706	480 896	480 545
IPP – PM10 (route + tramway)	1 663 254	1 436 706	1 435 941	1 262 996	1 263 360

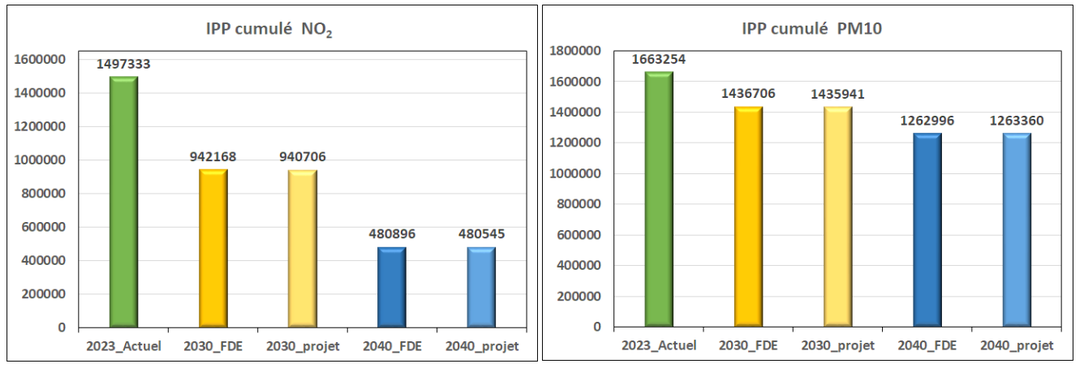


Figure 122 : IPP cumulé – Dioxyde d'azote et PM10

Tableau 51: Évolution des IPP cumulés

ÉVOLUTION des IPP	NO_2	PM10
Fil de l'Eau 2030 / Situation actuelle 2023	-37,1 %	-13,6 %
Projet 2030 / Situation actuelle 2023	-37,2 %	-13,7 %
Fil de l'Eau 2040 / Situation actuelle 2023	-67,9 %	-24,1 %
Projet 2040 / Situation actuelle 2023	-67,9 %	-24,0 %
Horizon futur 2030 Situation future *avec* projet / Situation future *sans* projet	-0,2 %	-0,1 %
Horizon futur 2040 Situation future *avec* projet / Situation future *sans* projet	-0,1%	+0,0 %

Les baisses des émissions polluantes des véhicules vont compenser les hausses futures du trafic routier pour l'horizon 2040 (à l'horizon 2030, les trafics diminuent par rapport à la situation actuelle) .

Cela va induire une diminution de l'exposition globale des populations présentes sur la zone d'étude pour les situations Fil de l'Eau, par rapport à la situation actuelle (diminution des IPP cumulés).

La réalisation du projet entraîne une très légère diminution de l'exposition cumulée des populations par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante (-0,2 % en 2030 et -0,1 % en 2040 pour le NO_2 et -0,1 % en 2030 pour les PM10) ou une augmentation négligeable (+0,0 % en 2040 pour les PM10).

Représentation spatialisée de l'Indice Pollution-Population NO_2

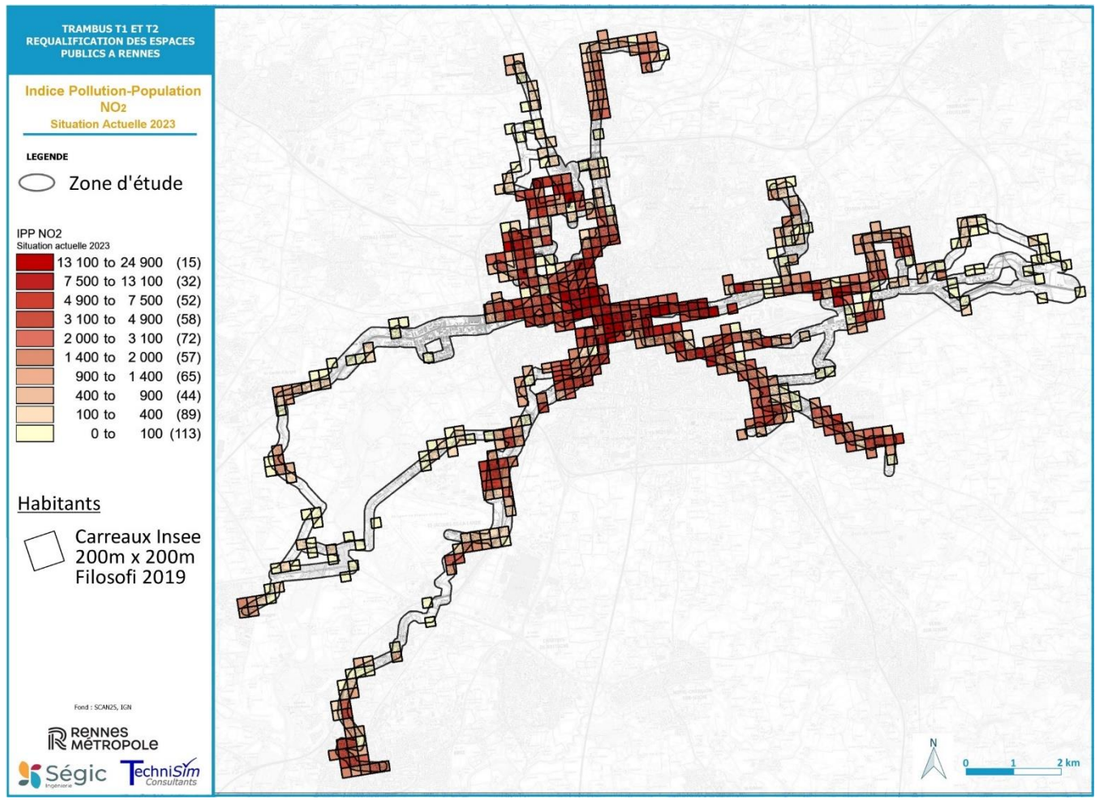


Figure 123 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°1 - Horizon actuel 2023

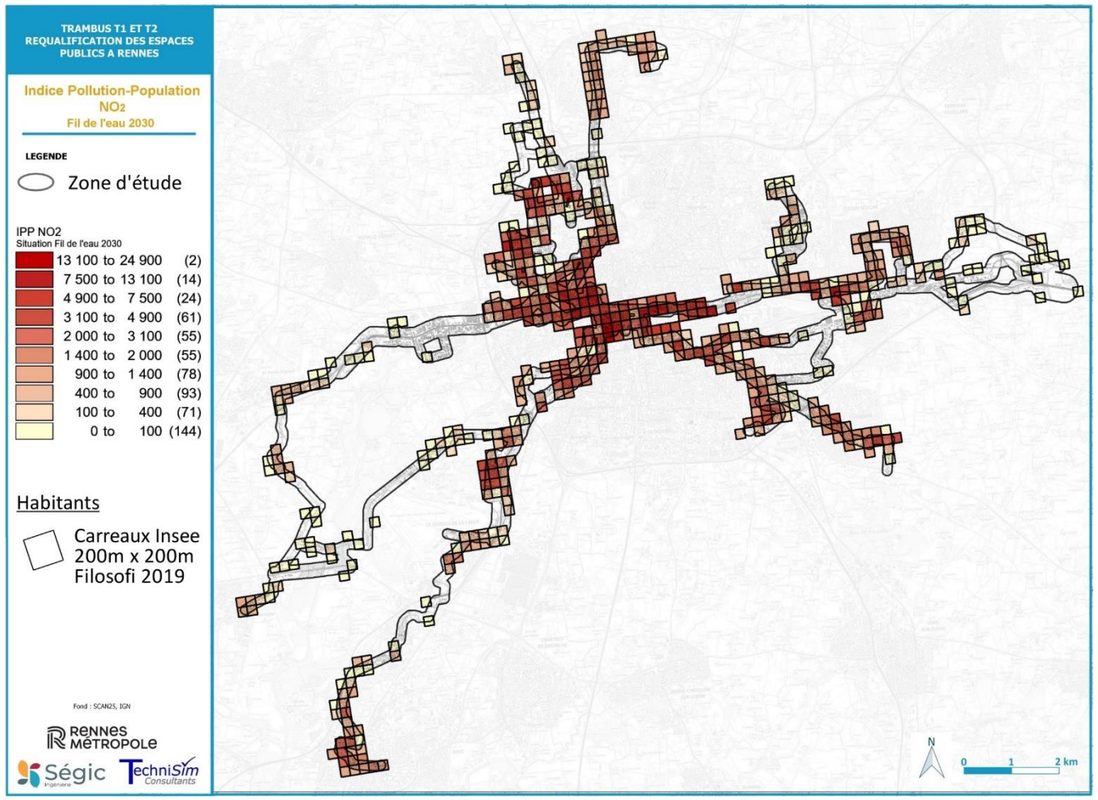


Figure 124 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°2 - Horizon 2030 – Sans projet

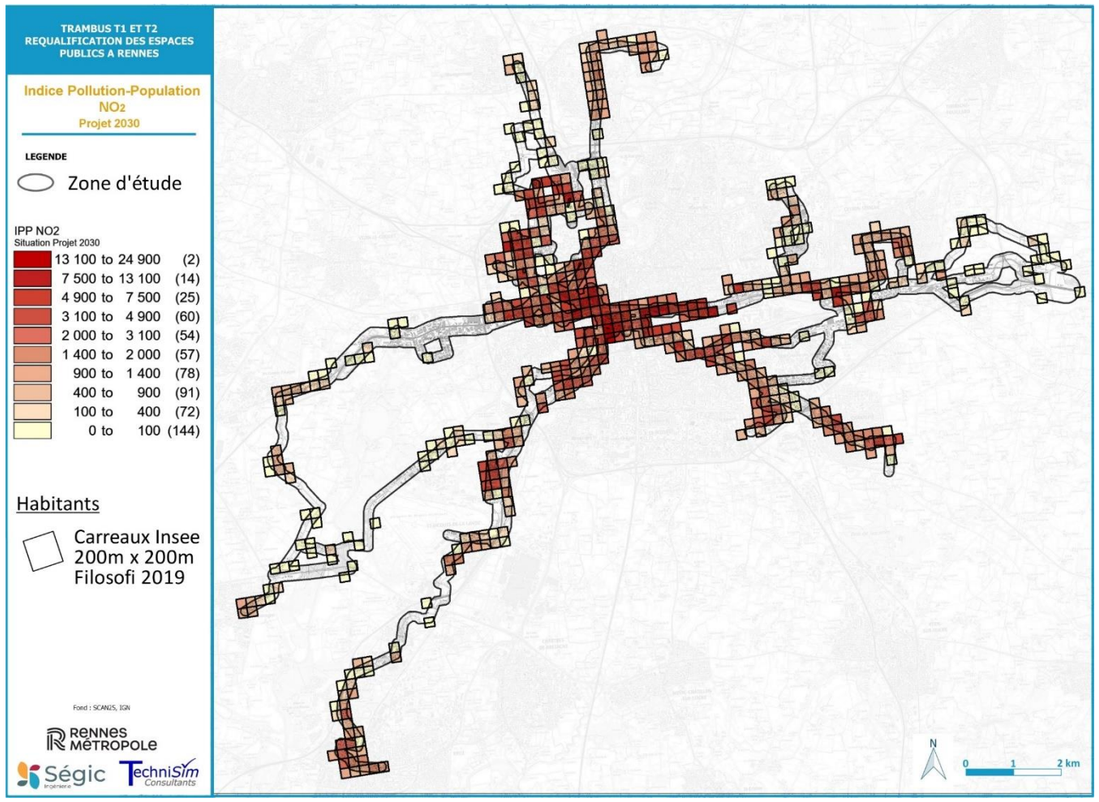


Figure 125 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°3 - Horizon 2030 – Avec projet

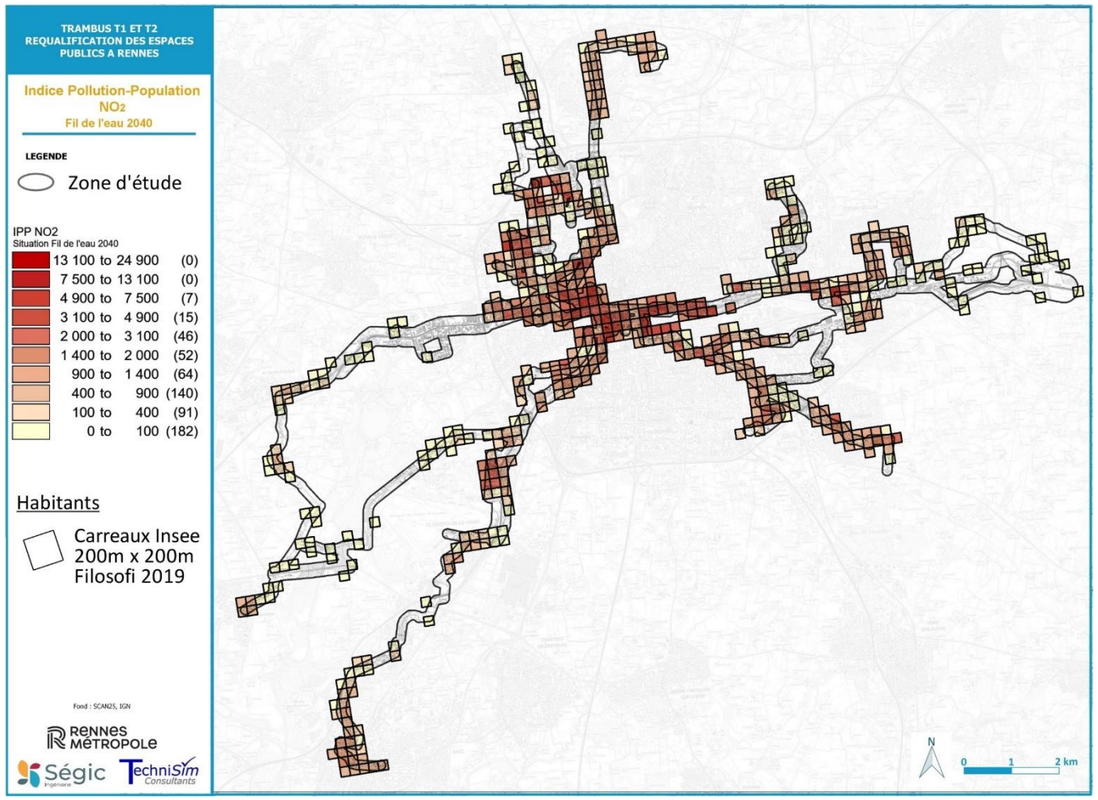


Figure 126 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°4 - Horizon 2040 – Sans projet

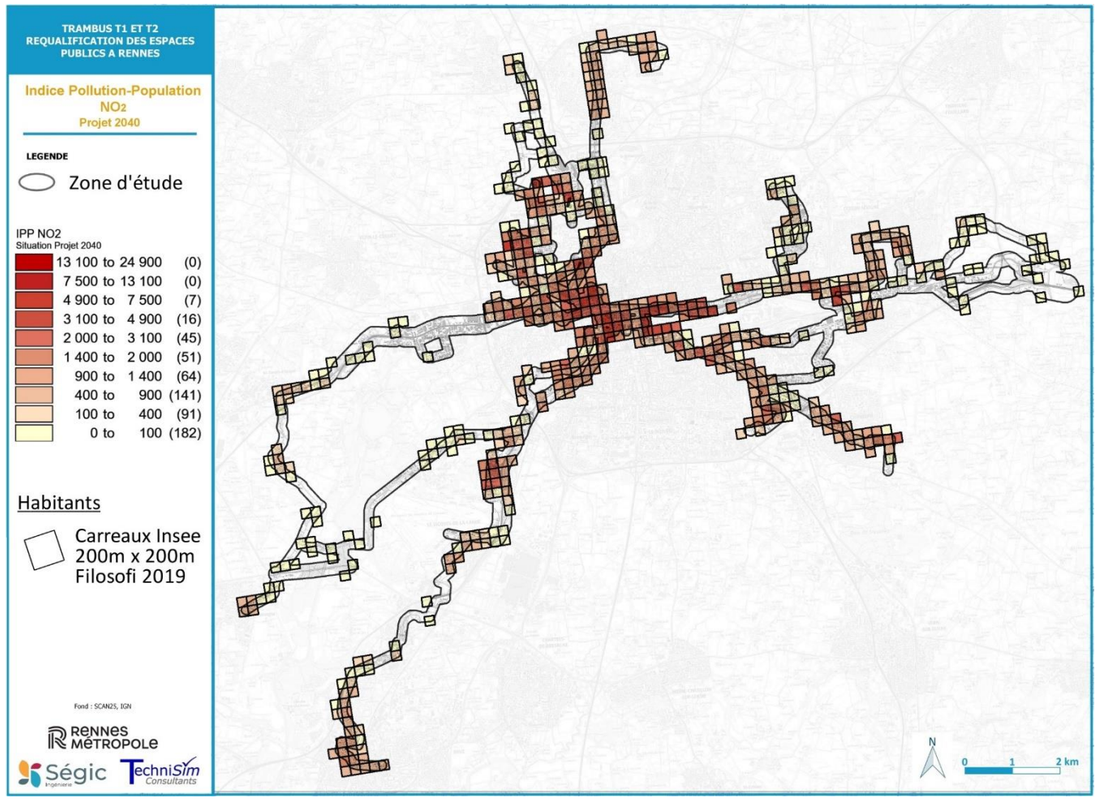


Figure 127 : IPP NO_2 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°5 - Horizon 2040 – Avec projet

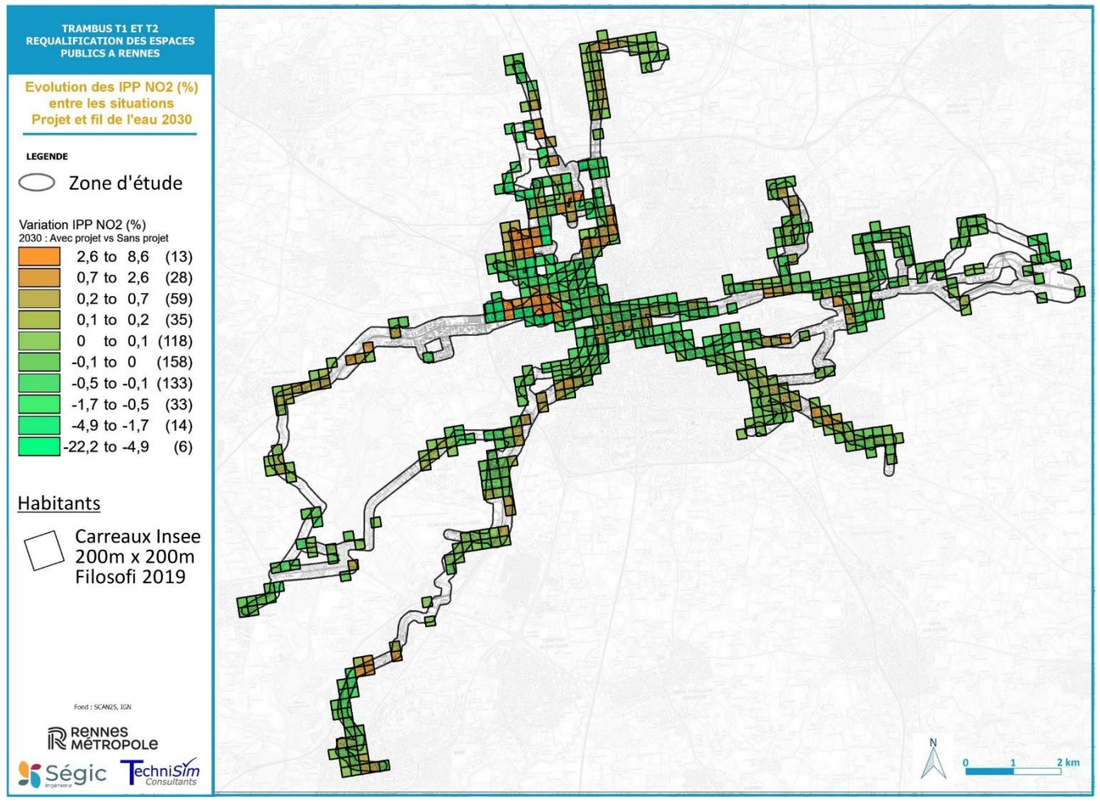


Figure 128 : Variation en % des IPP NO_2 par maille INSEE en 2030 entre la situation fil de l'eau et la situation projet

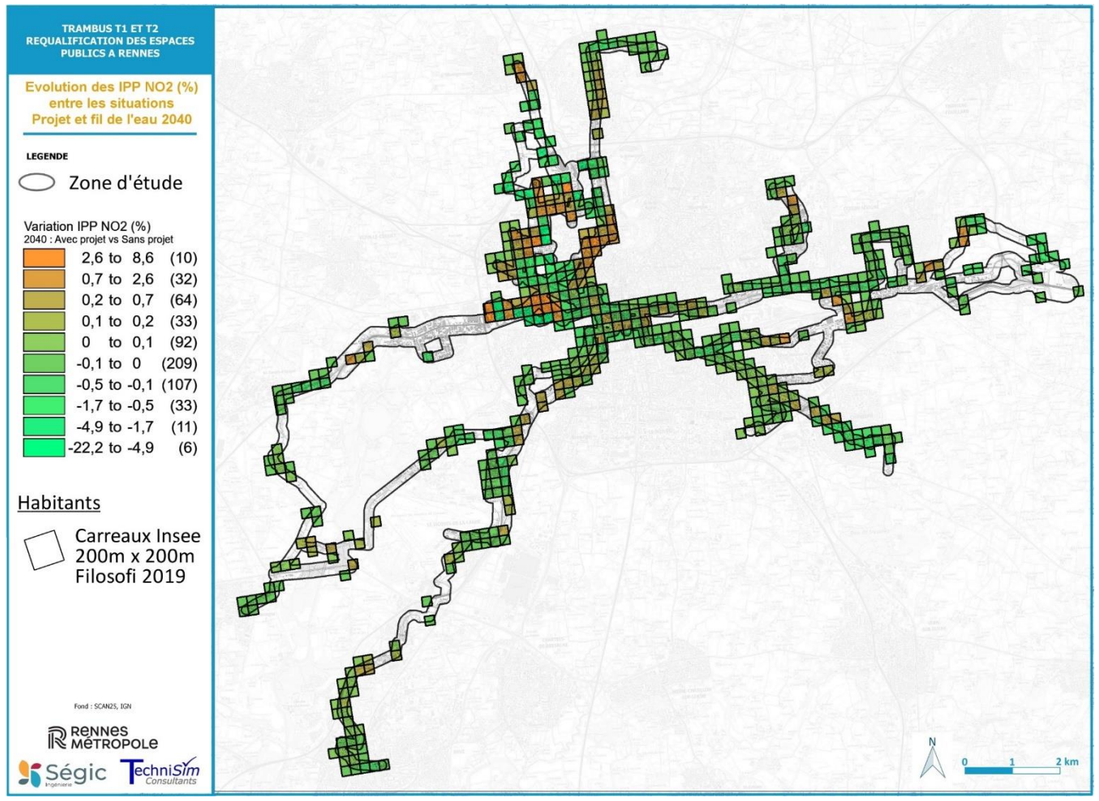


Figure 129 : Variation en % des IPP NO_2 par maille INSEE en 2040 entre la situation fil de l'eau et la situation projet

Représentation spatialisée de l'Indice Pollution-Population PM10

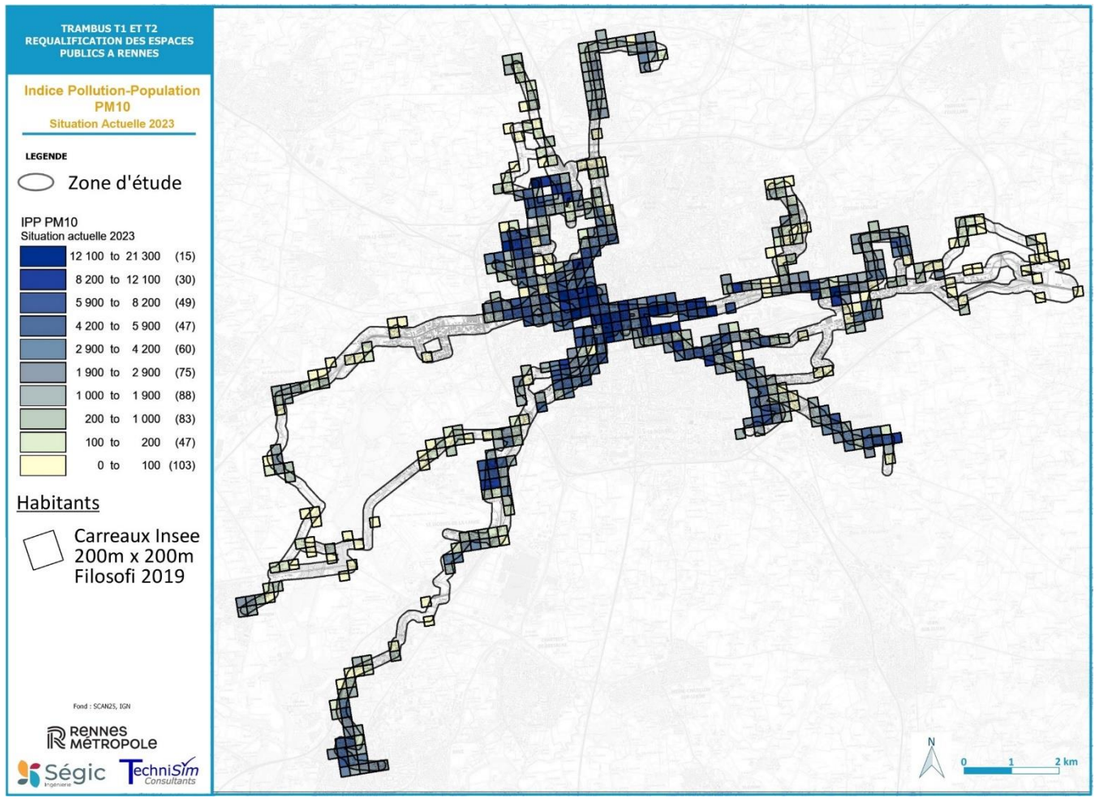


Figure 130 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°1 - Horizon actuel 2023

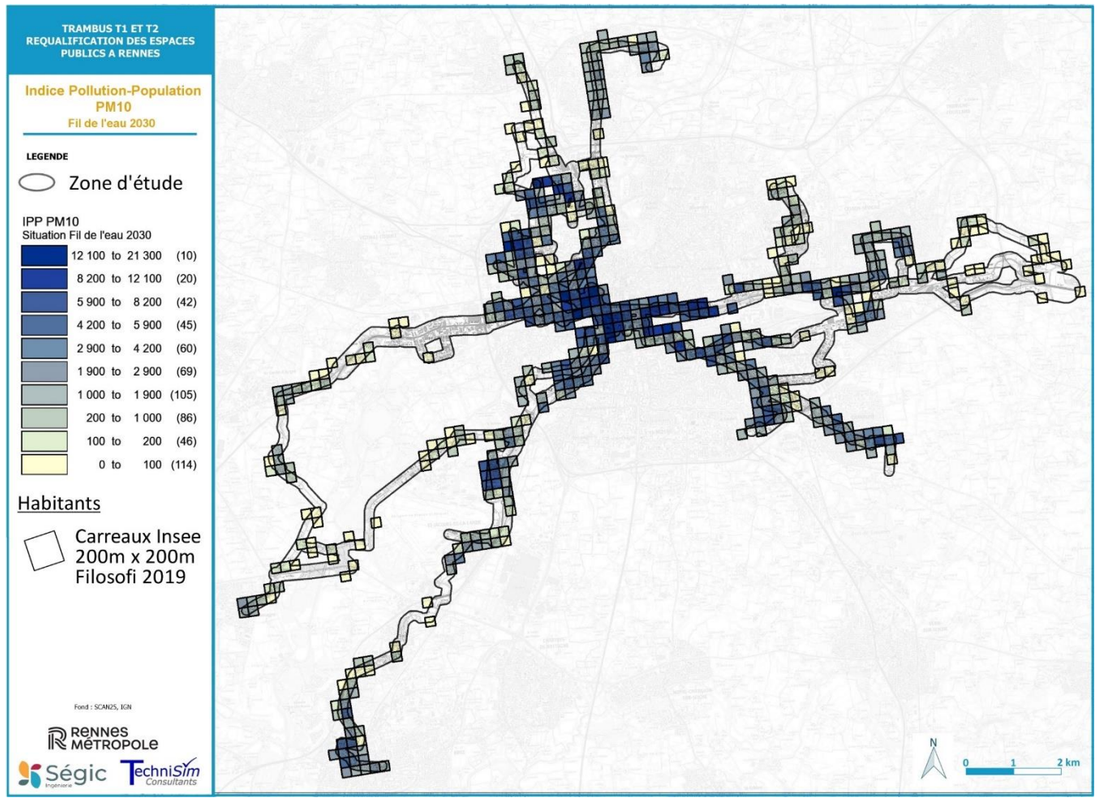


Figure 131 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°2 - Horizon 2030 – Sans projet

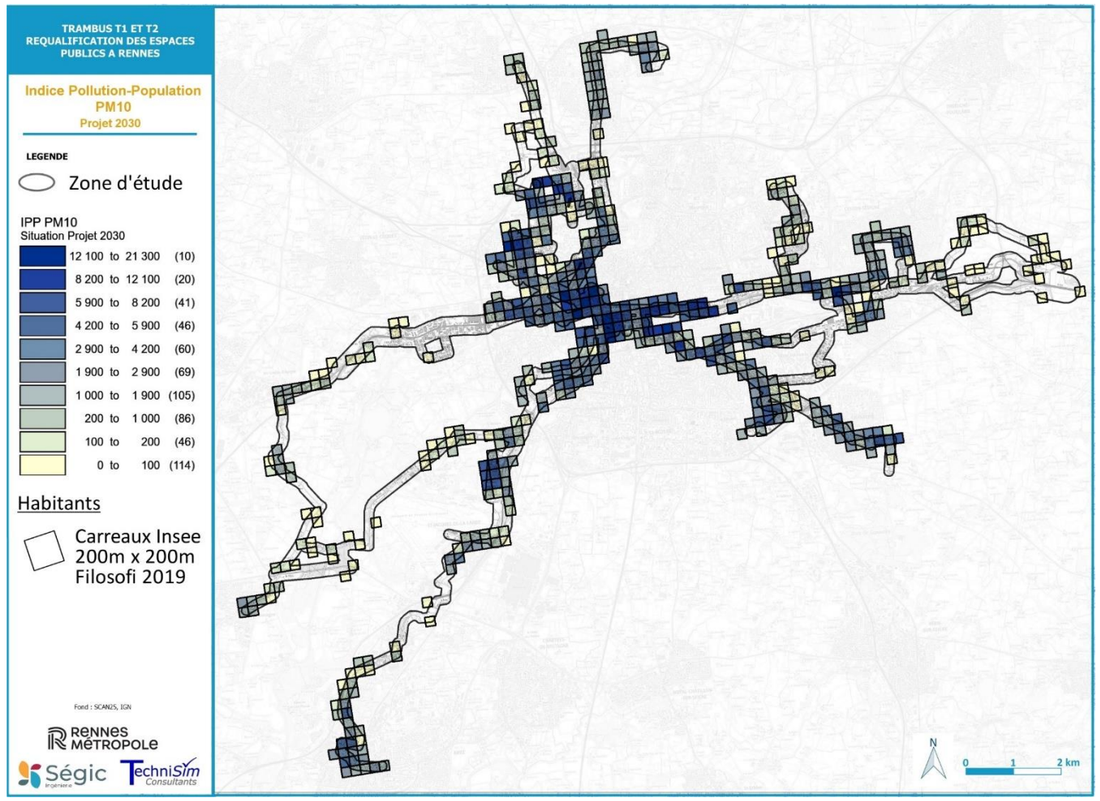


Figure 132 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°3 - Horizon 2030 – Avec projet

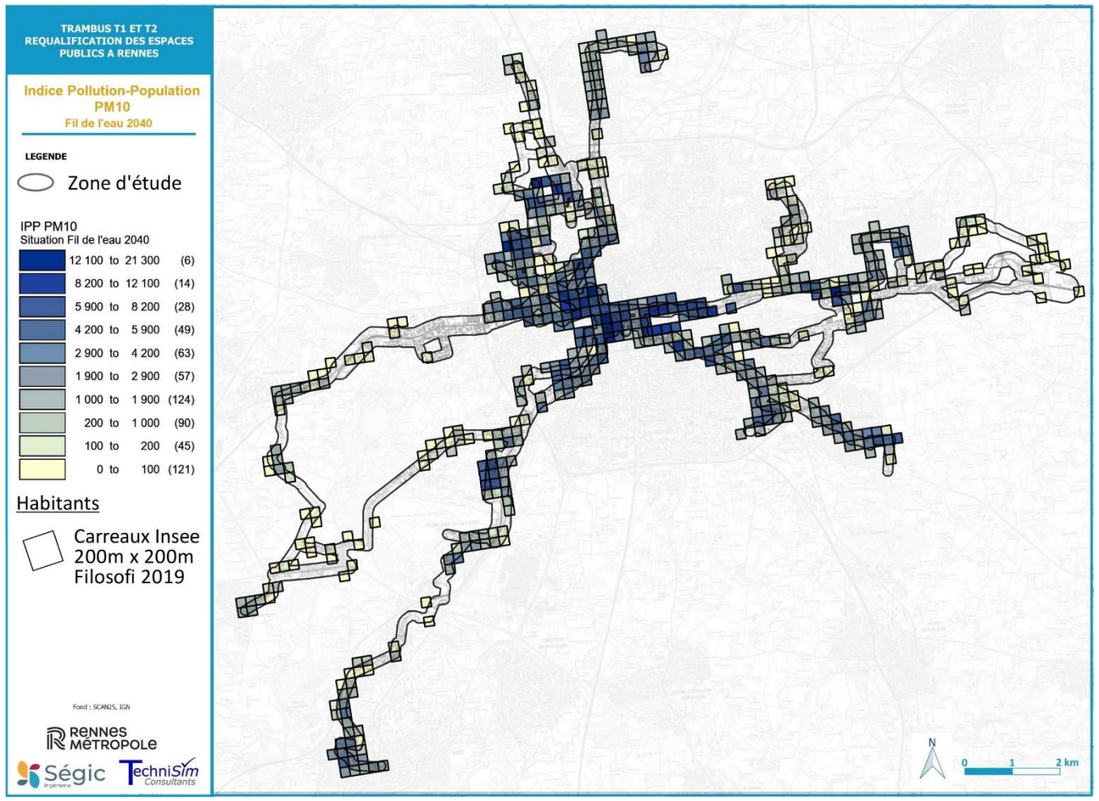


Figure 133 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°4 - Horizon 2040 – Sans projet

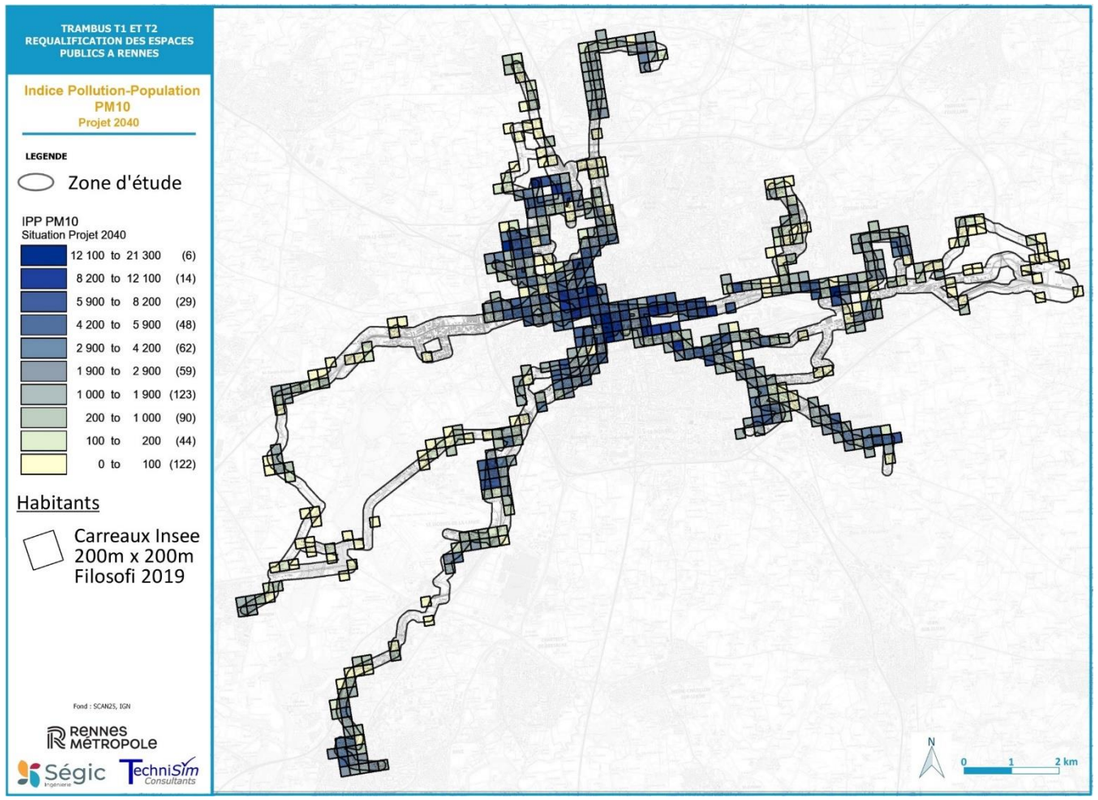


Figure 134 : IPP PM10 par maille INSEE –Concentration moyenne modélisée par maille x nombre d'habitants de la maille – Situation N°5 - Horizon 2040 – Avec projet

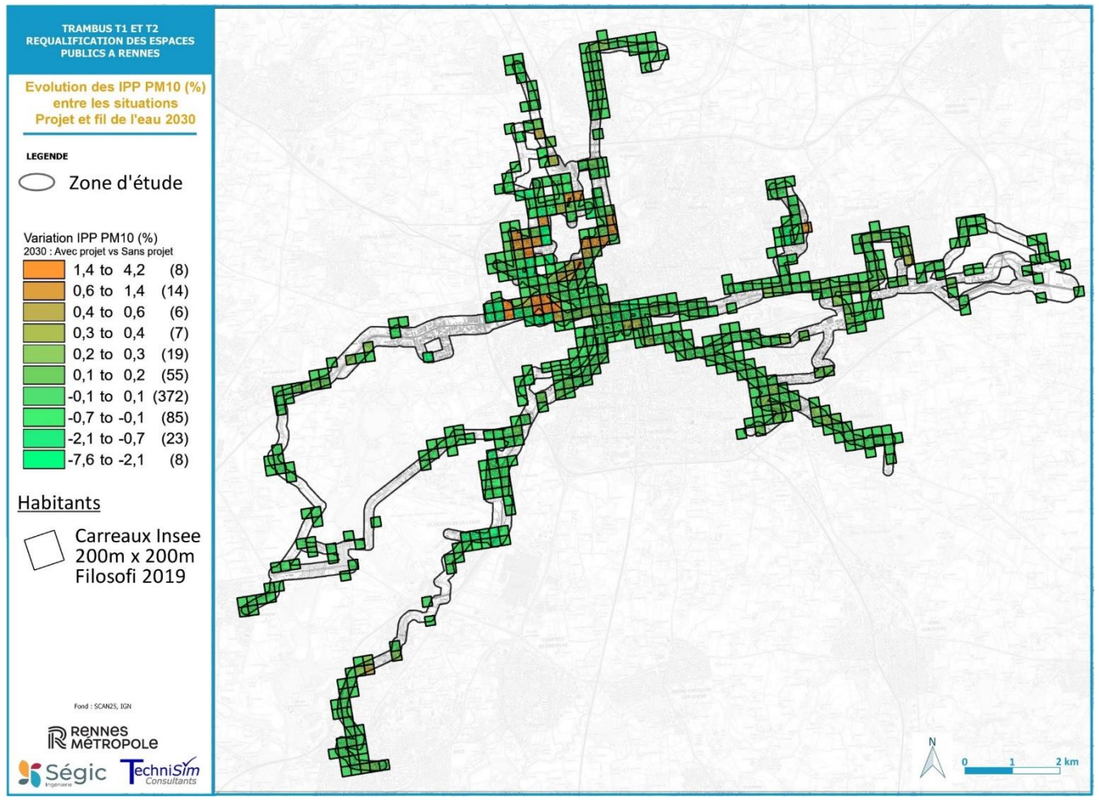


Figure 135 : Variation en % des IPP PM10 par maille INSEE en 2030 entre la situation fil de l'eau et la situation projet

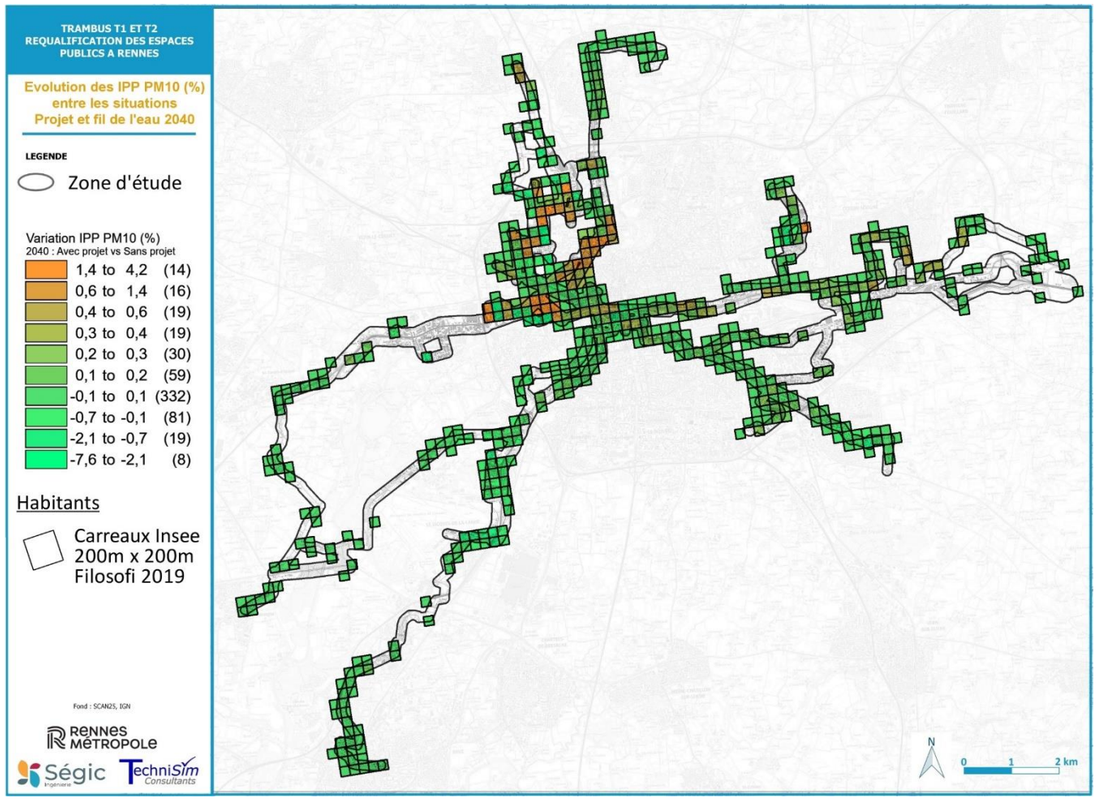


Figure 136 : Variation en % des IPP PM10 par maille INSEE en 2040 entre la situation fil de l'eau et la situation projet

En l'état actuel, les IPP NO_2 comme les IPP PM10 les plus élevés sont retrouvés dans le centre-ville dense de Rennes. Pour mémoire, l'analyse de l'état actuel a montré qu'aucun habitant de Rennes Métropole n'est exposé à des dépassements du seuil réglementaire annuel pour les PM10 et qu'entre 100 à 750 personnes résident dans des zones où le seuil réglementaire pour le NO_2 est dépassé (Données Air Breizh) ;

Dans l'ensemble, aux horizons futurs, les IPP par carreau diminuent comparativement à la situation actuelle.

Les variations d'IPP les plus fortes en termes de diminution de l'exposition des populations, liées à la réalisation du projet « TramBus T1 et T2 » – comparativement à la situation au Fil de l'Eau – sont situées dans les quartiers Bourg-l'Évêque, Villejean a proximité du tracé des lignes de TramBus.

Cependant, des augmentations des IPP sont également observées dans les mêmes quartiers (Bourg-l'Évêque, Villejean) ainsi que Saint-Martin ; en lien avec le report de trafic sur des voiries autres que les voies dédiées aux TramBus.

À l'horizon *2030*, respectivement 64 % et 53 % des habitants de la zone d'étude voient leur exposition au NO_2 et aux PM10, diminuer en situation projet, comparativement à la situation au Fil de l'Eau.

À l'horizon *2040*, respectivement 62 % et 37 % des habitants de la zone d'étude voient leur exposition au NO_2 et aux PM10, diminuer en situation projet, comparativement à la situation fil de l'eau.

Effets du projet sur la santé - évaluation quantitative des risques sanitaires

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La Circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :

« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation.

Il s'agit d'un outil de gestion et d'aide à la décision. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

La planche suivante présente le schéma conceptuel de l'EQRS réalisée dans ce document.

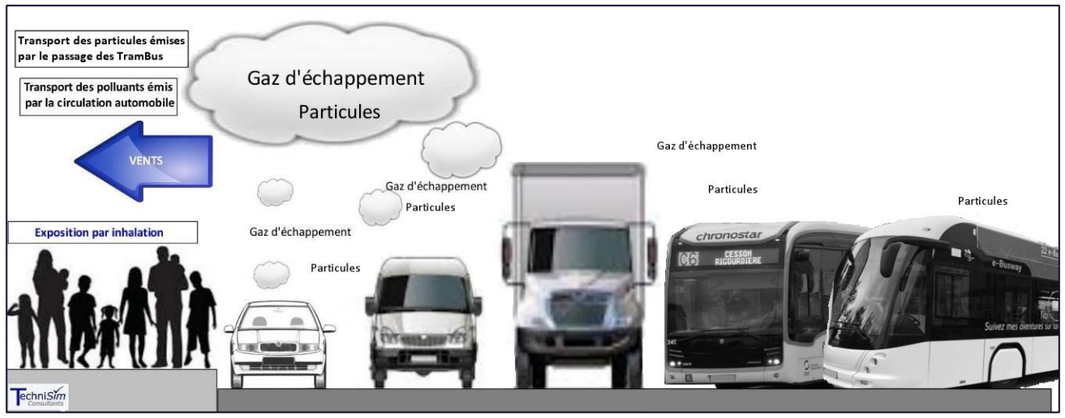


Figure 137 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaire » Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p. ;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone » - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 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 NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

❖ Hypothèses de travail retenues

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic routier des brins considérés sur la zone d'étude. Pour le NO_2 et les particules PM10 et PM2.5 les données tiennent compte des concentrations de fond.
- La voie d'exposition privilégiée ici est l'inhalation.
- Les particules à l'échappement des véhicules routiers sont assimilées à des particules diesel (hypothèse majorante).
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome lié au émissions routières, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors que, en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

❖ Contenu et démarche de l'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée des quatre étapes listées ci-dessous :

- L'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- La définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- L'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- La caractérisation des risques sanitaires via le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque : Il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.

On distingue les effets selon plusieurs critères.

La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- Aiguë : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- Subchronique : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- Chronique : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au regard des effets, on distingue ceux-ci selon qu'ils sont « à seuils » ou « sans seuils » :

- Les effets toxiques « à seuils » correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La **V**aleur **T**oxicologique de **R**éférence [VTR] correspond alors à cette valeur.

  Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- Les effets toxiques « sans seuils » correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

  La VTR est alors un **E**xcès de **R**isque **U**nitaire (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.

Ici, les polluants retenus sont issus du rapport du groupe de travail constitué du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé.

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.

Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.

Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets « avec seuils » ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets « sans seuils ».

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite 'NOEL' pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'Homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.

La VTR est ensuite obtenue mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.

La VTR prend enfin la forme d'une **D**ose **J**ournalière **A**dmissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une **C**oncentration **M**aximale **A**dmissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m^3).

En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.

L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en (µg/m^3)$^{-1}$. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de 1 µg/m^3 dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

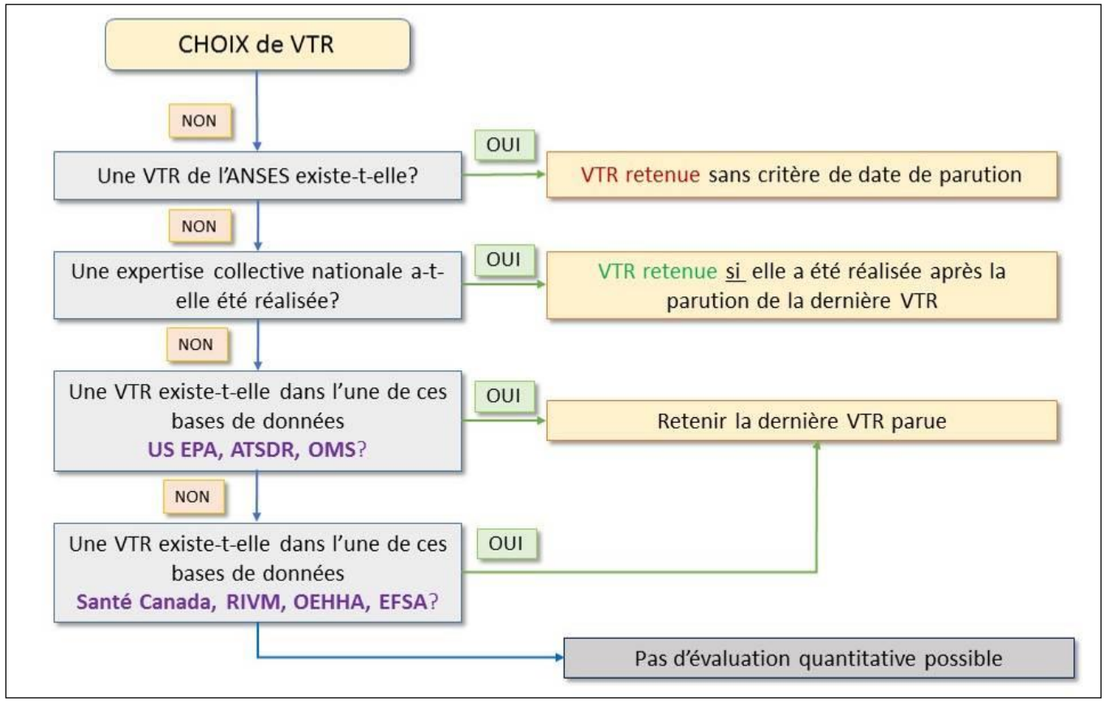


Figure 138 : Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux en page suivante.

Les facteurs d'équivalence toxique (FET) des HAP sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Tableau 52 : Facteurs d'équivalence toxique (FET) des HAP

Composé	FET	Source	Composé	FET	Source
Acénaphtène	0.001	INERIS	Chrysène	0.01	INERIS
Acénaphtylène	0.001	INERIS	Dibenzo[a,h]anthracène	1	INERIS
Anthracène	0.01	INERIS	Fluorène	0.001	INERIS
Benzo[a]anthracène	0.1	INERIS	Fluoranthène	0.001	INERIS
Benzo[a]pyrène	1	INERIS	Indéno[1,2,3-cd]pyrène	0.1	INERIS
Benzo[b]fluoranthène	0.1	INERIS	Phénanthrène	0.001	INERIS
Benzo[g,h,i]pérylène	0.01	INERIS	Pyrène	0.001	INERIS
Benzo[k]fluoranthène	0.1	INERIS	benzo(j)fluoranthène	0.1	AFSSA

Tableau 53: Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET BaP										
Benzène	71-43-2	Inhalation	Effets hématologiques non cancérogènes	VTR	10	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2008	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité (atrophie ovarienne)	VTR	2,0	[µg/m³]	300	ANSES	2021	VTR de l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Augmentation de la mortalité embryonnaire foetale	RfC	0,002	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Diminution des capacités intellectuelles et effets néfastes sur le comportement	REL	0,015	[µg/m³]	extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Particulaires - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	TCA	0,03	[µg/m³]	300	OMS IPCS	2013	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	VTR	0,23	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Particules diesel	-	Inhalation	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	VTR	5,0	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l'OMS : 15 µg/m³ en moyenne annuelle							
Particules PM2.5	-	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l'OMS : 5 µg/m³ en moyenne annuelle							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible - à comparer avec les recommandations de l'OMS : 10 µg/m³ en moyenne annuelle							

Tableau 54: Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils - Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET BaP									
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigües	VTR	2,60E-05	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2014	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies lymphoïdes	ERU	2,43E-07	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2022	VTR de l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	tumeurs des voies respiratoires	ERU	6E-04	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,5E-04	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Chrome VI particulaire	7440-47-3	Inhalation	Augmentation du risque de cancer pulmonaire	ERU	4,00E-02	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS IPCS	2013	VTR retenue par l'ANSES

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	1,70E-04	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
AUTRES POLLUANTS									
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	VTR	3,40E-05	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	1996	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	En l'absence de données de concentrations spécifiques des PM2.5 : Conversion en concentration de PM2,5 (avec le ratio PM10/PM2.5 de la zone géographique concernée ou la valeur de 0,65 considérée comme la moyenne pour la population européenne selon l'OMS en l'absence de donnée localisée) puis application de la VTR long terme pour les PM2,5.						
Particules PM2.5	-	Inhalation	Décès toutes causes non accidentelles : Utilisation de l'ERU ou de la fonction paramétrique pour affiner : ELR = $2{,}19.10^{-5}$. $[PM2{,}5]^3$ - $1{,}51.10^{-3}$. $[PM2{,}5]^2$ + $3{,}61.10^{-2}$. $[PM2{,}5]$ - $8{,}83.10^{-2}$ ELR = Excess Lifetime Risk (Excès de risque vie entière) **Le domaine de validité de cette VTR est la gamme de concentrations suivante : [4,9 ; 30] µg/m³**						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	Aucune VTR disponible						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L'exposition d'une population à une substance toxique dépend de deux facteurs :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations-cibles.

On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l'organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané).

Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux.

Il est intéressant de garder à l'esprit que le devenir d'une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.

À partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation.

Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement d'une part les expositions de type chronique, ou encore les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Concernant le projet étudié, il s'agit des scénarios suivants :

Voie d'exposition - Inhalation

- Effets à seuils
  - *Enfant en bas-âge* : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les crèches de la zone d'étude.
  - *Écolier de maternelle* : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les écoles maternelles de la zone d'étude.
  - *Écolier de l'élémentaire* : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les écoles élémentaires de la zone d'étude.
  - *Écolier de primaire* : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les écoles primaires ou groupes scolaires de la zone d'étude.
  - *Personne âgée* : ce scénario considère les personnes âgées hébergées au sein des maisons de retraite/EHPAD de la zone d'étude.
  - *Hospitalisé* : ce scénario considère les personnes hospitalisées pour longue durée dans les centres de santé de la zone d'étude.
  - *Résidents* : ce scénario considère les adultes habitant au sein de la zone d'étude.

- Effets sans seuils
  - *Enfant* : ce scénario considère les individus jusqu'à 11 ans vivant au sein de la zone d'étude et fréquentant les établissements scolaires et les crèches de la zone d'étude.
  - *Personne âgée* : ce scénario considère les personnes âgées vivant au sein des maisons de retraite/EHPAD de la zone d'étude.
  - *Résidents* : ce scénario considère les adultes habitant au sein de la zone d'étude.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

Pour l'inhalation, la dose journalière est dans la pratique une concentration inhalée.

Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement.

Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante : $\boldsymbol{CI} = (\sum_{\boldsymbol{i}}(\boldsymbol{Ci} \times \boldsymbol{ti}) \times \boldsymbol{F} \times \frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{Tm}}$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m^3]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[Sans dimension]
T	Nombre d'années d'exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l'exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.

Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont indiqués dans les tableaux ci-après.

Tableau 55: Scénario d'exposition « résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT	**Semaine et week end**		
Durée d'exposition : 12 ans*	**Domicile**	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation

**Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de la métropole de Rennes (11,6 ans) arrondie à l'année supérieure (Insee)*

Tableau 56: Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT **Durée d'exposition : 11 ans**	**Crèche**	47 semaines/an 10 h/jour – 5 jours/semaine	3 ans	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude étendue
	École maternelle et élémentaire	36 semaines/an 10 h/jour – 4 jours/semaine 04 h/jour – 1 jour/semaine	8 ans	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude étendue
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines/an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines/an 24 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines/an	3 ans	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation
		14 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an 20 h/jour – 1 jour/semaine – 36 semaines/ an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an 24 h/jour – 7 jours/semaine – 16 semaines/an	8 ans	

Tableau 57: Scénario d'exposition « enfant en bas âge » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT EN BAS AGE **Durée d'exposition : 3 ans/ *Crèche***	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	Crèche	10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude étendue
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines/an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines/an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines/an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation

Tableau 58: Scénario d'exposition « écolier de maternelle », « écolier de l'élémentaire », « écolier de primaire » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER **Durée d'exposition : 3 ans/*Maternelle*** **5 ans/*Élémentaire*** **8 ans/*Primaire***	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	École	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines/an 4 h/jour – 1 jour/semaine – 36 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude étendue
	Domicile	14 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines/an 20 h/jour – 1 jour/semaine – 36 semaines/an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 16 semaines/an	Centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation

Tableau 59: Scénarios d'exposition « personne âgée » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
EHPAD	**En continu**		
Durée d'exposition : 10 ans	**Domicile**	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude étendue

Tableau 60: Scénarios d'exposition « Hospitalisé » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
HOSPITALISE Longue durée	**En continu**		
Durée d'exposition : 1,5 ans*	**Domicile**	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude étendue

** Durée moyenne des hospitalisations longues durées (calculée d'après les données DREES[7]).*

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques. Ces indices diffèrent à l'égard des effets « à seuils » ou bien « sans seuils ».

Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR].

On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

QD = CMI/CAA

CMI	Concentration Moyenne Inhalée	[µg/m^3]
CAA	Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence	[µg/m^3]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.

Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

ERI = ERUi × CMI

CMI	Concentration Moyenne Inhalée	[µg/m^3]
ERUi	Excès de Risque Unitaire par inhalation	[µg/m^3]$^{-1}$

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, assurément, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10-6 (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10^{-4} comme le seuil de l'inacceptable en population générale.

[7] DREES ; Les établissements de santé édition 2016 ; Fiche 04 : L'activité en hospitalisation complète et partielle.

En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10^{-5}. Ce seuil de 10^{-5} est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteur d'incertitude dans leur construction, le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d'intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10^{-4} et/ou un QD > 10 ;
- Un domaine de vigilance active pour un 10^{-5} < ERI < 10^{-4} et/ou un 1 < QD < 10 ;
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10^{-5} et/ou un QD < 1.

Pour finir, les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS.

En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets 'à seuils' : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets 'sans seuils' : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

❖ Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil – Quotient de danger

Les quotients de dangers, pour chaque scénario d'exposition, sont disponibles dans les tableaux suivants et les quotients de dangers calculés par organes-cibles sont représentés en figure sous chaque tableau.

Au vu des concentrations liées aux émissions du transport routier de la zone d'étude, il est possible de constater que les Quotients de Danger (QD) sont tous inférieurs à 1, et cela, même en les additionnant par organe-cible.

Les QD et QD cumulés sont tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons, situations et scénarios d'exposition examinés.

Ainsi, l'indice des risques non cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés, pour les substances dont une VTR est disponible.

Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, pour les effets chroniques à seuils, les effets critiques ne sont pas a priori de nature à apparaitre au sein de la population fréquentant les lieux vulnérables. De ce fait, aucun polluant ne nécessite une surveillance particulière.

> *La réalisation du projet n'est pas de nature à induire des effets pathologiques au sein des populations de la zone d'étude (résidents, population vulnérable), en comparaison à la situation sans projet (les différences de QD sont très faibles voire négligeables).*

Quotients de dangers maximaux par type d'établissement vulnérable sur la zone d'étude

Tableau 61: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario enfant en bas âge

	Scénario enfant en bas âge Max crèches				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	6.09E-05	5.79E-05	5.66E-05	5.98E-05	5.94E-05
Benzène	4.19E-03	1.21E-03	1.20E-03	1.03E-03	1.02E-03
1,3-butadiène	1.41E-02	1.75E-02	1.34E-02	2.56E-02	1.97E-02
Chrome VI	1.53E-03	1.35E-03	1.32E-03	1.20E-03	1.17E-03
Nickel	2.03E-05	2.04E-05	2.03E-05	2.38E-05	2.36E-05
Particules diesel	1.73E-01	7.09E-02	6.79E-02	3.09E-02	2.95E-02
16 HAP* eq. BaP	1.03E-01	7.81E-02	7.62E-02	6.08E-02	5.85E-02

* dont le BaP

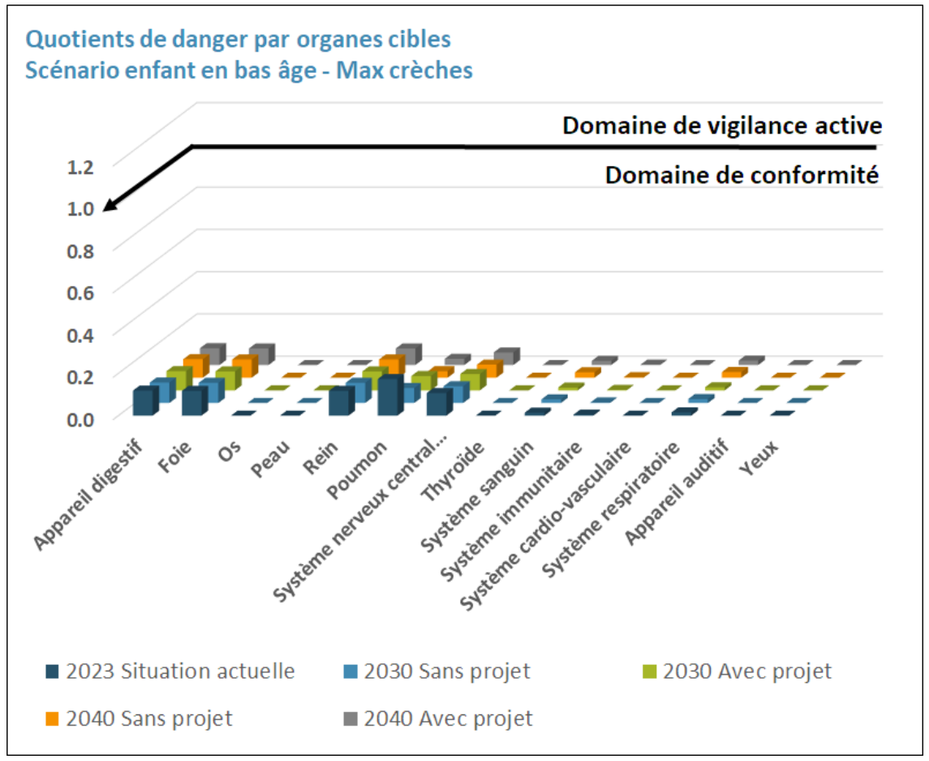


Figure 139 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario enfant en bas âge

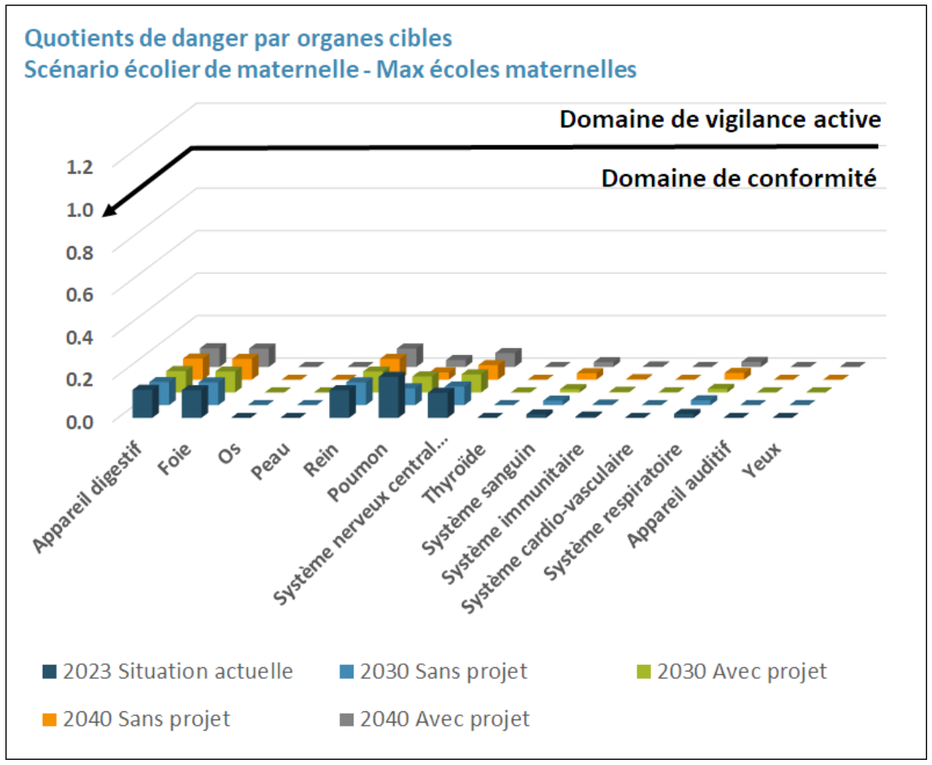


Figure 140 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario écolier de maternelle

Tableau 62: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario écolier de maternelle

	Scénario écolier de maternelle Max écoles maternelles				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	6.74E-05	6.40E-05	6.24E-05	6.60E-05	6.55E-05
Benzène	4.61E-03	1.33E-03	1.32E-03	1.13E-03	1.12E-03
1,3-butadiène	1.66E-02	2.11E-02	1.52E-02	3.08E-02	2.24E-02
Chrome VI	1.70E-03	1.50E-03	1.45E-03	1.33E-03	1.29E-03
Nickel	2.24E-05	2.25E-05	2.24E-05	2.62E-05	2.60E-05
Particules diesel	1.93E-01	7.93E-02	7.51E-02	3.46E-02	3.27E-02
16 HAP eq. BaP	1.14E-01	8.63E-02	8.37E-02	6.74E-02	6.44E-02

* dont le BaP

Tableau 63: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario écolier de l'élémentaire

	Scénario écolier de l'élémentaire Max écoles élémentaires				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	7.24E-05	6.89E-05	6.78E-05	7.09E-05	7.07E-05
Benzène	4.93E-03	1.42E-03	1.41E-03	1.21E-03	1.20E-03
1,3-butadiène	1.69E-02	2.12E-02	1.74E-02	3.12E-02	2.58E-02
Chrome VI	1.82E-03	1.62E-03	1.59E-03	1.44E-03	1.40E-03
Nickel	2.42E-05	2.42E-05	2.42E-05	2.82E-05	2.79E-05
Particules diesel	2.07E-01	8.47E-02	8.21E-02	3.69E-02	3.57E-02
16 HAP eq. BaP	1.20E-01	9.21E-02	9.06E-02	7.16E-02	6.96E-02

* dont le BaP

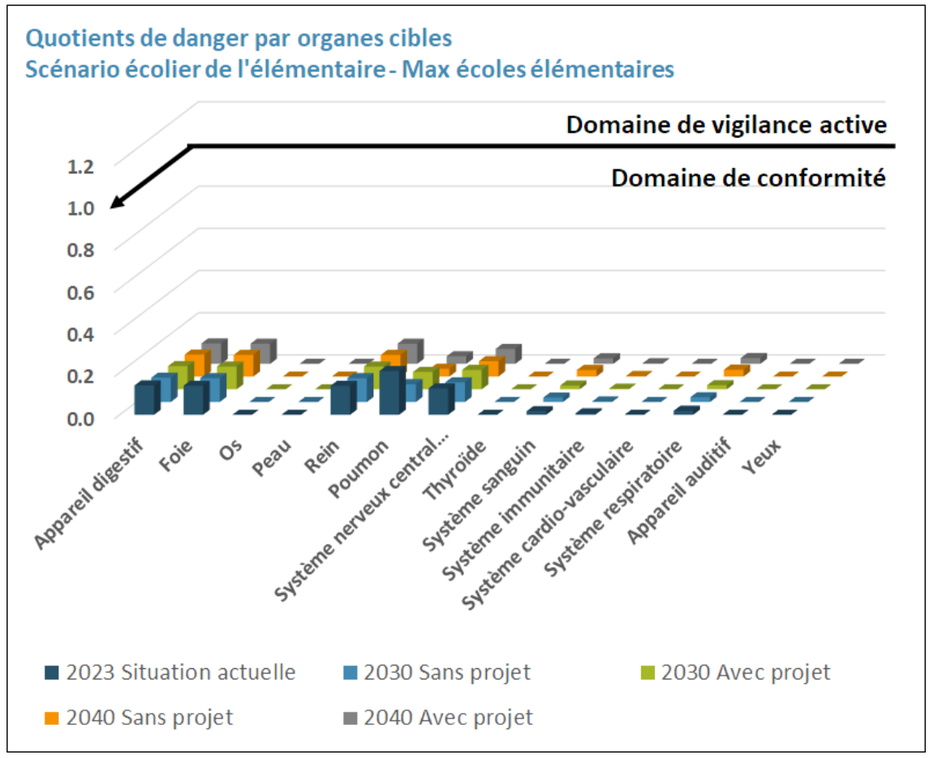


Figure 141 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario écolier de l'élémentaire

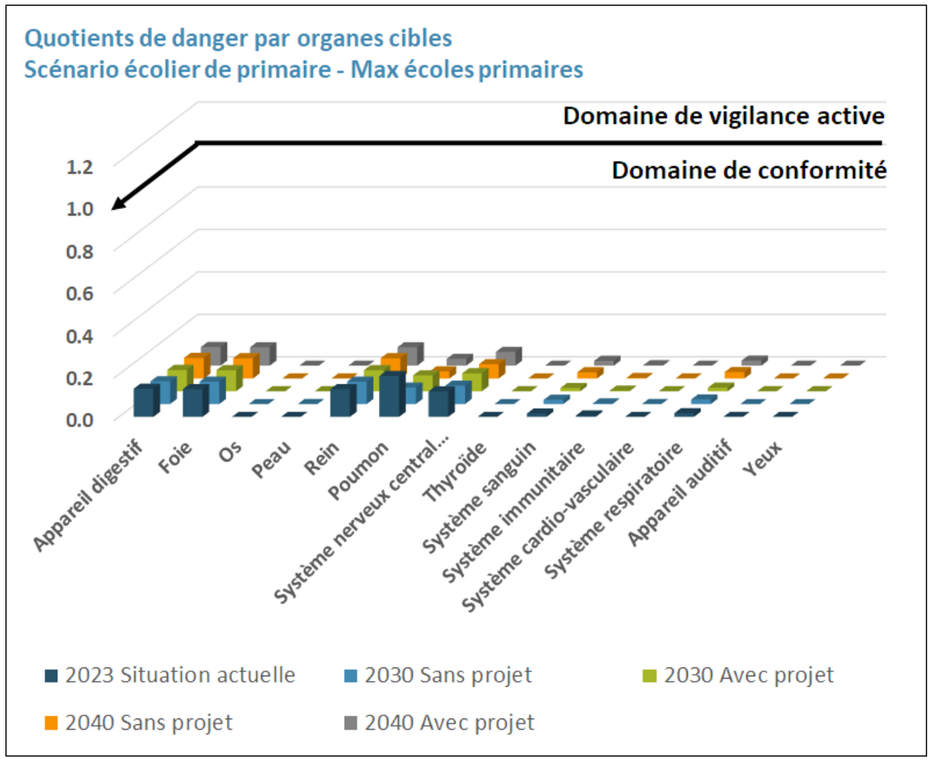


Figure 142 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario écolier de primaire

Tableau 64: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario écolier de primaire

	Scénario écolier de primaire Max écoles primaires				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	6.78E-05	6.33E-05	6.20E-05	6.53E-05	6.51E-05
Benzène	4.68E-03	1.32E-03	1.31E-03	1.12E-03	1.11E-03
1,3-butadiène	1.54E-02	2.00E-02	1.56E-02	2.92E-02	2.30E-02
Chrome VI	1.70E-03	1.48E-03	1.45E-03	1.32E-03	1.28E-03
Nickel	2.27E-05	2.23E-05	2.23E-05	2.61E-05	2.58E-05
Particules diesel	1.92E-01	7.78E-02	7.48E-02	3.39E-02	3.25E-02
16 HAP eq. BaP	1.15E-01	8.53E-02	8.34E-02	6.64E-02	6.41E-02

* dont le BaP

Tableau 65: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario personne âgée en maison de retraite

	Scénario personne âgée Max Maisons de retraites/EHPAD				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	5.20E-05	4.87E-05	5.12E-05	4.95E-05	5.32E-05
Benzène	3.42E-03	1.04E-03	1.13E-03	8.54E-04	9.44E-04
1,3-butadiène	1.12E-02	1.44E-02	8.77E-03	2.08E-02	1.26E-02
Chrome VI	1.27E-03	1.14E-03	1.16E-03	9.75E-04	1.02E-03
Nickel	1.76E-05	1.72E-05	1.84E-05	1.95E-05	2.13E-05
Particules diesel	1.48E-01	6.02E-02	6.03E-02	2.57E-02	2.57E-02
16 HAP eq. BaP	8.38E-02	7.08E-02	7.32E-02	5.38E-02	5.51E-02

* dont le BaP

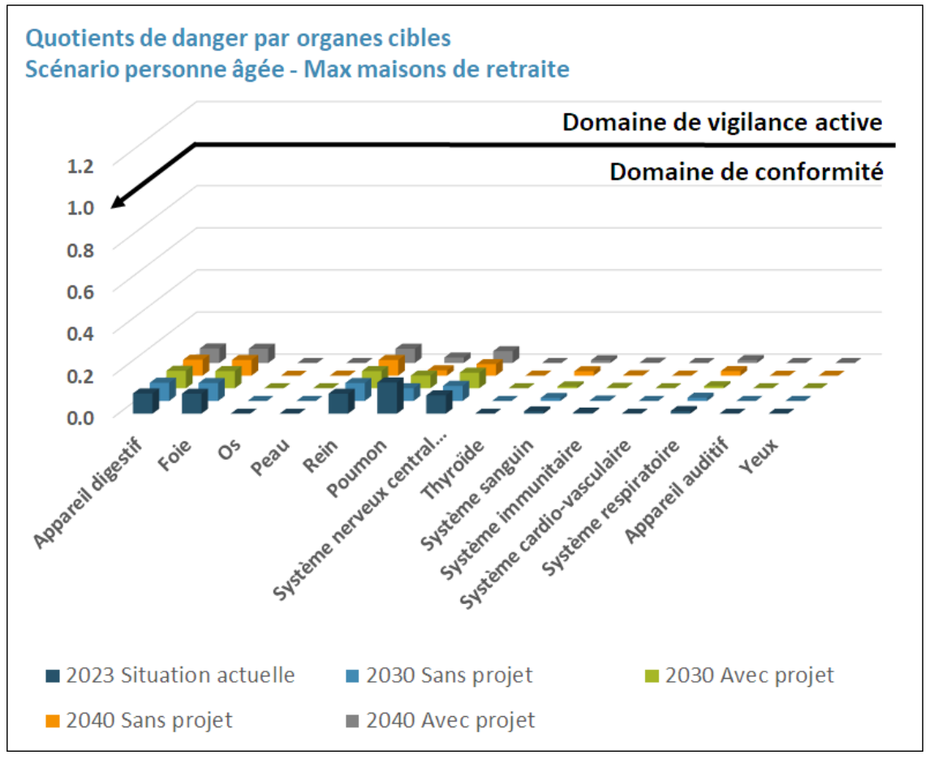


Figure 143 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario retraité en maison de retraite

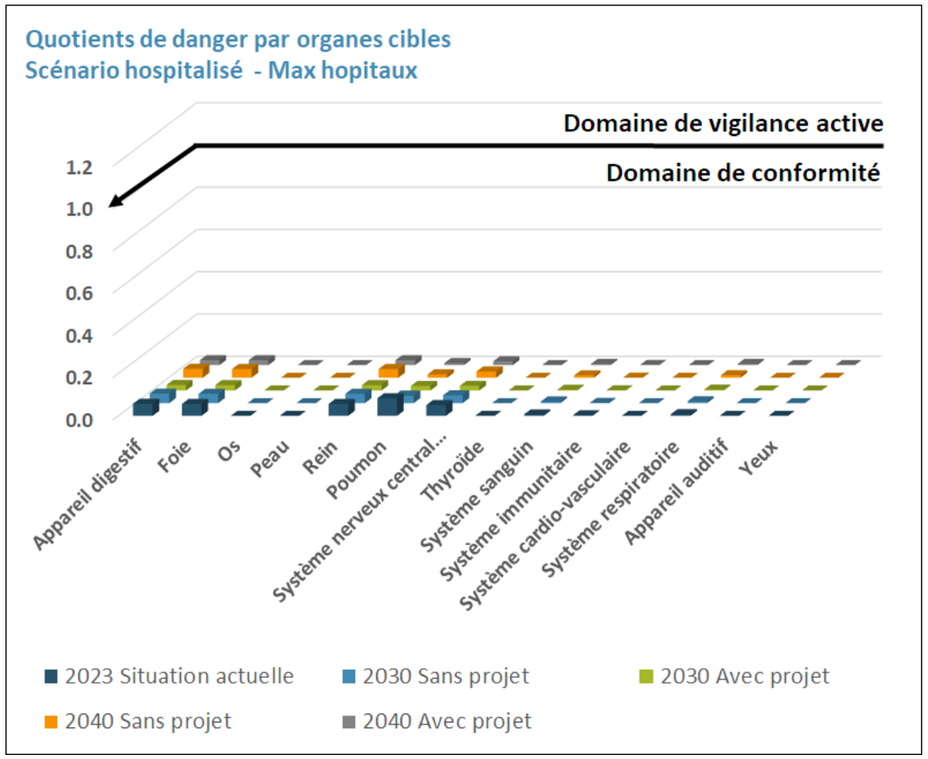


Figure 144 : Quotients de danger maximaux cumulés par organe cible - Scénario hospitalisé

Tableau 66: Quotients de dangers maximaux par composé – scénario hospitalisé

	Scénario hospitalisé				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	2.90E-05	2.94E-05	1.77E-05	3.16E-05	1.98E-05
Benzène	1.82E-03	5.49E-04	3.61E-04	4.89E-04	3.21E-04
1,3-butadiène	7.03E-03	7.87E-03	3.74E-03	1.20E-02	5.45E-03
Chrome VI	7.57E-04	7.14E-04	4.01E-04	6.53E-04	3.77E-04
Nickel	9.25E-06	1.00E-05	6.38E-06	1.21E-05	7.95E-06
Particules diesel	8.32E-02	3.59E-02	2.15E-02	1.63E-02	9.98E-03
16 HAP eq. BaP	4.95E-02	3.67E-02	2.19E-02	2.96E-02	1.78E-02

* dont le BaP

Tableau 67: Quotients de dangers par composé – scénario résident

	Scénario résident Centile 99 des concentrations sur les zones d'habitations				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Situation actuelle**	**2030 Sans projet**	**2030 Avec projet**	**2040 Sans projet**	**2040 Avec projet**
Arsenic	7.20E-05	6.79E-05	6.65E-05	7.01E-05	6.99E-05
Benzène	5.00E-03	1.43E-03	1.42E-03	1.22E-03	1.21E-03
1,3-butadiène	1.66E-02	2.09E-02	1.61E-02	3.05E-02	2.37E-02
Chrome VI	1.80E-03	1.59E-03	1.55E-03	1.41E-03	1.38E-03
Nickel	2.41E-05	2.40E-05	2.39E-05	2.80E-05	2.77E-05
Particules diesel	2.05E-01	8.31E-02	7.99E-02	3.62E-02	3.47E-02
16 HAP eq. BaP	1.22E-01	9.22E-02	9.03E-02	7.17E-02	6.93E-02

* dont le BaP

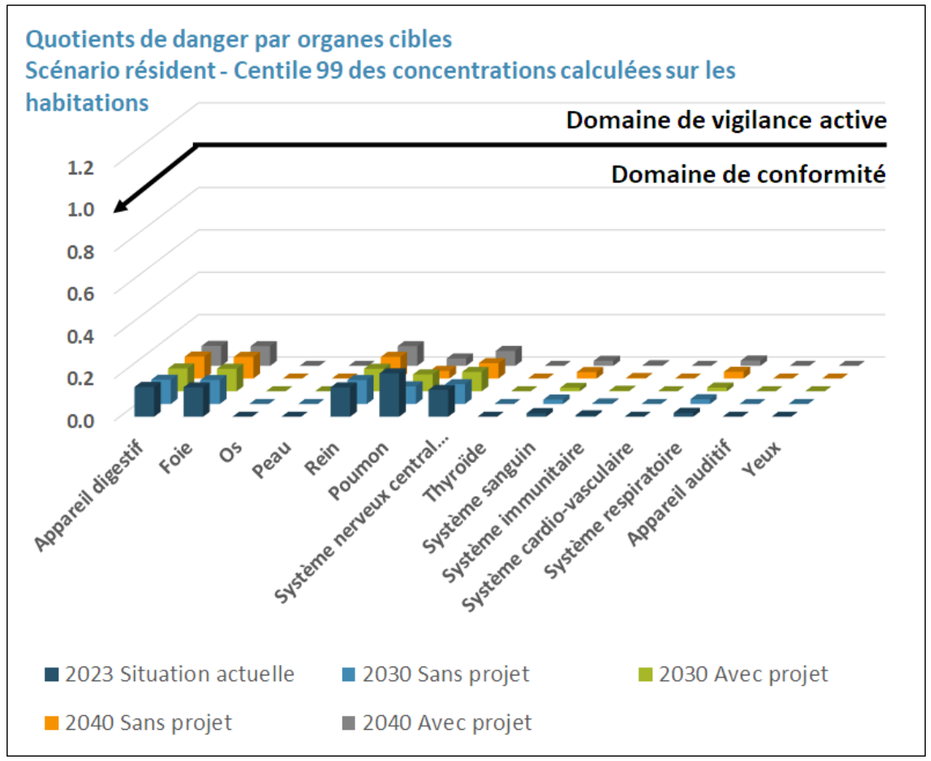


Figure 145 : Quotients de danger cumulés par organe cible - Scénario résident

❖ Exposition chronique – Comparaison aux valeurs guide OMS annuelles pour les principaux polluants

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR. Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats acquis en concentration moyenne avec les recommandations annuelles de l'OMS pour le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules PM10 et PM2,5.

Les chiffres sont reportés dans les tableaux suivants et comparés aux concentrations maximales calculées pour chaque type de lieu vulnérable et au centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation.

Rappel : les concentrations de fond sont ajoutées aux résultats des modélisations afin de tenir compte des autres sources d'émissions de la zone d'étude et ainsi assurer une comparaison aux valeurs de l'OMS plus représentative au regard des seuils de dangerosité pour la santé de la pollution de l'air.

Tableau 68: Comparaison aux recommandations annuelles de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2

Recommandation annuelle de l'OMS : 10 µg/m³	Seuil respecté		Seuil dépassé		
NO_2 (µg/m³) **Moyenne annuelle**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	14,9	9,7	9,6	4,9	4,9
Max écoles maternelles	17,4	11,2	11,2	5,5	5,5
Max écoles élémentaires	23,4	14,4	14,4	6,7	6,6
Max écoles primaires	18,5	11,0	10,9	5,4	5,4
Max maisons de retraite	19,4	11,7	12,2	5,6	5,8
Max hôpitaux	14,4	9,4	8,3	4,9	4,5
HABITANTS Centile 99	23,2	14,0	14,0	6,5	6,5
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond*				

Tableau 69: Comparaison aux recommandations annuelles de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10

Recommandation annuelle de l'OMS : 15 µg/m³	Seuil respecté		Seuil dépassé		
PM10 (µg/m³) **Moyenne annuelle**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	16,9	14,8	14,7	13,0	13,0
Max écoles maternelles	18,2	16,0	16,0	14,2	14,3
Max écoles élémentaires	20,1	17,7	17,7	15,8	15,9
Max écoles primaires	18,0	15,6	15,5	13,8	13,8
Max maisons de retraite	18,4	15,6	15,8	13,7	14,0
Max hôpitaux	16,8	14,7	14,1	13,0	12,4
HABITANTS Centile 99	19,5	17,0	17,0	15,2	15,1
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond*				

Tableau 70: Comparaison aux recommandations annuelles de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5

Recommandation annuelle de l'OMS : 5 µg/m³	Seuil respecté		Seuil dépassé		
PM2.5 (µg/m³) **Moyenne annuelle**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	10,3	8,3	8,3	6,7	6,7
Max écoles maternelles	11,1	9,1	9,1	7,5	7,5
Max écoles élémentaires	12,4	10,1	10,1	8,4	8,4
Max écoles primaires	11,0	8,8	8,8	7,2	7,2
Max maisons de retraite	11,3	8,9	9,0	7,2	7,3

Recommandation annuelle de l'OMS : 5 µg/m³		Seuil respecté		Seuil dépassé	
PM2.5 (µg/m³) **Moyenne annuelle**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max hôpitaux	10,2	8,3	7,9	6,7	6,4
HABITANTS Centile 99	12,0	9,7	9,7	8,0	8,0
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond*				

En considérant les concentrations induites par les émissions des brins du trafic routier de la zone d'étude additionnées aux concentrations de fond, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l'OMS sont :

- Dépassées pour les PM2,5 pour les lieux vulnérables et les habitants les plus exposés pour tous les horizons et situations.
- Dépassées pour les PM10 en situation actuelle 2023 pour les lieux vulnérables et les habitants les plus exposés ; à l'horizon 2030 en situation Fil de l'eau et Projet pour les écoles (maternelle, élémentaire, primaire) et maisons de retraites ainsi que les habitants les plus exposés ; à l'horizon 2040 en situation Fil de l'eau et Projet pour les écoles élémentaires et les habitants les plus exposés.
- Respectées pour les PM10 à l'horizon 2030 en situation Fil de l'eau et Projet pour les crèches et hôpitaux les plus exposés ; à l'horizon 2040 en situation Fil de l'eau et Projet pour les crèches, écoles (maternelle, primaire), maisons de retraite et hôpitaux les plus exposés.
- Dépassées pour le NO_2 en situation actuelle 2023 pour les lieux vulnérables et les habitants les plus exposés ; à l'horizon 2030 en situation Fil de l'eau et Projet pour les écoles (maternelle, élémentaire, primaire) et maisons de retraites ainsi que les habitants les plus exposés.
- Respectées pour le NO_2 à l'horizon 2030 en situation Fil de l'eau et Projet pour les crèches et hôpitaux les plus exposés ; à l'horizon 2040 en situation Fil de l'eau et Projet pour tous les lieux vulnérables et les habitants les plus exposés.

> *Les concentrations en NO_2, PM10 et PM2,5 calculées aux horizons 2030 et 2040 (avec et sans projet) sont toutes inférieures à celles calculées en situation actuelle 2023.*
>
> *La réalisation du projet de ligne T1 & T2 de TramBus comparativement à la situation Fil de l'eau correspondante induit une légère modification de l'exposition des populations à la hausse ou à la baisse en fonction des lieux vulnérables. Ces variations sont peu significatives et n'engendrent pas de modification du respect ou dépassement des valeurs guide OMS pour le NO_2, les PM10 et les Pm2.5 par rapport à la situation Fil de l'eau correspondante.*

Il convient, par ailleurs, de retenir qu'en France, les seuils réglementaires applicables à la qualité de l'air ambiant sont définis à l'article R. 221-1 du Code de l'environnement. Pour rappel, l'objectif de qualité est de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO_2. Il convient de noter également que les lignes directrices de l'OMS ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles apportent un référentiel commun au niveau international et permettent des comparaisons, et ce, malgré des règlementations nationales différentes.

Les réglementations françaises et les directives européennes sont quant à elles juridiquement contraignantes pour la gestion de la qualité de l'air.

❖ Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils – Excès de Risque Individuel (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit. On parle d'excès de risque car cette probabilité est liée à l'exposition au polluant considéré et s'ajoute au risque de base présent dans la population.

Les ERI calculés pour les différents scénarios sont fournis dans les tableaux et figures suivants.

Scénario enfant

Tableau 71: Excès de risque individuel – scénario « Enfant »

ENFANT	2023 Situation actuelle	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Arsenic	2,40E-11	2,28E-11	2,24E-11	2,35E-11	2,34E-11
Benzène	1,90E-07	5,47E-08	5,42E-08	4,65E-08	4,61E-08
1,3-butadiène	1,23E-09	1,54E-09	1,21E-09	2,26E-09	1,78E-09
Chrome VI	3,22E-07	2,85E-07	2,79E-07	2,54E-07	2,47E-07
Nickel	1,40E-10	1,40E-10	1,39E-10	1,63E-10	1,61E-10
Particules diesel	5,18E-06	2,12E-06	2,04E-06	9,24E-07	8,87E-07
16 HAP eq BaP	2,15E-08	1,64E-08	1,60E-08	1,27E-08	1,23E-08
CUMUL	**5,72E-06**	**2,48E-06**	**2,39E-06**	**1,24E-06**	**1,19E-06**

En considérant les ERI par composés et sommés, il est observé que ceux-ci sont tous inclus dans le domaine de conformité (inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}). Ainsi, aucun polluant avec VTR ne représente un niveau de risque sanitaire significatif pour les effets sans seuils, considérant le scénario enfant.

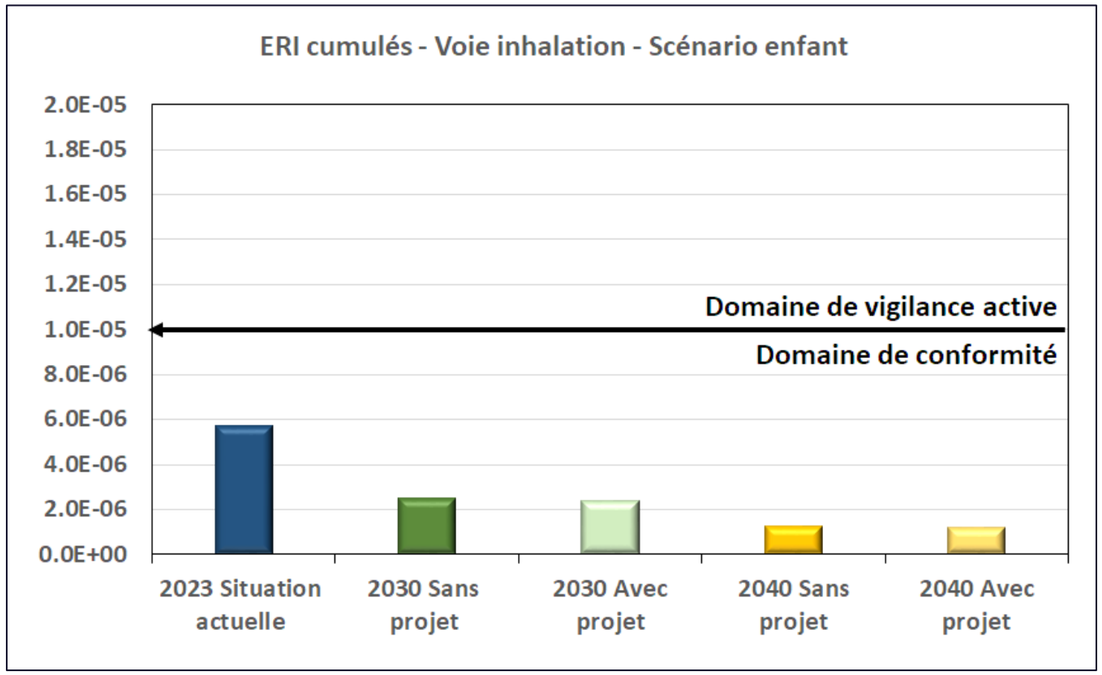


Figure 146 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans)

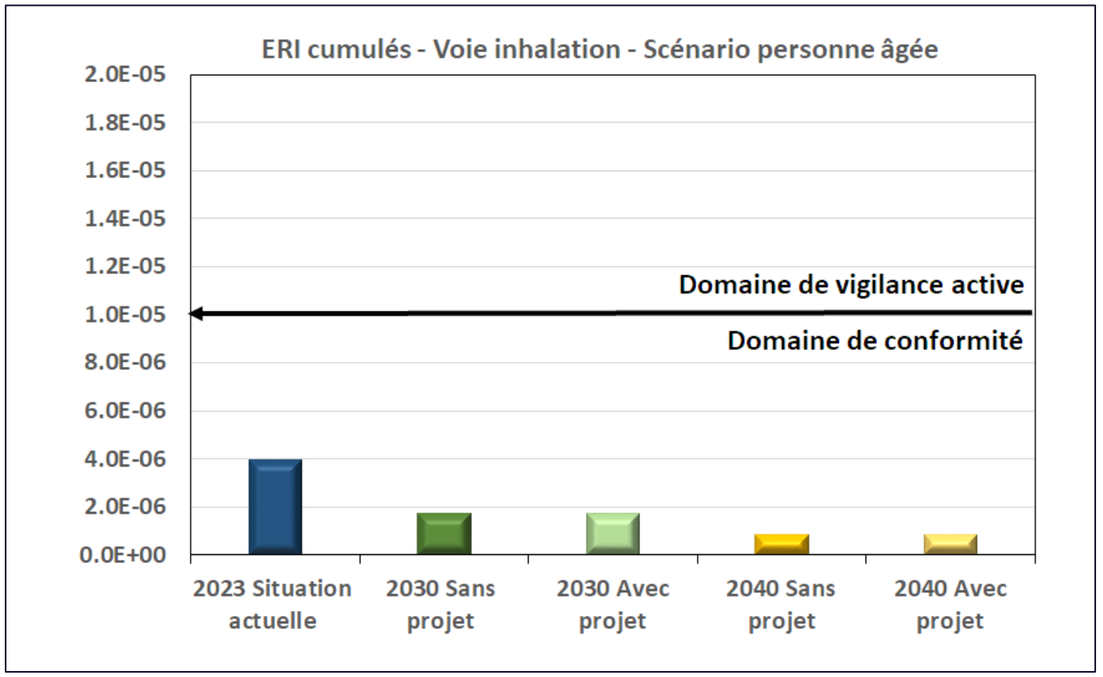


Figure 147 : ERI cumulés – scénario personne âgée

Scénario personne âgée

Tableau 72: Excès de risque individuel – scénario « personne âgée »

PERSONNE ÂGÉE	2023 Situation actuelle	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Arsenic	1,67E-11	1,57E-11	1,65E-11	1,59E-11	1,71E-11
Benzène	1,27E-07	3,85E-08	4,21E-08	3,17E-08	3,51E-08
1,3-butadiène	7,76E-10	1,00E-09	6,09E-10	1,44E-09	8,78E-10
Chrome VI	2,18E-07	1,95E-07	1,99E-07	1,67E-07	1,74E-07
Nickel	9,84E-11	9,58E-11	1,03E-10	1,09E-10	1,19E-10
Particules diesel	3,59E-06	1,46E-06	1,47E-06	6,24E-07	6,25E-07
16 HAP eq BaP	1,44E-08	1,21E-08	1,26E-08	9,22E-09	9,45E-09
CUMUL	**3,96E-06**	**1,71E-06**	**1,72E-06**	**8,33E-07**	**8,45E-07**

En considérant les ERI par composés et sommés, il est possible de constater que ceux-ci sont tous inclus dans le domaine de conformité (inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

Ainsi, aucun polluant avec VTR ne représente un niveau de risque sanitaire significatif pour les effets sans seuils, considérant le scénario 'personne âgée'.

Scénario résident

Tableau 73: Excès de risque individuel – scénario « résident »

RÉSIDENT	2023 Situation actuelle	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Arsenic	2,78E-11	2,62E-11	2,57E-11	2,70E-11	2,70E-11
Benzène	2,23E-07	6,38E-08	6,33E-08	5,44E-08	5,39E-08
1,3-butadiène	1,38E-09	1,74E-09	1,34E-09	2,54E-09	1,98E-09
Chrome VI	3,71E-07	3,26E-07	3,19E-07	2,91E-07	2,83E-07
Nickel	1,62E-10	1,61E-10	1,60E-10	1,88E-10	1,86E-10
Particules diesel	5,96E-06	2,42E-06	2,33E-06	1,05E-06	1,01E-06
16 HAP eq BaP	2,51E-08	1,90E-08	1,86E-08	1,48E-08	1,43E-08
CUMUL	**6,58E-06**	**2,83E-06**	**2,73E-06**	**1,42E-06**	**1,36E-06**

En considérant les ERI par composés et sommés, il est observé que ceux-ci sont tous inclus dans le domaine de conformité (inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

Ainsi, aucun polluant avec VTR ne représente un niveau de risque sanitaire significatif pour les effets sans seuils, considérant le scénario résident.

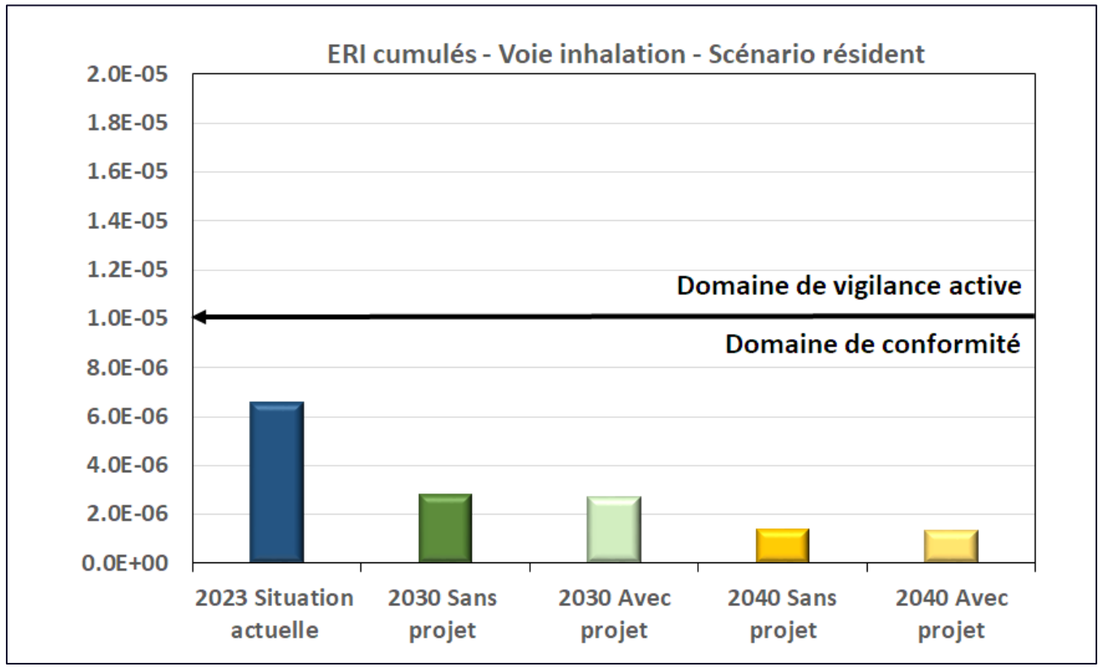


Figure 148 : ERI cumulés – scénario résident

❖ Évaluation de l'excès de risque individuel de décès anticipé toutes causes non accidentelles pour les particules fines PM2.5

Pour les particules fines PM2,5, l'ANSES a mis en place une VTR en 2024. Cette VTR permet de calculer l'Excès de Risque vie entière de décès anticipés toutes causes non accidentelles du fait de l'exposition aux PM2.5 à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS (5 µg/m^3).

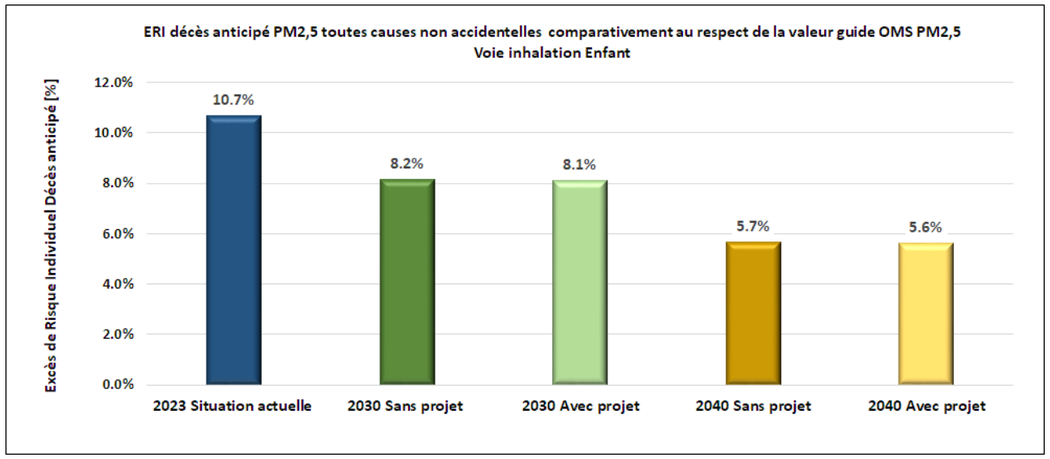
REMARQUE IMPORTANTE (Source : Valeurs toxicologiques de référence - Avis complété de l'Anses - Rapport actualisé d'expertise collective - Septembre 2024 - Les particules de l'air ambiant extérieur) :

« Les niveaux de risques acceptables traditionnellement considérés pour les substances chimiques cancérogènes sont de 10^{-5} ou 10^{-6}. À titre d'information, pour les rayonnements ionisants et pour le radon, les niveaux d'exposition acceptables correspondent à un niveau de risque de cancer de l'ordre de 10^{-3}. Pour les particules PM2,5 de l'air ambiant, les concentrations les plus faibles observées en France sont associées à un niveau de risque de l'ordre de 10^{-4} pour le cancer du poumon, le petit poids de naissance et l'asthme et de l'ordre de 10^{-3} pour les décès anticipés, par rapport à une concentration de fond de 5 µg.m^3 » (=valeur guide OMS).

Les ERI calculés pour les concentrations d'exposition en PM2.5 des « Enfants » et des « Résidents » sont présentés dans le tableau et la figure ci-après.

Tableau 74 : Excès de risque individuel vie entière de décès anticipé PM2.5 – Voie inhalation

ERI décès anticipé toutes causes non accidentelles comparativement au respect de la valeur guide OMS des PM2.5	2023 Situation actuelle	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Enfant	10,7%	8,2%	8,1%	5,7%	5,6%
Résident	10,8%	8,3%	8,2%	5,8%	5,8%



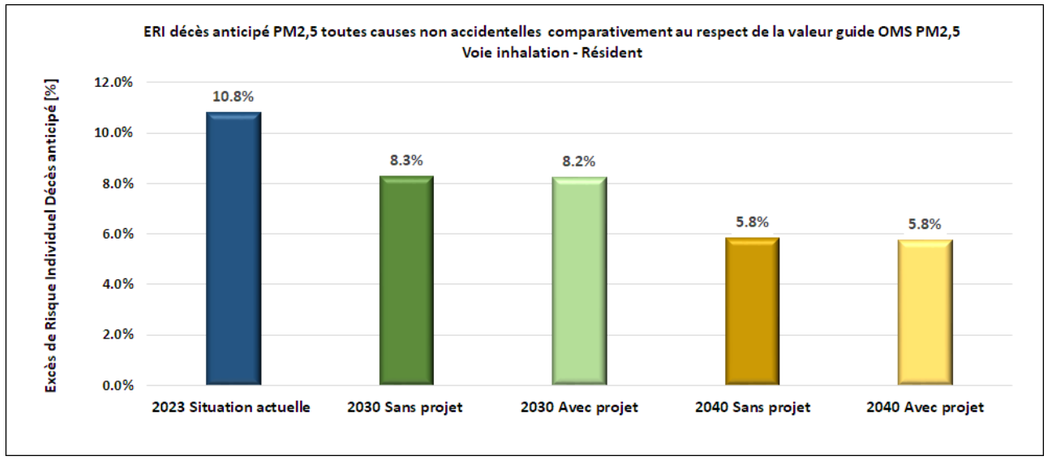


Figure 149 : ERI vie entière de décès anticipé toutes causes non accidentelles– Voie inhalation - Particules PM2,5

En 2030 et 2040, la réalisation du projet engendre une très légère diminution de l'ERI de décès anticipés induit par une exposition aux PM2.5 supérieure à la valeur guide OMS pour les scénarios « enfants » et « résidents » comparativement à la situation Fil de l'eau correspondante.

❖ Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus : Comparaison avec les recommandations de l'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des seuils en dessous desquels une exposition à ces concentrations ne révèle aucun effet sur la santé.

Les concentrations maximales (horaires ou journalières) au niveau de chaque catégorie de lieu vulnérable et le centile 99 des concentrations calculées sur les zones d'habitation, sont comparées aux recommandations horaires et/ou journalières de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.

Il est alors obtenu les résultats regroupés dans les tableaux immédiatement suivants.

Tableau 75: Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2

Recommandation journalière de l'OMS : 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (percentile 99) Seuil respecté Seuil dépassé					
NO_2 (µg/m³) **Percentile 99 des concentrations moyennes journalières**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	17,7	11,1	11,1	5,5	5,5
Max écoles maternelles	22,2	14,6	14,6	6,8	6,8
Max écoles élémentaires	32,3	19,5	19,5	8,5	8,5
Max écoles primaires	21,7	12,6	12,5	6,1	6,1
Max maisons de retraite	26,2	14,2	14,8	6,5	6,8
Max hôpitaux	16,2	10,6	9,1	5,4	4,8
HABITANTS Centile 99	31,0	18,1	18,0	8,1	8,0
Recommandation horaire de l'OMS : 200 µg/m³ Seuil respecté Seuil dépassé					
NO_2 (µg/m³) **Concentration moyenne horaire maximale**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	27,1	16,1	16,1	7,3	7,3
Max écoles maternelles	39,5	23,5	23,5	10,1	10,0
Max écoles élémentaires	52,5	30,3	30,2	12,4	12,4
Max écoles primaires	28,2	18,0	18,2	8,0	8,0
Max maisons de retraite	47,1	24,7	24,8	10,6	10,6
Max hôpitaux	19,7	12,8	10,8	6,3	5,6
HABITANTS Centile 99	53,5	30,7	30,5	12,6	12,6

Recommandation journalière de l'OMS : 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (percentile 99) Seuil respecté Seuil dépassé					
NO_2 (µg/m³) **Percentile 99 des concentrations moyennes journalières**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond*				

Tableau 76: Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10

Recommandation journalière de l'OMS : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (percentile 99) Seuil respecté Seuil dépassé					
PM10 (µg/m³) **Percentile 99 des concentrations moyennes journalières**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	18,0	15,8	15,8	14,0	14,0
Max écoles maternelles	20,1	17,9	17,9	16,1	16,1
Max écoles élémentaires	23,3	20,7	20,8	18,7	18,8
Max écoles primaires	18,9	16,4	16,3	14,6	14,6
Max maisons de retraite	20,7	17,0	17,0	15,1	15,1
Max hôpitaux	17,5	15,4	14,7	13,7	13,1
HABITANTS Centile 99	21,7	18,9	18,8	17,0	17,0
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond*				

Tableau 77: Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5

Recommandation journalière de l'OMS : 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (percentile 99) Seuil respecté Seuil dépassé					
PM2.5 (µg/m³) **Percentile 99 des concentrations moyennes journalières**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
Max crèches	11,0	9,0	8,9	7,3	7,3
Max écoles maternelles	12,4	10,3	10,2	8,5	8,6
Max écoles élémentaires	14,5	11,9	12,0	10,1	10,1
Max écoles primaires	11,6	9,3	9,3	7,7	7,6
Max maisons de retraite	12,7	9,7	9,7	8,0	8,0
Max hôpitaux	10,6	8,7	8,3	7,2	6,8

Recommandation journalière de l'OMS : 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (percentile 99) Seuil respecté Seuil dépassé					
PM2.5 (µg/m³) **Percentile 99 des concentrations moyennes journalières**	**2023** **Horizon actuel**	**2030** **Sans projet**	**2030** **Avec projet**	**2040** **Sans projet**	**2040** **Avec projet**
HABITANTS Centile 99	13,5	10,8	10,8	9,1	9,1
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers de la zone d'étude additionné aux concentrations de fond*				

Pour les effets aigus, en considérant les concentrations induites par les émissions du trafic routier de la zone d'étude additionnées aux concentrations de fond :

-NO_2 : la recommandation horaire de l'OMS est respectée pour tous les lieux vulnérables et les habitants quels que soient l'horizon et la situation. La recommandation journalière de l'OMS est dépassée en situation actuelle pour les écoles élémentaires, maisons de retraites et pour les habitants les plus exposés. En 2030 et 2040, en situation Fil de l'Eau comme Projet, la recommandation journalière de l'OMS est respectée pour tous les lieux vulnérables et les habitations les plus exposées.

-PM10 et PM2.5 : les recommandations journalières de l'OMS sont respectées au niveau de tous les lieux vulnérables et les habitants, quels que soient l'horizon et la situation.

❖ Incertitudes relatives à l'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003]. Le tableau ci-dessous reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Étape 1 : Identification du danger *Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?*	Interaction de mélanges de polluants. Produits de dégradation des molécules mal connus. Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal.
Étape 2 : Choix de la VTR *Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?*	Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations. Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme). Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants).
Étape 3 : Estimation de l'Exposition *Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?*	Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation). Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace. Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population.
Étape 4 : Caractérisation du risque *Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?*	Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées). Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat. Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude.

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire. À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Pour ce dossier, l'EQRS a porté sur les polluants listés dans la note technique du 22 février 2019 (relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières), devant être pris en compte pour l'évaluation des risques sanitaires.

Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l'Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'Homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des Valeurs Toxicologiques de Référence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l'animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale s'effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs sont variables d'une substance à une autre.

Pour certaines d'entre elles, il n'y a purement pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition, à savoir :

L'incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. Il convient de noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes peu aisément quantifiables.

Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une ''éventualité'' d'apparition d'effets indésirables.

Pour les produits cancérogènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation -*pour les différentes voies d'exposition identifiées*- les VTR et les doses d'exposition, cela afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses à l'égard des, voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, masse corporelle, etc.).

❖ Synthèse de l'EQRS – Effet du projet sur la santé

Selon l'étude trafic, la réalisation du projet « TramBus lignes T1 & T2 » sur le territoire de Rennes Métropole va engendrer une réorganisation du réseau viaire et des déplacements induisant localement des diminutions ou des augmentations des volumes de trafic selon les voies de circulation routières.

En considérant les émissions des brins du réseau d'étude et ainsi que les concentrations de fond pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, il est constaté que :

- Pour l'ensemble des horizons (2023, 2030, 2040), des situations 'sans' ou 'avec' projet, et des scénarios d'exposition étudiés (enfant en bas âge, écolier, personne âgée, hospitalisé, résident de la zone d'étude), il est possible de constater que tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible.
- Les Excès de Risque Individuels par composé et en cumul sont inclus dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée) en situation « actuelle » 2023 et aux horizons 2030 et 2040 sur la zone d'étude, pour les scénarios d'exposition étudiés (enfant, personne âgée, résident).
- Pour les principaux polluants atmosphériques (NO_2, PM10 et PM2.5), il est possible de constater qu'en moyennes annuelles les recommandations de l'OMS sont :
  - dépassées sur toute la zone d'étude et pour toutes les situations pour les PM2,5 ;
  - dépassées sur toute la zone d'étude en situation actuelle 2023 pour le NO_2 et les PM10 ;
  - dépassées en partie de la zone d'étude pour le NO_2 et les PM10 à l'horizon 2030 (Fil de l'eau et Projet) ;
  - dépassées en partie de la zone d'étude pour les PM10 à l'horizon 2040 (Fil de l'eau et Projet) ;
  - Respectées à l'horizon 2040 (fil de l'eau et projet) pour le NO_2 sur l'intégralité de la zone d'étude.
- Les excès de risque individuels vie entière de décès anticipé lié à l'exposition aux PM2.5 sont de l'ordre de 11 % en situation actuelle 2023 et 8 % à l'horizon 2030 et 6 % à l'horizon 2040 comparativement à une population exposée à des concentrations égales à la valeur guide annuelle de l'OMS.

Aux horizons futurs en situation 'Projetée' et 'Fil de l'Eau', les indicateurs de risques sanitaires sont tous inférieurs à ceux calculés en situation 'Actuelle'.

La mise en service du projet «TramBus lignes T1 & T2» sur le territoire de Rennes Métropole n'est pas de nature a priori à influer significativement sur la santé des populations dites vulnérables à la pollution atmosphérique et celle des habitants comparativement à la situation sans projet correspondante (différences minimes pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations 'Fil de l'Eau' et 'projet'). Et cela, y compris au niveau des secteurs proches des voiries susceptibles de subir une hausse de trafic induite par le projet.

- **Effets du projet sur les émissions de gaz à effet de serre**

  - ❖ Généralités climat et GES

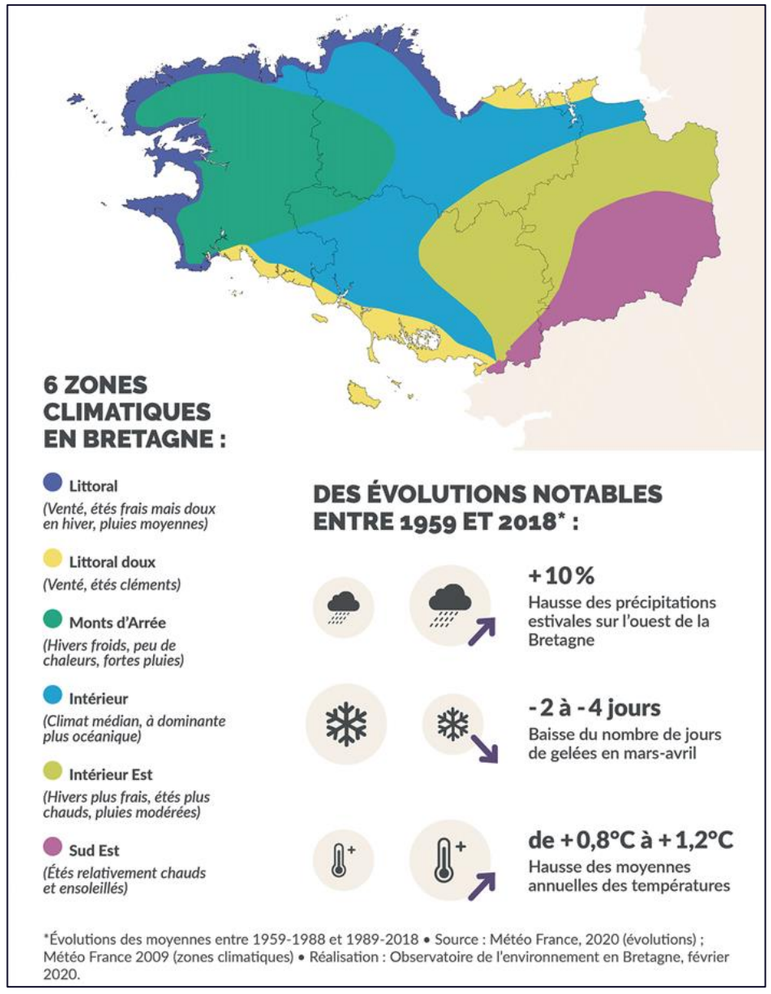


Figure 150 : Changement climatiques observés (1959-2018) en région Bretagne (Source : Observatoire de l'environnement en Bretagne)

En Bretagne, les constats climatiques[8] déjà observables (période 1959-2018), tels que l'augmentation des températures moyennes annuelles, la diminution du nombre de jours de gel et la hausse des précipitations estivales, ont déjà été établis (figure précédente).

À l'horizon 2100, par rapport à la référence 1976-2005[9], selon les modélisations, les températures en région Bretagne devraient augmenter de 2,7°C à 3,3°C ; le nombre de jours de gel sera divisé par 3 et le nombre de jours anormalement chauds sera multiplié par 6.

Les principaux impacts de ces changements climatiques en région Bretagne concernent la sécheresse des sols, la ressource en eau, les feux de végétation, l'érosion côtière, l'élévation du niveau de la mer.

Ces constats sur le climat sont la conséquence directe de l'augmentation globale des gaz à effet de serre sur la période. Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, avec une perspective de préservation de l'environnement. Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [CO_2] ;
- Le méthane [CH_4] ;
- Le protoxyde d'azote [N_2O].

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère.

Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO_2) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont quantifiées en tonnes équivalent CO_2, quel que soit le GES considéré.

- ❖ Les GES en Bretagne

Les émissions[10] de GES totaux représentent 23 045 kteqCO_2 en 2020 (inventaire ISEA v5.2 ; Air Breizh). La répartition déclinée par secteurs est illustrée ci-après.

Les émissions des GES totaux du secteur agricole et du secteur routier sont prédominantes à l'échelle bretonne. En effet, ces deux secteurs émettent près de 73 % des émissions de GES en Bretagne.

Le secteur résidentiel est le troisième secteur contributeur des GES avec 11 % en 2020.

Sur la période 2008-2020, les émissions de GES en Centre-Val de Loire sont en recul de 12 %.

[8] https://bretagne-environnement.fr/infographie/levolution-du-climat-en-bretagne

https://bretagne-environnement.fr/thematique/le-changement-climatique

[9] https://bretagne-environnement.fr/tableau-de-bord/mon-territoire-sous-4degres-adaptation-climat-bretagne

[10] https://isea.airbreizh.asso.fr/index.php?emission=GEStot#cartos

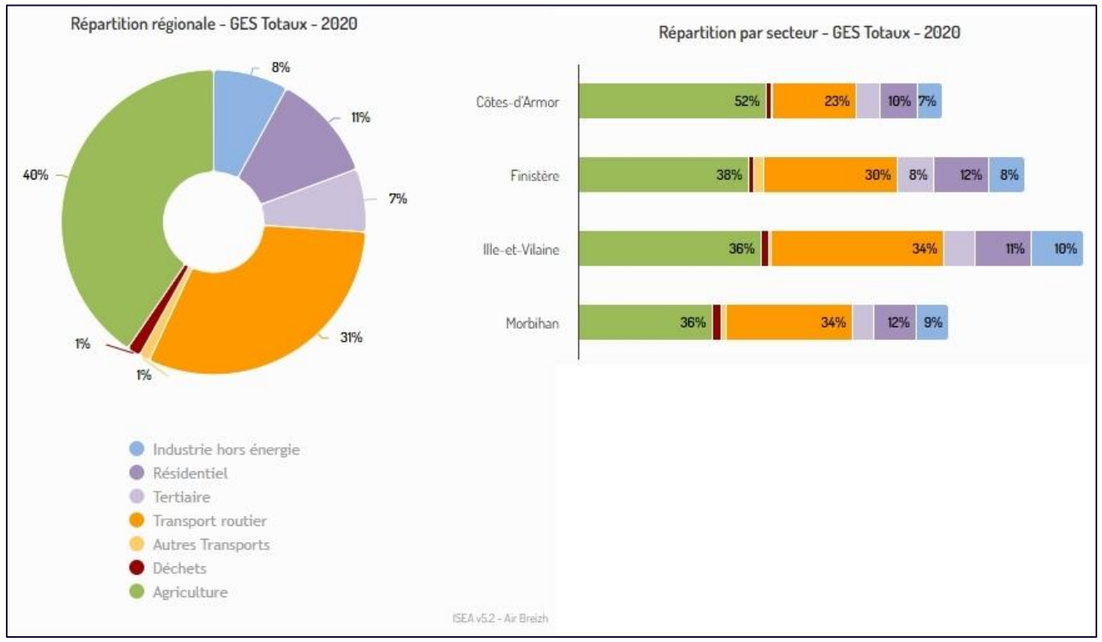


Figure 151 : Répartition sectorielle des émissions de GES en 2020 en Bretagne (Source : Air Breizh ; ISEA v5.2 ; 2020)

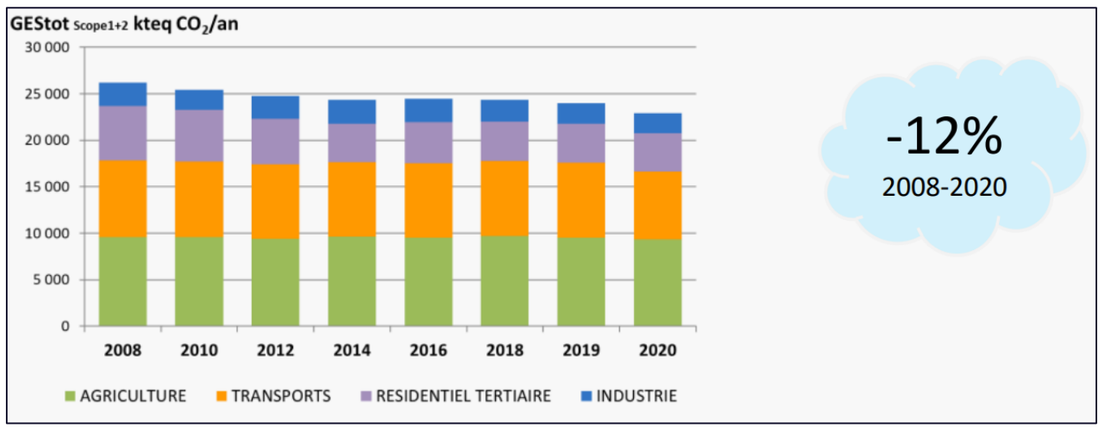


Figure 152 : Évolution des émissions de GES en Bretagne entre 2008 et 2020 (Source : Air Breizh – ISEA v5.1 ; bilan_emissions_2020_161123_vf.pdf)

❖ Secteur des transports

Selon les inventaires du CITEPA[11], en faisant exception de l'année 2020 exceptionnelle du fait des mesures de restriction de déplacement liée à la lutte contre l'épidémie de Covid-19, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).

Cette baisse s'explique par la dédiésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

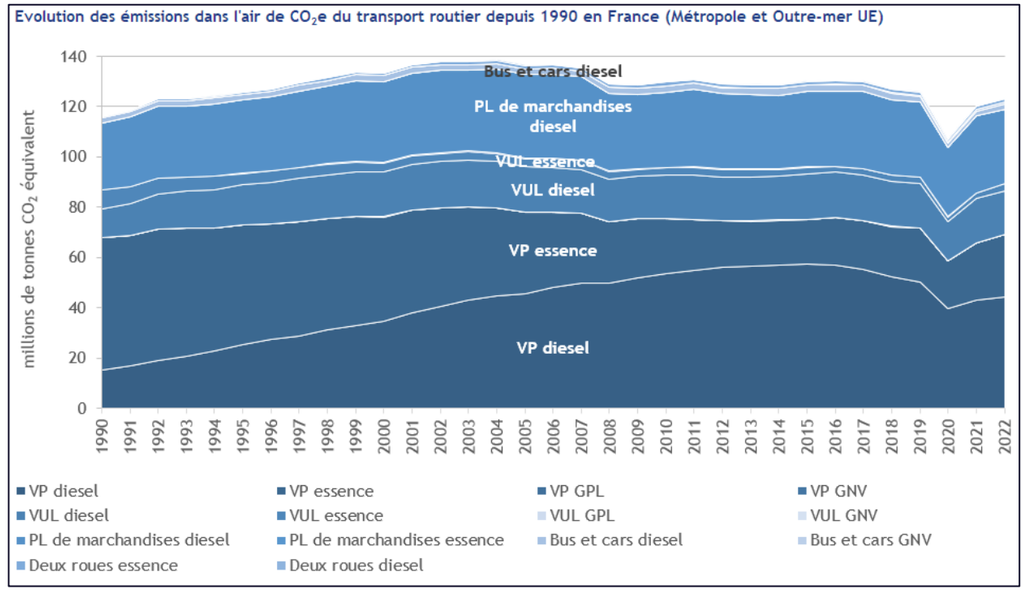


Figure 153 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2024 - Format SECTEN)

La figure suivante présente les émissions de GES par type de transports en France, en 2022. Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.

[11] Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

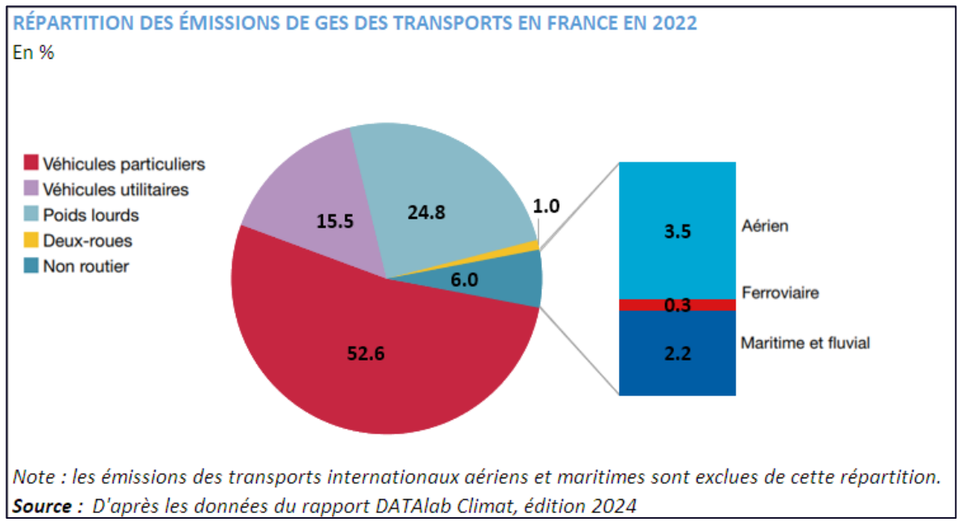


Figure 154 : Émissions de GES par type de transports en France en 2022 (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2024 ; Ministères Territoires Écologie Logement)

Pour le secteur du transport routier en Bretagne, la part des émissions de gaz à effet de serre totaux du au secteur routier n'a pas changé depuis 2008 par rapport aux émissions régionales. De 2008 à 2020, les émissions de gaz à effet de serre ont diminué de seulement 10 % pour ce secteur (figure suivante) notamment du fait de l'impact du covid-19 entre 2019 et 2020.

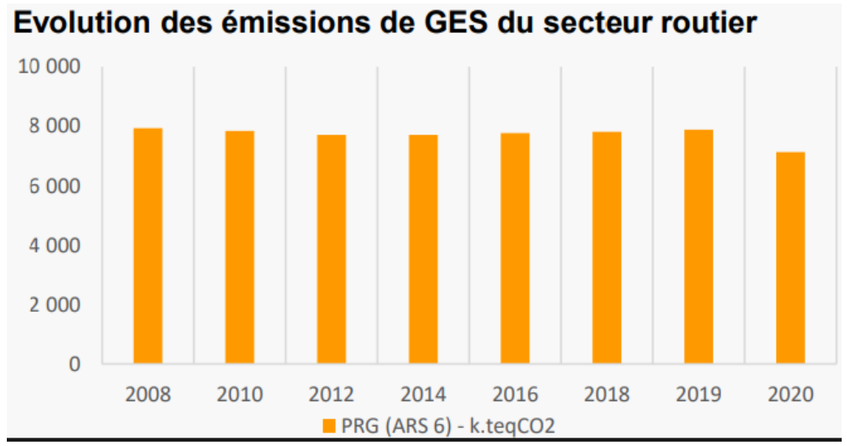


Figure 155 : Évolution des émissions de GES du secteur du transport routier en Bretagne (Source : Air Breizh – – ISEA v5.1 ; bilan_emissions_2020_161123_vf.pdf)

❑ MESURES

<u>Nota</u> : en complément du projet trambus, la conversion énergétique de toutes les lignes STAR (lignes urbaines à l'électrique dans le cadre de la 2ème tranche, lignes métropolitaines au GNV – gaz naturel pour véhicules) va contribuer à accroître l'effet déjà très positif des 4 lignes trambus.

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Cependant, pour le transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation des normes Euro associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme (postérieurs à 2030), il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport routier puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : vote du 08 juin 2022 du Parlement européen interdisant les ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2035 (sachant qu'en 2020 ces derniers [motorisations 100 % essence ou diesel] représentent encore 54 % des ventes[12] de véhicules neufs ; 74 % si l'on inclus les motorisations hybrides essence et hybrides diesel) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules.

[12] http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/venteParTypeEnergie

- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur. Il est possible de citer :
  - Le déploiement des véhicules électriques à batteries ou à pile à combustibles (hydrogène) et les projets de logistique du dernier kilomètre avec le projet ESPRIT (quadricycles électriques en auto-partage emboitables et attelables pour former des trains routiers).
  - Les trains à sustentation magnétique tels que le Transrapid de Shanghai, le Linimo au Japon déjà en circulation.
  - Les capsules taxi autonomes à sustentation magnétique telles que le projet SkyTran.
  - Des capsules suspendues sur rails à propulsion humaine (par pédaliers) telles que le projet Shweeb.
  - Les « vactrain » tel que Hyperloop ou Transpod fonctionnant sur coussin d'air dans des tubes sous pression réduite : de nombreux projets ont été imaginés en France. Des projets similaires existent également pour le transport de marchandises en souterrain.
  - Les téléphériques urbains à vocation de transport en commun et non juste de desserte de sites touristiques, tels que Métrocable à Medellín, le téléphérique de Brest (800 000 personnes par an) ou de Toulouse déjà en fonctionnement. À Toulouse, la mise en service a eu lieu en mai 2022. Ce métrocable comporte 3 stations et desservira en 10 min un trajet nécessitant 40 min de voiture. Le projet de l'agglomération de Grenoble a été validé le 20 février 2020 et devrait voir le jour en 2026. Ce téléphérique urbain reliera les communes de Fontaine et de Saint-Martin-le-Vinoux en survolant la rivière du Drac et l'autoroute A80. Il comportera 4 stations pour une durée de transport de 13 min sur la totalité de la ligne.
  - Le développement des transports individuels en free-floating (vélos, trottinettes).
  - Concernant le transport maritime, des projets de bateaux au GPL et force des vents (coque ou voile gigantesque) ou encore solaires voient le jour tels que Vindskip, Efuture 13000C, Skysails.
  - Le transport aérien voit des projets d'avions modulables avec Clip-Air ou d'avion solaire (Solar Impulse), des projets reprenant le principe du dirigeable tels que SolarShip, Aeros.
  - Les projets d'hoverboard (skate en lévitation) utilisant le principe de supraconductivité tels que Magsurf ou Slide.
- L'évolution des pratiques personnelles de transport :
  - Déploiement des véhicules gyroscopiques roulant électriques monoplace (gyropode, gyroroue, gyroskate).
  - L'augmentation de la part modale du vélo (électrique ou non) en zone urbaine, la part modale augmentant de l'ordre de 10 % à 35 % par an dans les grandes villes françaises (source : Ademe).
  - L'utilisation importante du free-floating.

À l'égard de l'ensemble de ces projets, déjà en service ou en développement, visant la réduction du transport routier individuel, il est raisonnable d'envisager que dans le futur long terme, la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui soit révolutionnée et que les émissions polluantes liées à la combustion des véhicules thermiques diminuent fortement et plus drastiquement que dans les perspectives actuelles.

En tout état de cause, plusieurs types de mesures peuvent être mis en place afin de minimiser l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

❖ Mesures d'évitement

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs.

Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou sensibles.

❖ Mesures de réduction

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

L'éloignement consiste à installer les populations à distance des sources d'émissions, et particulièrement les populations sensibles pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.

Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière, car elles représentent une part importante des émissions de polluants (en moyenne en France, plus de 55 % pour le dioxyde d'azote et entre 15 et 20 % pour les PM10 et PM2,5).

Les espaces ouverts (nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) constituent des espaces permettant la circulation de l'air et la dispersion des polluants. Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction en ville des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote…). Selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image - Ville - Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation en ville permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO_2 et de 1 % pour les PM10.
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- En revanche, certaines espèces végétales sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes, cela est à prendre en considération dans le choix des espèces.

> *En soi, la mise en place des lignes T1 & T2 de TramBus électriques induisant un report modal du transport routier vers les transports en commun constitue une mesure de réduction (diminution des indices VK tous véhicules et diminution des émissions globales de polluants atmosphérique sur le réseau d'étude en situation projetée par rapport à la situation Fil de l'eau).*

❑ CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

L'analyse des impacts a été menée suivant la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

50 établissements vulnérables (crèches, écoles, maisons de retraite, hôpitaux) sont recensés sur la zone d'étude.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases :

- Chantier ;
- Exploitation.

Des mesures à la fois techniques et organisationnelles sont disponibles en vue de réduire au maximum les nuisances liées au chantier.

La réalisation de l'opération « TramBus Lignes T1 & T2 » sur le territoire de Rennes Métropole induit à une réorganisation du réseau viaire et des déplacements engendrant localement **des diminutions ou des augmentations des volumes de trafic en fonction des voies de circulation**, comparativement à la situation Fil de l'Eau.

La réorganisation des flux de circulation et le report modal liés à la mise en service du projet induit globalement **une amélioration de la qualité de l'air** de l'agglomération rennaise avec cependant des augmentations locales de concentrations en NO_2 comme PM10 retrouvées (notamment au niveau du Bd Marbeuf et de la rue Henry Guilloux) sans pour autant que ces augmentations n'affectent significativement les lieux vulnérables de la zone d'étude.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des lieux vulnérables et des habitants présents sur l'ensemble de la zone d'étude **n'a pas mis en évidence de risques sanitaires significatifs** ni pour les teneurs, ni pour les situations (avec ou sans projet) aux horizons actuel (2023) et futurs (2030 et 2040), ni pour les durées d'exposition considérées pour l'ensemble des scénarios d'exposition construits pour les polluants considérés à l'exception du NO_2, des PM10 et des PM2.5. Pour ces 3 derniers polluants, les recommandations de l'OMS sont dépassées sur tout ou partie de la zone d'étude en fonction de l'horizon d'étude et du polluant. Seule la recommandation annuelle pour le NO_2 est respectée sur l'intégralité de la zone d'étude à l'horizon 2040.

Ces constats de dépassement de seuils OMS ne sont pas spécifiques à la zone d'étude mais concernent toutes les grandes agglomérations.

Par ailleurs, il est important de retenir, qu'en situation Projet et Fil de l'Eau aux horizons futurs, les indicateurs de risques sanitaires sont tous inférieurs à ceux calculés en situation actuelle d'une part, et que d'autre part la réalisation du projet par rapport à la situation Fil de l'eau engendre globalement **une amélioration de la situation sanitaire** sur la zone d'étude (légère diminution des indice pollution-population cumulés sur la zone d'étude).

> *En définitive, la réalisation du projet sur le territoire de Rennes Métropole induit globalement **une amélioration de la qualité de l'air et une diminution de l'exposition d'une partie des habitants** des secteurs densément peuplés du cœur de Rennes. Il demeure que certaines augmentations des concentrations en polluants atmosphériques sont retrouvées dans le cœur de Rennes mais ne remettent pas en cause l'amélioration globale.*

Le tableau suivant synthétise les effets du projet.

THÈMES	Effet projet : Avantages / Inconvénients
Phase travaux	La quantification des émissions appelant un nombre important de données, il est malaisé, au niveau actuel de l'étude, de chiffrer les émissions atmosphériques totales du chantier.
Véhicules-Kilomètres	D'après les hypothèses considérées, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit une évolution des indices VK Tous Véhicules de -0,3 % en 2030 et -0,4 % en 2040 sur le réseau d'étude. Les VK diminuent à l'horizon 2030 et augmentent à l'horizon 2040 par rapport à la situation actuelle, en situation Fil de l'eau comme Projet.
Consommation de carburant	Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit une évolution des consommations énergétiques de -4,0 % en 2030 et -4,5 % en 2040 sur le réseau d'étude. Par rapport à la situation actuelle, les consommations en carburant aux horizons futurs diminuent pour les situations 'Fil de l'Eau' et 'Projet'.
Émissions polluantes	Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit une évolution des émissions de polluants atmosphériques d'origine routière de -5,6 % en 2030 et -6,7 % en 2040 sur le réseau d'étude (variation moyenne sur la somme des polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019). Les émissions de polluants diminuent en moyenne, aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle en lien avec la baisse des VK (horizon 2030 uniquement) et le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation, amélioration des systèmes épuratifs et motorisations), et ce, malgré la hausse des VK à l'horizon 2040.
Concentrations dans l'air ambiant	Les concentrations moyennes annuelles modélisées pour les PM10 et le NO_2 au niveau des lieux vulnérables et des habitations de la zone d'étude sont toutes inférieures aux seuils réglementaires, quel que soit l'horizon étudié (2023, 2030 et 2040) et quelle que soit la situation : 'avec' ou 'sans' projet. Concernant les habitations dans leur ensemble, la réalisation du projet n'engendre pas de variation significative des teneurs moyennes annuelles maximales modélisées en **NO_2** et en **PM10**. Néanmoins, en fonction des secteurs, des hausses (notamment Bd Marbeuf, rue Henry Guilloux) ou baisses (rue du recteur Paul Henry, rue de Lorient) locales sont observées. La réorganisation des flux de circulation liée à la mise en service du projet « TramBus lignes T1 & T2 » induit cependant globalement une amélioration de la qualité de l'air de la métropole rennaise. Par ailleurs, en comparaison avec la situation actuelle 2023, les teneurs maximales modélisées au niveau des habitations, diminuent : - D'environ 43 % en 2030 et 76 % en 2040 pour le NO_2 (avec ou sans projet). - D'environ 14 % en 2030 et 22 % en 2040 pour les PM10 (avec ou sans projet).

THÈMES	Effet projet : Avantages / Inconvénients
IPP	En l'état actuel, les IPP NO_2 comme les IPP PM10 les plus élevés sont retrouvés dans le centre-ville dense de Rennes. Pour mémoire, l'analyse de l'état actuel a montré qu'aucun habitant de Rennes Métropole n'est exposé à des dépassements du seuil réglementaire annuel pour les PM10 et qu'entre 100 à 750 personnes résident dans des zones où le seuil réglementaire pour le NO_2 est dépassé (Données Air Breizh). L'exposition générale des populations en situations Fil de l'Eau et Projet, aussi bien en 2030 qu'en 2040, est inférieure à l'exposition actuelle 2019. Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit sur la zone d'étude une évolution des IPP cumulés pour le NO_2 de -0,2 % en 2030 et de -0,1 % en 2040, et pour les PM10 de -0,1 % en 2030 et +0,0 % en 2040. Concernant la répartition spatiale des IPP : - Les variations d'IPP les plus importantes en termes de diminution de l'exposition des populations, liées à la réalisation du projet « TramBus T1 et T2 » – comparativement à la situation au Fil de l'Eau – sont situées dans les quartiers Bourg-l'Évêque, Villejean a proximité du tracé des lignes de TramBus. - Des augmentations des IPP sont également observées dans les mêmes quartiers (Bourg-l'Évêque, Villejean) ainsi que Saint-Martin ; en lien avec le report de trafic sur des voiries autres que les voies dédiées aux TramBus. - À l'horizon 2030, respectivement 64 % et 53 % des habitants de la zone d'étude voient leur exposition au NO_2 et aux PM10, diminuer en situation projet, comparativement à la situation fil de l'eau. - À l'horizon 2040, 62 % et 37 % des habitants de la zone d'étude voient leur exposition respective au NO_2 et aux PM10 diminuer en situation projet comparativement à la situation Fil de l'Eau.
EQRS	En considérant les émissions des brins du réseau d'étude et ainsi que les concentrations de fond pour le NO_2, les PM10 et les PM2.5, il est constaté que : - Pour l'ensemble des horizons (2023, 2030, 2040), des situations 'sans' ou 'avec' projet, et des scénarios d'exposition étudiés (enfant en bas âge, écolier, personne âgée, hospitalisé, résident de la zone d'étude), il est possible de constater que tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible. - Les Excès de Risque Individuels par composé et en cumul sont inclus dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée) en situation « actuelle » 2023 et aux horizons 2030 et 2040 sur la zone d'étude, pour les scénarios d'exposition étudiés (enfant, personne âgée, résident). - Pour les principaux polluants atmosphériques (NO_2, PM10 et PM2.5), il est possible de constater qu'en moyennes annuelles les recommandations de l'OMS sont : dépassées sur toute la zone d'étude et pour toutes les situations pour les PM2,5 ; dépassées sur toute la zone d'étude en situation actuelle 2023 pour le NO2 et les PM10 ; dépassées en partie de la zone d'étude pour le NO2 et les PM10 à l'horizon 2030 (Fil de l'eau et Projet) ; dépassées en partie de la zone d'étude pour les PM10 à l'horizon 2040 (Fil de l'eau et Projet). Respectées à l'horizon 2040 (fil de l'eau et projet) pour le NO2 sur l'intégralité de la zone d'étude. - Les excès de risque individuels vie entière de décès anticipé lié à l'exposition aux PM2.5 sont de l'ordre de 11 % en situation actuelle 2023 et 8 % à l'horizon 2030 et 6 % à l'horizon 2040 comparativement à une population exposée à des concentrations égales à la valeur guide annuelle de l'OMS. - Les indices sanitaires calculés aux horizons futurs sont tous inférieurs à ceux calculés en situation actuelle.
EQRS (suite)	
Coût des effets de la pollution atmosphérique	Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, la mise en place du projet entraîne une augmentation des coûts sanitaires (+0,4 % en 2030 et +0,3 % en 2040) sur le réseau d'étude. Les coûts sanitaires diminuent par rapport à celui de la situation actuelle à l'horizon 2030 (diminution des VK et renouvellement du parc automobile / améliorations technologiques) et augmentent à l'horizon 2040 (augmentation des VK, non compensée complètement). **NOTE IMPORTANTE** : La fiche outil ne stipule pas de coûts différents pour les bus en fonction de leur motorisation. Bien que les bus urbains de Rennes Métropole seront tous électriques et que les bus interurbains fonctionneront au gaz, l'application des valeurs tutélaires pour les bus va entrainer mécaniquement une augmentation des coûts de la pollution alors même que ces véhicules seront moins émissifs qu'une flotte de bus diesel (le calcul étant basé sur les VK et ces derniers augmentent pour les bus en situation projet). Le choix de ne pas retirer les bus du calcul est justifié par le fait que bien qu'il n'y ait pas d'émission à l'échappement pour les bus électrique, les émissions de particules liées à l'abrasion et au freinage sont existantes. Néanmoins, il est à noter que le projet permet une diminution des couts de la pollution atmosphérique émise par les véhicules légers sur le réseau d'étude comparativement à la situation Fil de l'eau correspondante (-0,4 % en 2030 et -0,6 % en 2040).
Émissions de gaz à effet de serre	Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit une évolution des émissions de gaz à effet de serre liées au transport routier de -3,8 % en 2030 et -4,1 % en 2040 sur le réseau d'étude. Par rapport à la situation actuelle, les émissions de GES aux horizons futurs (2030 et 2040) diminuent en situation 'Fil de l'Eau' et diminuent en situation 'Projet'. Les émissions de GES évoluent selon les mêmes courbes que les consommations énergétiques.
Coût des gaz à effet de serre	Le coût des émissions de gaz à effet de serre augmente fortement aux horizons futurs en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, la mise en place du projet entraîne des coûts liés aux émissions de GES plus faibles (-3,8 % en 2030 et -4,1 % en 2040) sur le réseau d'étude.

❑ BILAN CARBONE

Les émissions de CO_2 pour les lignes de Trambus T1 et T2 ont été estimées à ce stade des études.

Les résultats sont présentés dans les tableaux en pages suivantes.

Figure 156 : Estimations CO_2 pour la ligne de Trambus T1

		Aménagement d'Espaces Publics hors réseaux structurants						Réseaux structurant			
Section	Section	VOIRIE (en Tonne de CO2)	ÉCLAIRAGE PUBLIC / SIGNALISATION LUMINEUSE / INFRASTRUCTURES TELECOMS (1) (en Tonne de CO2)	ASSAINISSEMENT (EU) (2) (en Tonne de CO2)	ASSAINISSEMENT (EP) (2) (en Tonne de CO2)	ESPACES VERTS ET PLANTATIONS Liés à la voirie (3) (en Tonne de CO2)	Total Aménagement d'espaces publics hors réseaux structurants (en Tonne de CO2)	CRÉATION OU RÉHABILITATION EU (en Tonne de CO2)	Surface opération en m²	Surface aménagée en m²	Ratio KgCO²/m²
1	Section 1.1 - Terminus "La Plesse" - Chesnay Beauregard	94,88 TCO2	0,00 TCO2	234,34 TCO2	0,00 TCO2		**393,72 TCO2**		4160	1610	**244,54**
	Section 1.2 - Chesnay Beauregard – Cerisaie	79,35 TCO2	32,16 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**111,51 TCO2**		4100	1960	**56,89**
	Section 1.3 - Chesnay Beauregard – Grand Quartier	156,23 TCO2	36,98 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**193,21 TCO2**		4950	4020	**48,06**
	Section 1.4 - Duvivier	172,20 TCO2	46,80 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**219,00 TCO2**		3850	3830	**57,18**
2	Section 2.1 - Dulac	186,26 TCO2	46,72 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**232,98 TCO2**		5280	5092	**45,75**
	Section 2.2 - Germain / Léonard	13,53 TCO2	4,86 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2	64,50 TCO2	**18,39 TCO2**		1140	707	**26,01**
	Section 2.3 - Cucillé Est	170,98 TCO2	54,68 TCO2	126,40 TCO2	0,00 TCO2		**352,06 TCO2**		3470	3466	**101,57**
	Section 2.4 - Cucillé-Mussat	241,76 TCO2	33,92 TCO2	11,40 TCO2	0,00 TCO2		**287,08 TCO2**		6555	6552	**43,82**
	Section 2.5 - Cucillé Ouest	306,59 TCO2	84,38 TCO2	102,34 TCO2	0,00 TCO2		**493,31 TCO2**		8370	8368	**58,95**
3	Section 3.1 - Parc administratif	309,54 TCO2	74,30 TCO2	175,95 TCO2	165,00 TCO2		**724,78 TCO2**		7385	7385	**98,14**
	Section 3.2 - Villejean Nord-Est	79,66 TCO2	13,40 TCO2	109,36 TCO2	51,52 TCO2		**253,93 TCO2**		20700	3095	**82,05**
4	Section 4.1 - Berger	319,52 TCO2	66,92 TCO2	0,00 TCO2	34,65 TCO2		**575,09 TCO2**		20700	20700	**27,78**
	Section 4.2 - Carrefour Berger-La Salle	984,27 TCO2	6,49 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**990,76 TCO2**		5000	5000	**198,15**
	Section 5.1 - La Salle	496,25 TCO2	44,33 TCO2	120,16 TCO2	299,00 TCO2		**959,74 TCO2**		8300	8300	**115,63**

5	Section 5.2 - Carrefour La Salle-Marbeuf	133,78 TCO2	2,41 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2	154,00 TCO2	**136,19 TCO2**			6900	6900	**19,74**
	Section 5.3 - Marbeuf	272,44 TCO2	48,09 TCO2	234,00 TCO2	0,00 TCO2		**554,53 TCO2**			6500	6500	**85,31**
6	Section 6.1 Guilloux	466,58 TCO2	132,90 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**599,48 TCO2**			12100	12100	**49,54**
	Section 6.2 - Carrefour Lorient-Confluence	210,22 TCO2	0,06 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2		**210,28 TCO2**			8100	8100	**25,96**
7	Section 7.1 -Beaulieu	273,76 TCO2	0,83 TCO2	59,45 TCO2	0,00 TCO2	1,00 TCO2	**335,04 TCO2**			9100	3850	**87,02**
	Section 7.2 - Touraudais	209,73 TCO2	2,12 TCO2	81,99 TCO2	0,00 TCO2	21,00 TCO2	**314,84 TCO2**			6300	2100	**149,93**
	Section 7.3 - Clos Courtel Sud Beaulieu / Atalante *	199,20 TCO2	0,00 TCO2	80,37 TCO2	10,75 TCO2	0,00 TCO2	**290,32 TCO2**			10000	2000	**145,16**
8	Section 8.1 - Clos Courtel Nord (ZAC)	207,65 TCO2	25,97 TCO2	18,95 TCO2	0,00 TCO2	21,00 TCO2	**273,57 TCO2**			7060	3900	**70,15**
	Section 8.2 - Clos Courtel Nord hors ZAC	597,65 TCO2	188,50 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2	527,00 TCO2	**1 313,15 TCO2**			12100	9550	**137,50**
	Section 8.3 - Fougères – Saint Sulpice	232,33 TCO2	48,24 TCO2	0,00 TCO2	0,00 TCO2	45,00 TCO2	**325,57 TCO2**			8350	5000	**65,11**
Totaux		**6 414,36 TCO2**	**995,04 TCO2**	**1 354,69 TCO2**	**560,92 TCO2**	**833,50 TCO2**	**10 158,51 TCO2**	**0,00 TCO2**	Total (m²)	190470	140085	
TOTAL Am. Esp. Pub. hors rsx structurants		**10 158,51 TCO2**							Ratio kg CO²/m² de l'opération			72,52
TOTAL Réseaux structurants								**0,00 TCO2**				

TOTAL de l'ENSEMBLE	**10 158,51 TCO2**

(1) : Réseaux de télécommunications nécessaires au raccordement du mobilier urbain ou organe technique (carrefour à feux, bornes d'accès piétons,...)
(2) : Assainissement lié aux points de captage des EP de la voirie (UNIQUEMENT SI ces travaux ne peuvent être compris dans le lot des réseaux d'assainissement structurants)
(3) : dont plantations et noues liées à la voirie
(4) : seulement les grands espaces verts indépendants de la voirie
(5) : Réseaux qui structurent la ville (Opportunité d'extension ou de renouvellement) mais qu'on exclut volontairement du coût de l'aménagement d'espaces publics pour ne pas impacter son ratio.

Figure 157 : Estimations CO_2 pour la ligne de Trambus T2

		Aménagement d'Espaces Publics						
		VOIRIE (en Tonne de CO2)	ÉCLAIRAGE PUBLIC / SIGNALISATION LUMINEUSE / INFRASTRUCTURES TELECOMS (1) (en Tonne de CO2)	ASSAINISSEMENT (EP et EU) (en Tonne de CO2)	ESPACES VERTS ET PLANTATIONS Liés à la voirie (3) (en Tonne de CO2)	Total Aménagement d'espaces publics hors réseaux structurants (en Tonne de CO2)	Surface aménagée en m²	Ratio KgCO²/m²
Section								
T2 Ouest extra rocade	Rocade -> carrefour 3 Marches	856,00 TCO2	93,00 TCO2	61,00 TCO2	56,00 TCO2	1 066,00 TCO2	25768	41,37
	P+R et Terminus "3 Marches"	324,00 TCO2	38,00 TCO2	9,00 TCO2	25,00 TCO2	396,00 TCO2	5154	76,83
T2 Ouest intra rocade	Rocade – Marbeuf	951,00 TCO2	216,00 TCO2	50,00 TCO2	43,00 TCO2	1 260,00 TCO2	20250	62,22
	Marbeuf – Octroi	113,00 TCO2	10,00 TCO2	41,00 TCO2	15,00 TCO2	179,00 TCO2	2730	65,57
	Mail	478,00 TCO2	135,00 TCO2	0,00 TCO2	23,00 TCO2	636,00 TCO2	6380	99,69
T2 Est	Quais de Vilaine/Giratoire Rennes-Paris	1 912,00 TCO2	291,00 TCO2	45,00 TCO2	43,00 TCO2	2 291,00 TCO2	22622	101,27
	« Boucle section centre » + section Paris-Chalotais/Terminus	2 841,00 TCO2	158,00 TCO2	60,00 TCO2	0,00 TCO2	3 059,00 TCO2	27925	109,54
	P+R et Terminus Champêlé	580,00 TCO2	40,00 TCO2	18,00 TCO2	0,00 TCO2	638,00 TCO2	7338	86,94
Totaux		8 055,00 TCO2	981,00 TCO2	284,00 TCO2	205,00 TCO2	9 525,00 TCO2	Total (m²) 118167	
TOTAL Am. Esp. Pub. hors rsx structurants		9 525,00 TCO2					Ratio kg CO²/m² de l'opération	80,61
TOTAL Réseaux structurants								

Le bilan global T1 et T2 est donné ci-après. La captation carbone liée aux arbres plantés est également indiquée.

Tableau 78 : Synthèse du bilan GES du projet T1 et T2

BEGES pour la partie aménagement de l'espace public		
Ce bilan présente le bilan de la phase travaux en Tonne de CO2 émise par les travaux		
T1 (stade PRE)	Emission CO2	Captation carbone liés aux arbres
Section 1	917,44	
Section 2	1 383,77	
Section 3	978,71	
Section 4	1 565,85	
Section 5	1 650,46	
Section 6	809,76	
Section 7	940,20	
Section 8	1 912,29	
sous total	10 158,48	850,00
Total T1 + T2 (Tonne de CO2)	19 683,48	

T2 (stade AVP)	Emission CO2	Captation carbone liés aux arbres
T2 Ouest Extra Rocade	1 462,00	622,00
T2 Ouest Intra Rocade	2 075,00	286,50
T2 Est	5 988,00	416,00
Sous Total	9 525,00	1 324,50

BEGES pour la partie exploitation du matériel spécifique au transport	
Ce bilan intègre l'amortissement du matériel et le bilan des consommations annuelles, il est donc présenté annuellement en Tonne de CO2 / an	
Consommations électriques	320,69
Equipement terminus et IRBE	358,72
Equipement stations	357,06
Achat des Trambus	373,51
Total (Tonne de CO2/an)	1 409,97

Ainsi, on notera pour l'aménagement des espaces publics :

-Pour la ligne T1 : 10 158,51 Tonnes de CO_2 ;

-Pour la ligne T2 : 9 525 Tonnes de CO_2.

Soit 19 683 Tonnes de CO_2 au total pour la T1 et T2.

La captation carbone liée aux arbres plantés est de 850 tonnes de CO_2 pour la ligne T1 et 1 324,50 tonnes de CO_2 pour la ligne T2.

Pour le projet global T1 et T2, on notera 1 409,97 tonnes de CO_2/ an supplémentaires pour l'exploitation du matériel spécifique au transport.

L'optimisation du bilan carbone sera étudiée par la suite des études, afin de réduire les émissions.

1.10.2 IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE ET MESURES ASSOCIÉES

❑ RAPPEL DES ENJEUX

THEME	ENJEUX	SENSIBILITE
Environnement sonore	❖ Sur la zone A : Des niveaux sonores très importants sont mis en évidence le long des rues de Lorient, de la RN24 et du boulevard Marbeuf. Les niveaux sonores dépassent 65 dB sur les étages bas des bâtiments en front de ces rues. Certains bâtiments dépassent même le seuil de point noir bruit (> 70 dB) et notamment l'Ecole du Moulin du Compte. Les autres rues (Louis Guilloux et Saint Brieuc subissent de forts niveaux de bruit (supérieurs à 60 dB(A) sans dépasser le seuil d'ambiance sonore non modérée. ❖ Sur la zone B : L'ensemble des bâtiments de la zone B sont en ambiance sonore modérée. Malgré des niveaux sonores caractéristiques d'une ambiance modérée, les niveaux sonores restent très importants. Pratiquement l'ensemble des bâtiments de la zone atteignent des niveaux sonores proches de 60 dB ou plus. Ces niveaux sonores sont caractéristiques d'une route bruyante et/ou d'une ambiance urbaine normale (rue animée). Les routes les plus bruyantes sont le Boulevard de la Robiquette, l'avenue Gaston Berger, la rue du recteur Paul Henry, la rue de Saint Malo et l'Avenue Germain Dulac. Les bâtiments en en front de de ces rues subissent des niveaux sonores entre 60 et 64 dB(A). ❖ Sur la zone C : Les habitations en front du Pont de la Mission (R56 et R57) sont très bruyantes et dépassent le seuil d'ambiance sonore non modérée. Le Pont de la Mission constitue un carrefour rassemblant les trafics du Mail François Mitterrand, du Quai de la Prévalaye et des quais Nord (Dugay Trouin) et Sud (Lamennais) de la Vilaine. Par conséquent, les niveaux sonores sont très importants. Sur le quai Sud de la Vilaine et l'avenue Sergent Maginot, les habitations sont soumises à de très forts niveaux de bruit. La plupart des RDC dépassent les 65 dB(A) et sont donc ambiance sonore non modérée. Les niveaux sonores diminuent fortement lorsque les étages augmentent (Plus de 4 dB d'écart). Sur le mail Mitterrand, le Quai de la Prévalaye, le Quai Nord de la Vilaine et l'avenue Aristide Briand, Les habitations sont soumises à des forts niveaux de bruit dépassant les 60 dB(A) sans dépasser (ou seulement ponctuellement) le seuil d'ambiance sonore non modérée. ❖ Sur la zone D En front de la rue de Rennes, de l'avenue de la Touraudais, de la rue des Fougères, de la rue de Jouanet et la rue du Clos Courtel, les niveaux sonores sont très importants (supérieurs à 60 dB) sans dépasser le seuil d'ambiance sonore non modérée. Ils caractérisent une rue fréquentée et une ambiance urbaine normale à animée. ❖ Sur la zone E : L'ensemble des bâtiments de la zone E sont en ambiance sonore modérée. Malgré des niveaux sonores caractéristiques d'une ambiance modérée, les niveaux sonores restent importants sur certaines rues. Les niveaux sonores au niveau de la rue de Rennes, du cours de la Vilaine, de la rue de la Croix Connue et la rue de la Chalotais sont très importants (supérieurs à 60 dB) sans dépasser le seuil d'ambiance sonore non modérée. Ces niveaux sonores sont caractéristiques de rues fréquentées et une ambiance urbaine normale à animée. Au niveau de la rue de la Croix Connue, de la rue de Bellevue et du Boulevard de la Métairie, les habitations sont en retrait de 10 à 15 m, elles sont ainsi exposées à des niveaux sonores plus adoucis (moins de 60 dB).	Modérée

❑ IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE EN PHASE TRAVAUX ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

L'article R.571-50 du Code de l'environnement indique que « *Préalablement au démarrage d'un chantier de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres, le maître d'ouvrage fournit au préfet de chacun des départements concernés et aux maires des communes sur le territoire desquelles sont prévus les travaux et les installations de chantier les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée prévisible, les nuisances sonores attendues ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances. Ces éléments doivent parvenir aux autorités concernées un mois au moins avant le démarrage du chantier*. »

Conformément à l'article R.1336-10 du Code de la santé publique, dans le cadre du bruit causé par les travaux, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;
- L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- Un comportement anormalement bruyant.

En effet, en phase travaux, les déplacements et l'utilisation des engins peuvent être une cause non négligeable de bruit. Il est donc important de prendre en considération toutes les sources de bruit que le chantier émettra afin de prendre des dispositions particulières pour les réduire au maximum. C'est l'article L.571-9 du Code de l'environnement qui encadre les principes généraux à respecter lors de la conception d'une infrastructure de transport terrestre. En effet, « *la conception, l'étude et la réalisation des aménagements et des infrastructures de transport terrestres prennent en compte les nuisances sonores que la réalisation ou l'utilisation de ces aménagements et infrastructures provoquent à leurs abords* ».

Ces nuisances seront différentes en fonction de la position du chantier et de la nature des travaux. Les principales sources de nuisances acoustiques durant les travaux sont les mêmes, quelles que soient les activités de travaux en cours (dégagement des emprises, terrassement, etc.). On citera principalement :

- Le bruit des différents engins (engins de démolition, engins de terrassement, etc.) et celui des avertisseurs sonores (radars de recul) ;
- Le bruit de moteurs compresseurs, groupes électrogènes, etc. ;
- Le bruit des engins de défrichage et matériels divers (tronçonneuses…) ;
- Le bruit des installations de chantier ;

- Le bruit lié au trafic induit sur le réseau routier aux alentours de la zone de travaux (poids-lourds pour le transport de matériaux et véhicules légers pour le déplacement des hommes intervenants sur le chantier) ;
- Les travaux de démolition ou de terrassement.

Au vu du contexte urbain dans lequel s'insère le projet, l'impact sur l'environnement sonore en phase travaux est qualifié de fort.

TYPE D'IMPACT		NIVEAU D'IMPACT
Direct	Temporaire	Fort

❑ MESURES DE RÉDUCTION

Dans l'enceinte des chantiers, le niveau du bruit doit satisfaire aux dispositions réglementaires en vigueur et à celles des villes concernées en périodes diurne et nocturne. Le chantier sera ainsi organisé et équipé de manière à réduire au minimum les bruits susceptibles de troubler la tranquillité des riverains. Les mesures suivantes seront alors appliquées.

❖ $MR_{Acoustique}$ 1 : Mesures générales de précautions

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Lors de la consultation des entreprises, celles-ci devront préciser leurs dispositions pour limiter la nuisance acoustique. Le Dossier de consultation des entreprises (DCE) comportera également une évaluation du risque de gêne des riverains. De manière générale, **les entreprises devront mettre en œuvre le maximum de précautions afin de respecter la tranquillité du voisinage**. Au minimum, les dispositions suivantes seront prises en vue de réduire les nuisances sonores des travaux :

- L'adoption d'engins et de matériels conformes aux normes en vigueur sur le bruit, correctement entretenus et disposant de certificats de contrôle ;
- Le choix de l'implantation des équipements sur le site des travaux (éviter les zones pavillonnaires, les établissements sensibles, …) ;
- L'adaptation des matériels et modes opératoires des travaux ;
- Autres dispositions de lutte contre le bruit de chantier à la source : limitation de la vitesse de circulation des engins de chantier sur les pistes, capotage du matériel bruyant, etc.

Le réemploi des matériaux sur place permet également de limiter la circulation des engins et donc de limiter les nuisances liées au bruit et à la pollution de l'air.

❖ $MR_{Acoustique}$ 2 : Dossier « bruit de chantier » pour les travaux de nuit

Localisation de la mesure : l'ensemble du projet.

Les entreprises qui réaliseront les travaux de nuit devront déposer en Mairie et à la Préfecture, un mois avant le démarrage des travaux, un dossier « bruit de chantier » qui présentera les mesures envisagées pour atténuer le bruit.

Le travail en dehors des heures légales est en effet soumis à des autorisations administratives préalables réglementaires (voir chapitre 1.2.2.3.4. Horaires de chantier).

Les travaux de nuit, limités au maximum, seront soumis aux conditions suivantes :

- Justification de la réalisation de nuit par l'incompatibilité avec le maintien de la circulation de jour ;
- 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.

❖ $MR_{Acoustique}$ 3 : Arrêt des activités bruyantes à certaines heures à proximité de certains lieux sensibles

Localisation de la mesure : à proximité de certains établissements sensibles.

A proximité de certains lieux ou établissements sensibles (crèches, établissements de santé, établissements scolaires, etc.), il peut être demandé au titulaire d'interrompre les activités bruyantes à certaines heures, sans que cela remette en cause le respect du planning.

❑ IMPACTS RÉSIDUELS

L'impact résiduel sera faible et acceptable.

❑ IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE EN PHASE EXPLOITATION ET MESURES ASSOCIÉES

❑ IMPACTS

Rappel de la réglementation

❖ Modification de voirie existante

L'article 3 de l'arrêté du 5 mai 1995 définit les objectifs suivants pour le cas de transformation d'une route (pour une augmentation de la contribution sonore de l'infrastructure d'au moins 2 dB(A)) :

- Si la contribution sonore de la route avant travaux est inférieure au seuil applicable à une route nouvelle, l'objectif après travaux est fixé à cette valeur ;
- Dans le cas contraire, l'objectif est de ne pas augmenter la contribution sonore initiale de la route, sans pouvoir dépasser 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

Ainsi, les valeurs à respecter sont les suivantes :

Usage et nature des locaux	Zone d'ambiance sonore préexistante	Période diurne (6h-22h)		Période nocturne (22h-6h)	
		Contribution sonore initiale de l'infrastructure	Contribution maximale admissible après travaux(1)	Contribution sonore initiale de l'infrastructure	Contribution maximale admissible après travaux(1)
Logements	Modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
		> 65 dB(A)	65 dB(A)	> 60 dB(A)	60 dB(A)
	Modérée de nuit	Indifférente	65 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
				> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
				> 60 dB(A)	60 dB(A)
	Non modérée	Indifférente	65 dB(A)	Indifférente	60 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale(2)	Indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
		> 65 dB(A)	65 dB(A)	> 60 dB(A)	60 dB(A)
Établissements d'enseignement sauf les ateliers bruyants et locaux sportifs	Indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	Indifférente	Pas d'obligation
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale		
		> 65 dB(A)	65 dB(A)		
Locaux à usage de bureaux	Modérée	Indifférente	65 dB(A)	Indifférente	Pas d'obligation
	Autres	Indifférente	Pas d'obligation		

(1) Ces valeurs sont supérieures de 3dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

(2) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ces niveaux sont abaissés de 3dB(A).

Il s'agira donc de vérifier si le trafic induit par le projet génère une augmentation significative des nuisances sonores pour les bâtiments existants autour.

❖ Création de voirie

L'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995 fixe les niveaux admissibles en façade de bâtiment pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle, telle que mentionnée à l'article 4 du décret 95-22 du 09-01-95, aux valeurs précisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 79 : Objectifs d'ambiance sonore pour les infrastructures nouvelles

Usage et nature des locaux	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
Etablissement de santé, de soins et d'action social :		
-salles de soins et salles réservées au séjour des malades	57 dB(A)	55 dB(A)
- autres locaux	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	Aucune obligation
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit	65 dB(A)	55dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante non modérée	65 dB(A)	60 dB(A)

Modélisation de l'état projet à horizon 2040

❖ Méthodologie

Afin de quantifier l'impact du projet en phase d'exploitation sur l'environnement sonore, les trafics à l'état projet ont été insérés dans le modèle acoustique CADNAA à partir des données du modèle de trafic d'EXPLAIN reçu en février 2025. La méthodologie de modélisation est présentée plus en détail au paragraphe 2.1 du présent document.

❖ Présentation des résultats

Les pages suivantes présentent les résultats de simulation de la situation à l'horizon 2040 avec aménagement du projet, sous la forme de :

- Tableaux présentant les niveaux de bruit (récepteurs) en façade des habitations concernées par le projet pour les périodes réglementaires diurne et nocturne ;
- Cartes isophoniques à 4 m de hauteur permettant la visualisation rapide des niveaux de bruit.

Pour rappel, la zone d'étude a été découpée en 5 sous-zones pour permettre une meilleure lecture des résultats.

Les sous-zones sont rappelées sur la carte suivante.

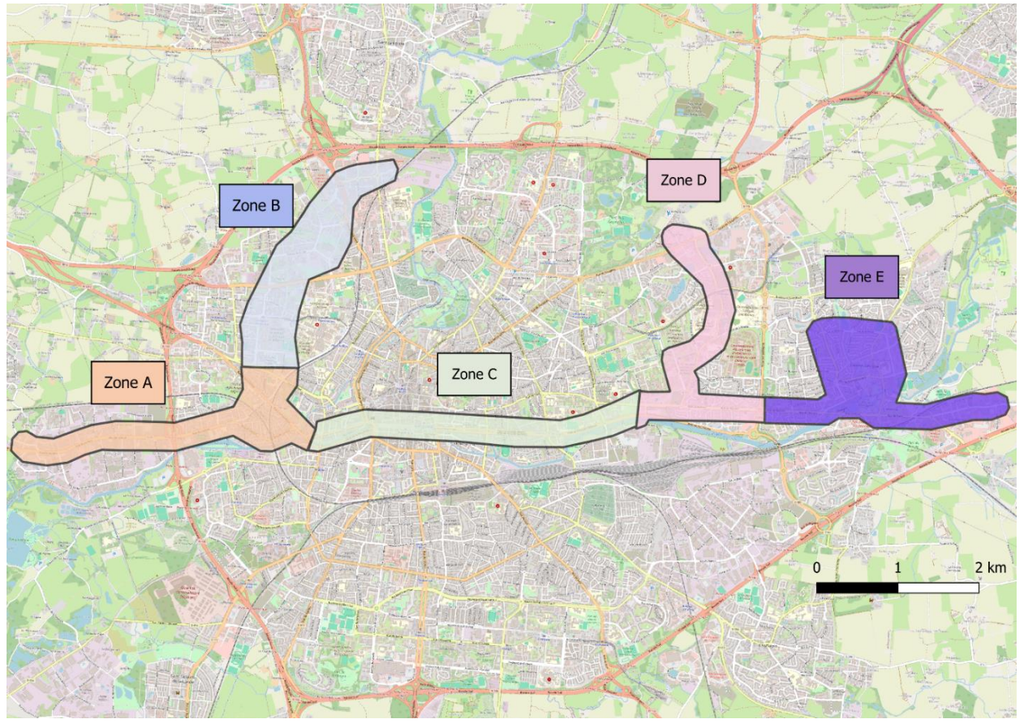


Figure 158 : Localisation des sous-zones

- **Zone A**
  - **Localisation des récepteurs de la zone A**

La carte suivante présente la localisation des récepteurs de niveaux sonores de la zone A.

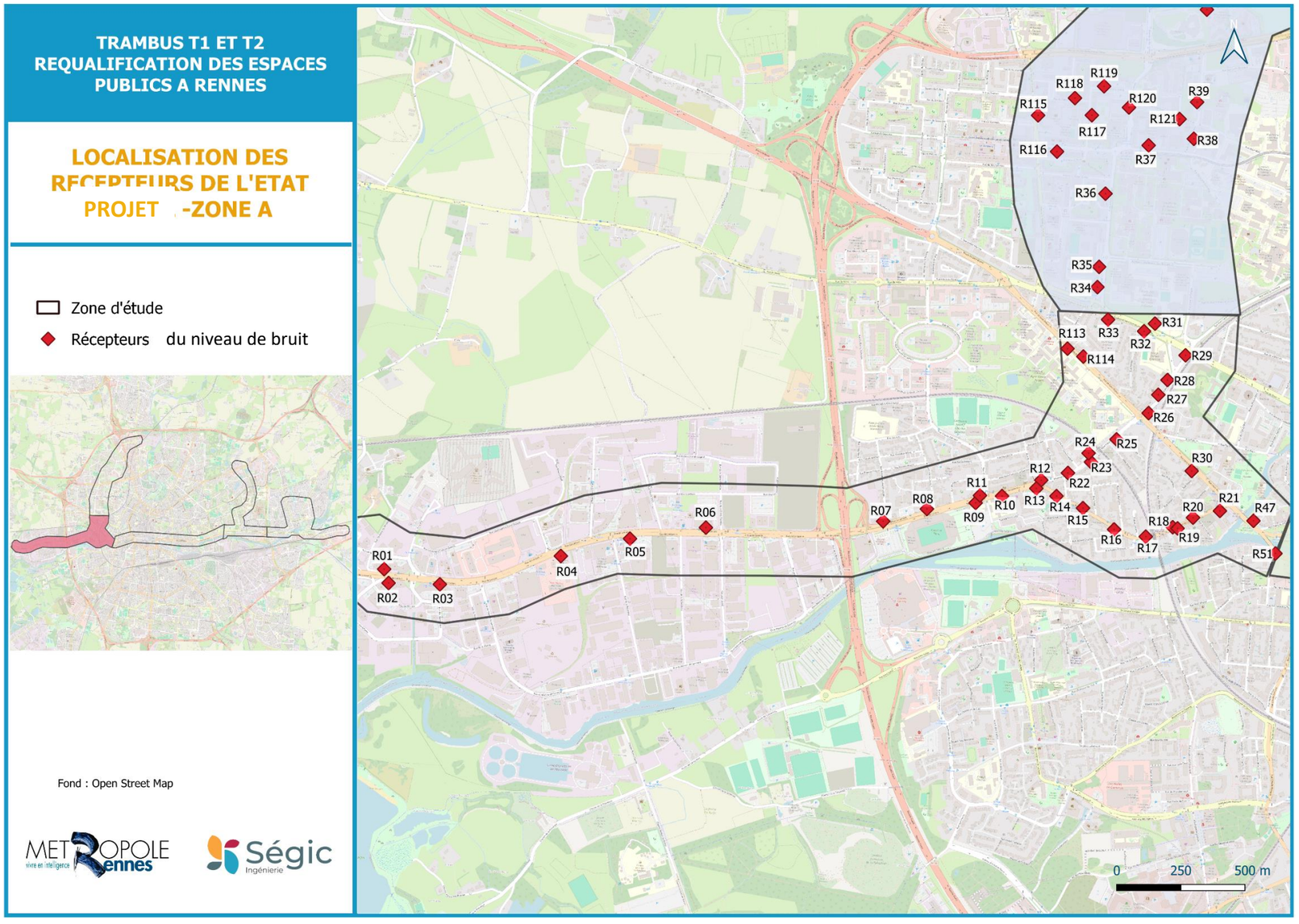


Figure 159 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone A)

Tableaux de résultats

Analyse concernant la modification des voiries

Tableau 80 : Niveaux sonores au niveau de la zone A (modification de voiries) (1/3)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R01	RDC	Hôtel	66,7	59,1	67,7	60,2	1	1,1	oui	oui
R01	1er étage		67,5	60	68,6	61,1	1,1	1,1	oui	oui
R02	RDC	Hôtel	66,3	58,8	67,2	59,7	0,9	0,9	oui	oui
R02	1er étage		67,2	59,7	68,1	60,6	0,9	0,9	oui	oui
R02	2ème étage		67,3	59,8	68,3	60,7	1	0,9	oui	oui
R03	RDC	Activité	70,8	63,3	71,4	63,8	0,6	0,5	oui	oui
R04	RDC	Bureau	65,8	58,2	66,2	58,7	0,4	0,5	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R04	1er étage		66	58,5	66,4	58,9	0,4	0,4	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R04	2ème étage		65,8	58,3	66,2	58,7	0,4	0,4	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R05	RDC	Activité	66,3	58,8	66,6	59,1	0,3	0,3	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R06	RDC	Activité	67,8	60,3	68	60,5	0,2	0,2	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R06	1er étage		67,8	60,3	68	60,5	0,2	0,2	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R07	RDC	Habitat	67,4	59,9	67,5	60	0,1	0,1	oui	oui
R07	1er étage		67,3	59,8	67,4	59,9	0,1	0,1	oui	oui
R08	RDC	Bureau	65,1	57,6	64,9	57,4	-0,2	-0,2	Pas d'obligation	Pas d'obligation
R08	1er étage	Habitat	65,4	57,9	65,2	57,7	-0,2	-0,2	oui	oui
R08	2ème étage		65,2	57,7	65	57,5	-0,2	-0,2	oui	oui
R08	3ème étage		64,8	57,3	64,7	57,2	-0,1	-0,1	oui	oui
R09	RDC	Ecole	70,2	62,7	70,4	62,9	0,2	0,2	oui	oui
R10	RDC	Ecole	69,1	61,6	69,6	62,1	0,5	0,5	oui	oui
R10	1er étage		68,4	60,9	68,8	61,3	0,4	0,4	oui	oui
R11	RDC	Habitat	68	60,4	68,3	60,8	0,3	0,4	oui	oui
R11	1er étage		67,7	60,2	68	60,5	0,3	0,3	oui	oui
R11	3ème étage		67,1	59,6	67,5	60	0,4	0,4	oui	oui
R11	4ème étage		66,6	59,1	66,9	59,4	0,3	0,3	oui	oui
R11	5ème étage		66,1	58,6	66,4	58,9	0,3	0,3	oui	oui
R12	RDC	Habitat	65,7	58,2	66	58,5	0,3	0,3	oui	oui
R12	1er étage		68,4	60,9	69,1	61,6	0,7	0,7	oui	oui
R13	RDC	Habitat	67,8	60,3	68,4	60,9	0,6	0,6	oui	oui
R13	1er étage		68,1	60,6	66,7	59,2	-1,4	-1,4	oui	oui
R13	(2ème étage)		67,8	60,3	66,8	59,3	-1	-1	oui	oui
R13	(3ème étage)		67,3	59,8	66,6	59,1	-0,7	-0,7	oui	oui
R13	(4ème étage)		66,8	59,3	66,3	58,8	-0,5	-0,5	oui	oui
R14	(RDC)	Habitat	66,3	58,8	65,9	58,4	-0,4	-0,4	oui	oui
R14	(1er étage)		69,4	61,9	63,5	56	-5,9	-5,9	oui	oui

Tableau 81 : Niveaux sonores au niveau de la zone A (modification de voiries) (2/3)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R14	(2ème étage)	Habitat	66,1	58,6	61,6	54,1	-4,5	-4,5	66,1	58,6
R14	(3ème étage)		65	57,5	60,7	53,2	-4,3	-4,3	65	57,5
R14	(4ème étage)		64	56,5	59,9	52,4	-4,1	-4,1	64	56,5
R15	(RDC)	Habitat	67,1	59,6	62,1	54,6	-5	-5	67,1	59,6
R15	(1er étage)		66,3	58,8	61,5	54	-4,8	-4,8	66,3	58,8
R15	(2ème étage)		65,4	57,8	60,8	53,2	-4,6	-4,6	65,4	57,8
R16	(RDC)	Habitat	67,9	60,4	63,9	56,4	-4	-4	67,9	60,4
R16	(1er étage)		66,8	59,3	62,6	55,1	-4,2	-4,2	66,8	59,3
R16	(2ème étage)		65,6	58,1	61,3	53,8	-4,3	-4,3	65,6	58,1
R17	(RDC)	Habitat	67,3	59,8	62	54,5	-5,3	-5,3	67,3	59,8
R17	(1er étage)		66,4	58,9	60,9	53,4	-5,5	-5,5	66,4	58,9
R18	(RDC)	Habitat	68,1	60,6	63,1	55,6	-5	-5	68,1	60,6
R18	(1er étage)		66,8	59,3	62	54,5	-4,8	-4,8	66,8	59,3
R19	(RDC)	Habitat	66,1	58,6	61,5	54	-4,6	-4,6	66,1	58,6
R19	(1er étage)		65,6	58,1	61	53,5	-4,6	-4,6	65,6	58,1
R19	(2ème étage)		64,8	57,3	60,2	52,7	-4,6	-4,6	64,8	57,3
R19	(3ème étage)		64,1	56,6	59,4	51,9	-4,7	-4,7	64,1	56,6
R19	(4ème étage)		63,4	55,9	58,8	51,3	-4,6	-4,6	63,4	55,9
R20	(RDC)	Habitat	67,6	60,1	62,7	55,2	-4,9	-4,9	67,6	60,1
R20	(1er étage)		66,5	58,9	61,7	54,2	-4,8	-4,7	66,5	58,9
R20	(2ème étage)		65,3	57,8	60,8	53,3	-4,5	-4,5	65,3	57,8
R21	(RDC)	Habitat	63,9	56,4	62,4	54,9	-1,5	-1,5	63,9	56,4
R21	(1er étage)		64,5	57	63,1	55,6	-1,4	-1,4	64,5	57
R21	(2ème étage)		64,4	56,9	63,1	55,6	-1,3	-1,3	64,4	56,9
R21	(3ème étage)		64,2	56,7	63	55,5	-1,2	-1,2	64,2	56,7
R21	(4ème étage)		63,9	56,4	62,8	55,3	-1,1	-1,1	63,9	56,4
R21	(5ème étage)		63,7	56,1	62,6	55,1	-1,1	-1	63,7	56,1
R21	(6ème étage)		63,4	55,8	62,3	54,8	-1,1	-1	63,4	55,8
R21	(7ème étage)		63,1	55,6	62,2	54,6	-0,9	-1	63,1	55,6
R21	(8ème étage)		62,8	55,3	61,9	54,4	-0,9	-0,9	62,8	55,3
R22	(RDC)	Habitat	67,7	60,2	69	61,5	1,3	1,3	67,7	60,2
R22	(1er étage)		67,3	59,8	68,6	61,1	1,3	1,3	67,3	59,8
R22	(2ème étage)		66,6	59	67,8	60,3	1,2	1,3	66,6	59
R23	(RDC)	Habitat	65,7	58,1	66,9	59,4	1,2	1,3	65,7	58,1
R24	(RDC)	Habitat	61,8	54,3	63,1	55,6	1,3	1,3	61,8	54,3

Tableau 82 : Niveaux sonores au niveau de la zone A (modification de voiries) (3/3)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R24	(1er étage)	Habitat	62,3	54,8	63,6	56,1	1,3	1,3	oui	oui
R24	(2ème étage)		62,3	54,8	63,6	56,1	1,3	1,3	oui	oui
R24	(3ème étage)		62,2	54,6	63,4	55,9	1,2	1,3	oui	oui
R24	(4ème étage)		61,9	54,4	63,2	55,7	1,3	1,3	oui	oui
R25	(RDC)	Habitat	66,6	59	67,8	60,3	1,2	1,3	oui	oui
R26	(RDC)	Habitat	68,1	60,6	68,5	61	0,4	0,4	oui	oui
R26	(1er étage)		67,8	60,3	68,2	60,7	0,4	0,4	oui	oui
R26	(2ème étage)		67,2	59,7	67,7	60,2	0,5	0,5	oui	oui
R26	(3ème étage)		66,7	59,2	67,1	59,6	0,4	0,4	oui	oui
R26	(4ème étage)		66,2	58,7	66,7	59,2	0,5	0,5	oui	oui
R27	(RDC)	Habitat	65,7	58,2	66	58,5	0,3	0,3	oui	oui
R27	(1er étage)		65,8	58,3	66,1	58,6	0,3	0,3	oui	oui
R27	(2ème étage)		65,5	58	65,8	58,3	0,3	0,3	oui	oui
R28	(RDC)	Habitat	66,1	58,6	66,4	58,9	0,3	0,3	oui	oui
R29	(RDC)	Habitat	69,9	62,4	70,2	62,7	0,3	0,3	oui	oui
R29	(1er étage)		69,3	61,8	69,6	62,1	0,3	0,3	oui	oui
R30	(RDC)	Habitat	67,5	60	68,4	60,9	0,9	0,9	oui	oui
R30	(1er étage)		67,6	60,1	68,5	61	0,9	0,9	oui	oui
R30	(2ème étage)		67,3	59,8	68,2	60,7	0,9	0,9	oui	oui
R30	(3ème étage)		66,9	59,4	67,8	60,3	0,9	0,9	oui	oui
R30	(4ème étage)		66,4	58,9	67,3	59,8	0,9	0,9	oui	oui
R31	(RDC)	Habitat	61,2	53,7	59,7	52,2	-1,5	-1,5	oui	oui
R31	(1er étage)		62	54,5	61,1	53,6	-0,9	-0,9	oui	oui
R31	(2ème étage)		62	54,5	61,2	53,7	-0,8	-0,8	oui	oui
R31	(3ème étage)		62	54,5	61,3	53,8	-0,7	-0,7	oui	oui
R31	(4ème étage)		61,9	54,4	61,2	53,7	-0,7	-0,7	oui	oui
R32	(RDC)	Habitat	69,7	62,2	71	63,5	1,3	1,3	oui	oui
R32	(1er étage)		69,1	61,6	70,6	63,1	1,5	1,5	oui	oui
R33	(RDC)	Habitat	64,5	56,9	66,1	58,6	1,6	1,7	oui	oui
R33	(1er étage)		64,9	57,4	66,7	59,2	1,8	1,8	oui	oui
R33	(2ème étage)		64,8	57,3	66,6	59,1	1,8	1,8	oui	oui
R33	(3ème étage)		64,6	57,1	66,3	58,8	1,7	1,7	oui	oui
R33	(4ème étage)		64,4	56,8	66	58,4	1,6	1,6	oui	oui
R33	(5ème étage)		64,1	56,6	65,6	58,1	1,5	1,5	oui	oui
R47	(RDC)	Bureau	63,1	55,6	64,5	57	1,4	1,4	oui	oui
R47	(1er étage)	Habitat	63,8	56,3	65,2	57,7	1,4	1,4	oui	oui
R47	(2ème étage)		63,9	56,4	65,4	57,9	1,5	1,5	oui	oui
R47	(3ème étage)		63,7	56,1	65,2	57,7	1,5	1,6	oui	oui
R47	(4ème étage)		63,5	56	65,1	57,5	1,6	1,5	oui	oui
R113	(RDC)	Habitat	67,2	59,7	68,2	60,7	1	1	oui	oui
R113	(1er étage)		67,2	59,7	68,2	60,7	1	1	oui	oui
R113	(2ème étage)		66,7	59,2	67,8	60,3	1,1	1,1	oui	oui
R114	(RDC)	Habitat	66,7	59,2	67,7	60,2	1	1	oui	oui
R114	(1er étage)		66,8	59,3	67,9	60,3	1,1	1	oui	oui
R114	(2ème étage)		66,5	59	67,5	60	1	1	oui	oui
R114	(3ème étage)		66	58,5	67	59,5	1	1	oui	oui
R114	(4ème étage)		65,5	58	66,5	59	1	1	oui	oui
R114	(5ème étage)		65	57,5	66	58,5	1	1	oui	oui

Analyse concernant la modification de voiries

Aucun récepteur de la zone A ne subit d'augmentation significative de niveau sonore (>2 dB(A)).

Le projet n'engendre pas d'augmentation de trafic susceptible d'augmenter les nuisances sonores sur la zone.

Le maitre d'ouvrage n'est soumis à aucune contrainte réglementaire concernant les bâtiments de cette zone.

Les niveaux sonores des récepteurs en front de la rue de Lorient (R14 à R20) diminuent fortement (entre 4 et 5 dB(A)) ce qui est très significatif puisque l'oreille humaine perçoit une différence de niveau sonore à partir de 3 dB(A). Cela est à la fermeture de la rue de Lorient à la circulation des voitures. Seule la nouvelle ligne de trambus T2 doit circuler (voir Figure 160).

Les récepteurs en front de l'avenue Marbeuf (R22 à R25) subissent une faible augmentation de niveau sonore (environ 1,5dB(A)). Cela est dû au report de trafic opéré par la fermeture de la rue de Lorient aux voitures en phase projet. Cela n'est pas considéré comme une augmentation significative.

De même, les habitations de la rue Louis Guillot (R30) subissent une augmentation faible de niveau sonore non significative (moins de 1dB(A)) malgré un report de trafic sur cette avenue. Le report de trafic est suffisamment faible pour que l'augmentation sonore en résultant ne soit pas perceptible.

Les autres bâtiments de la zone ne subissent pas de différence notable entre l'état fil de l'eau et l'état projet (moins de 1 dB(A)).

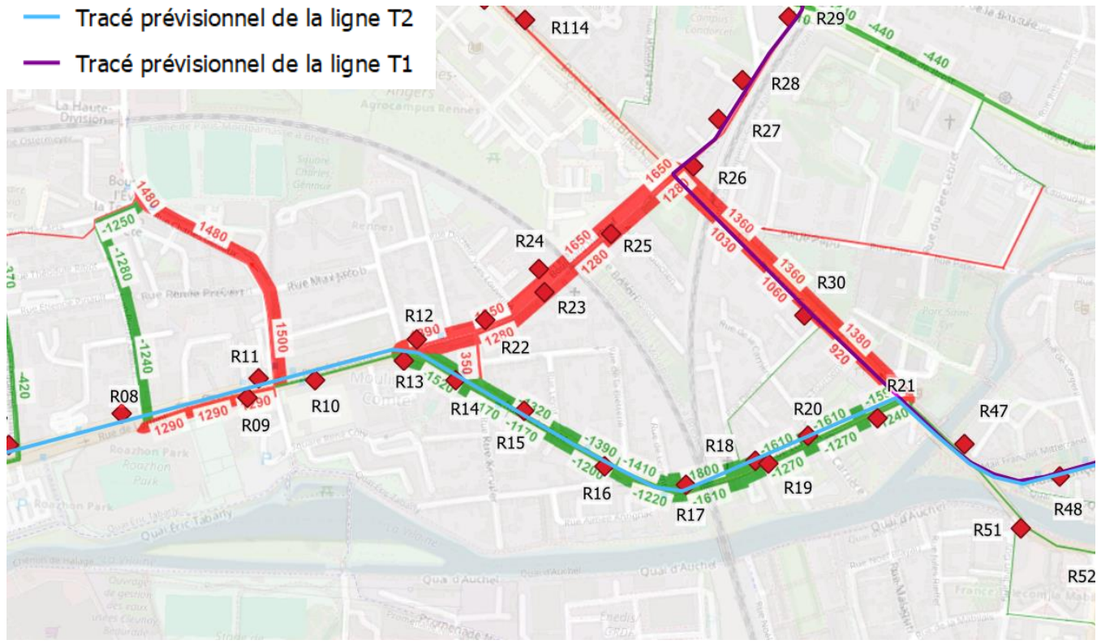


Figure 160 : Reports de trafic prévisionnel sur le secteur Marbeuf-Lorient (Source : CDVIA, janvier 2025)

- **Cartes isophoniques**

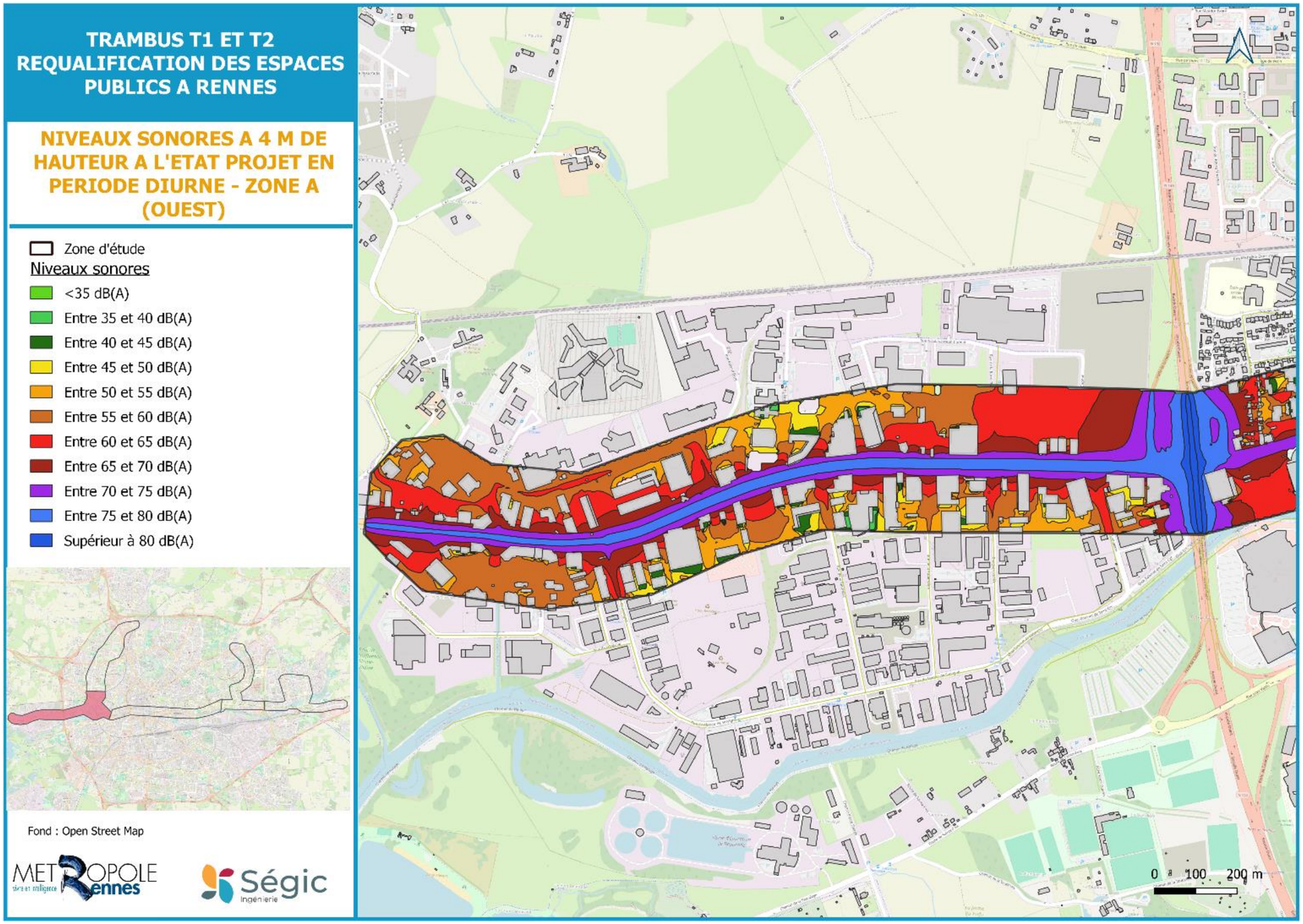


Figure 161 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone A (Ouest)

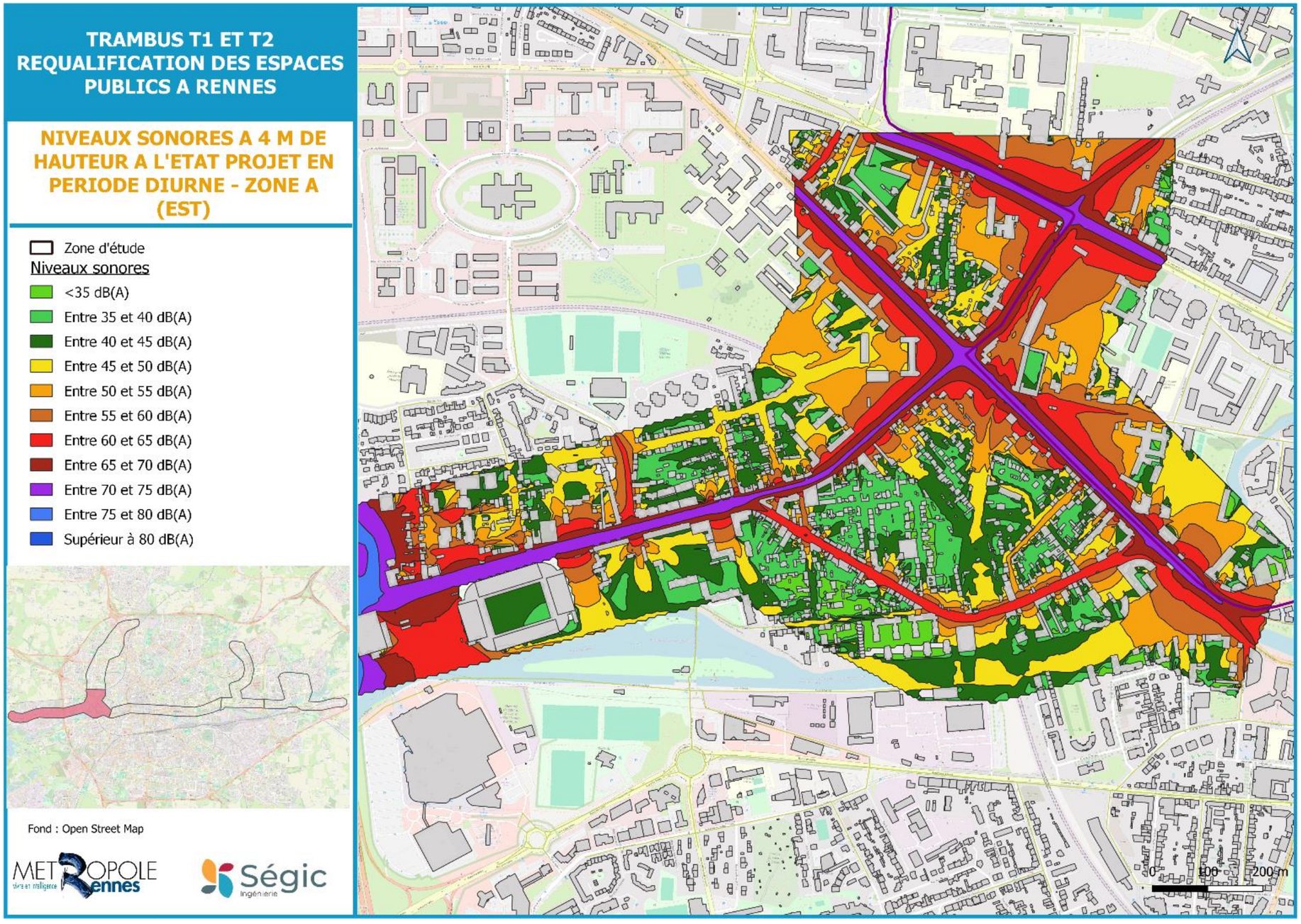


Figure 162 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone A (Est)

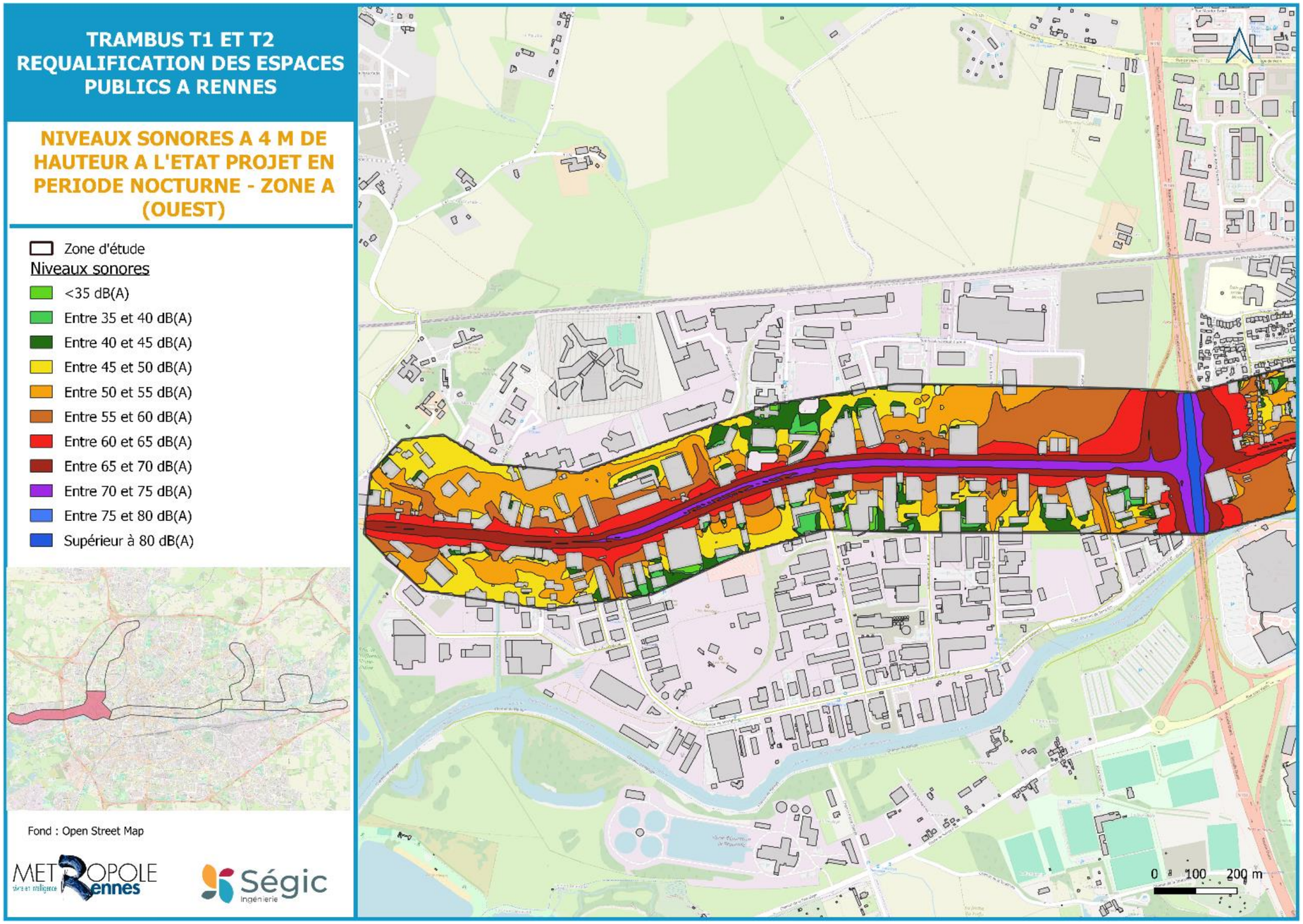


Figure 163 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone A (Ouest)

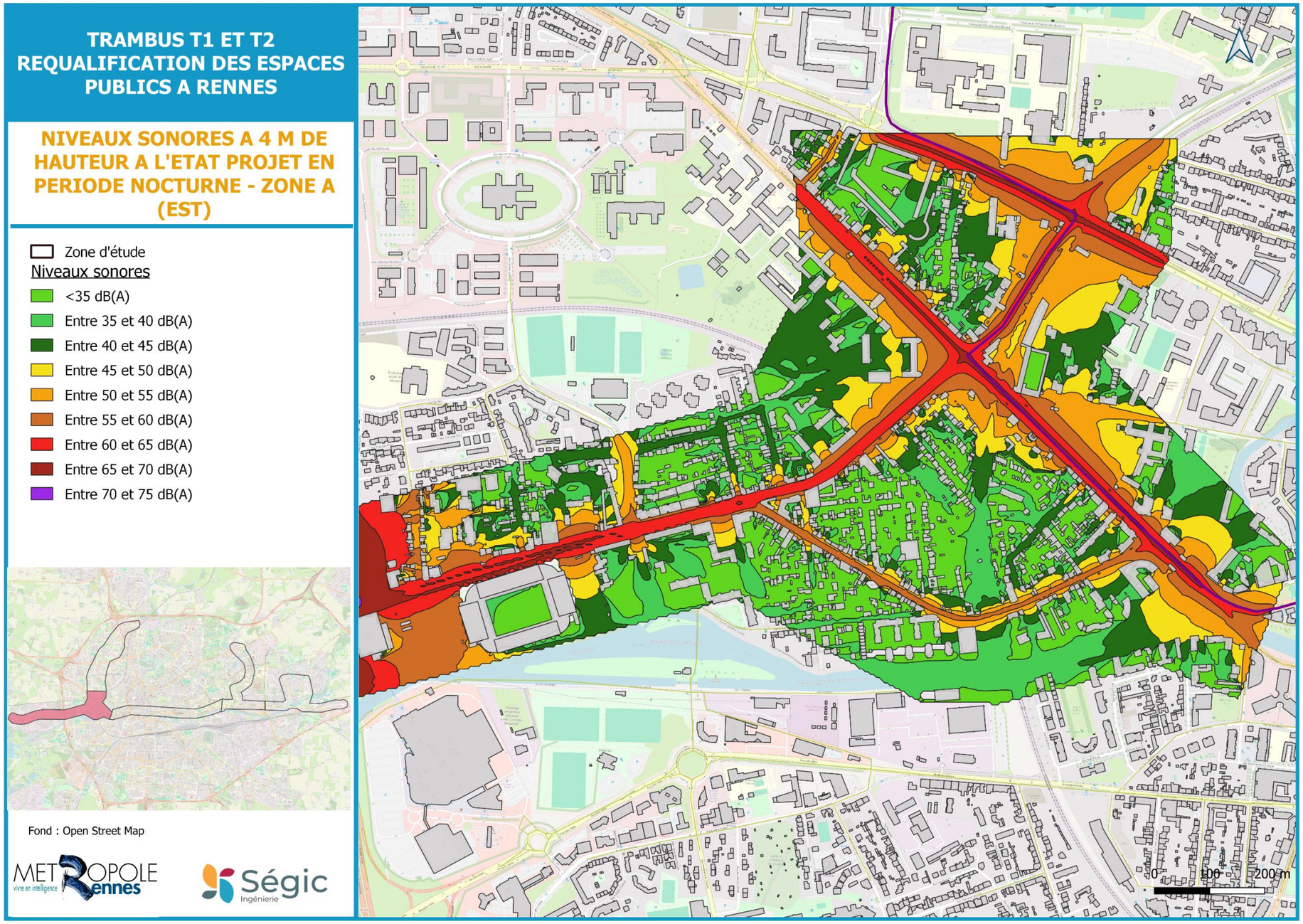


Figure 164 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone A (Est)

Zone B

Localisation des récepteurs de la zone B

La carte suivante présente la localisation des récepteurs de niveaux sonores de la zone B.

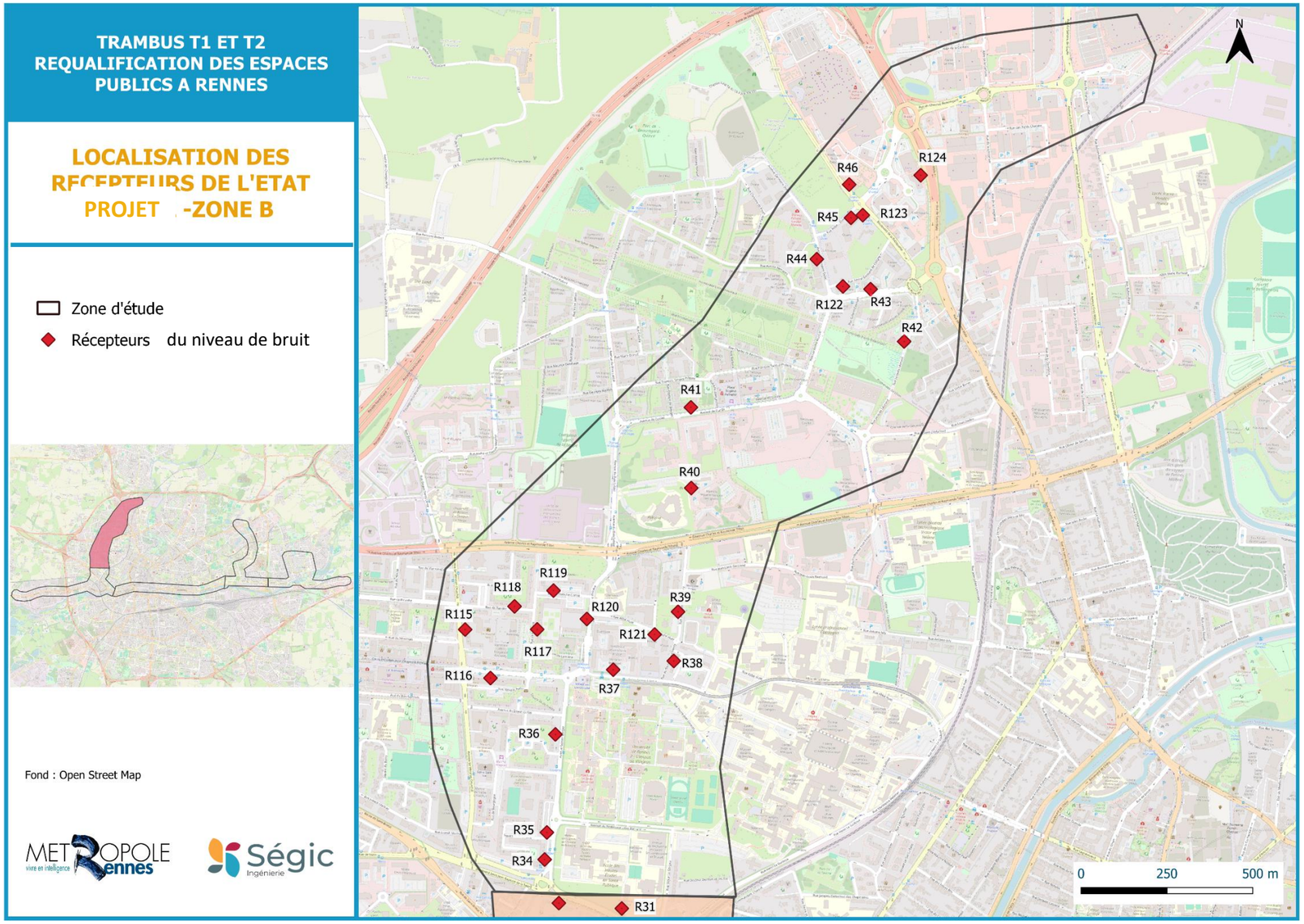


Figure 165 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone B)

Tableaux de résultats

Analyse concernant la modification des voiries

Tableau 83 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (1/4)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R34	(RDC)	Habitat	60,2	52,6	60,7	53,2	0,5	0,6	oui	oui
R35	(RDC)	Habitat	59,3	51,8	60	52,5	0,7	0,7	oui	oui
R35	(1er étage)		60	52,4	60,6	53,1	0,6	0,7	oui	oui
R35	(2ème étage)		59,9	52,4	60,6	53,1	0,7	0,7	oui	oui
R35	(3ème étage)		59,8	52,3	60,5	52,9	0,7	0,6	oui	oui
R35	(4ème étage)		59,6	52,1	60,3	52,7	0,7	0,6	oui	oui
R36	(RDC)	Habitat	61,1	53,6	61,2	53,7	0,1	0,1	oui	oui
R36	(1er étage)		61,8	54,3	61,9	54,4	0,1	0,1	oui	oui
R36	(2ème étage)		61,8	54,3	61,9	54,4	0,1	0,1	oui	oui
R36	(3ème étage)		61,7	54,2	61,9	54,4	0,2	0,2	oui	oui
R37	(RDC)	Habitat	57,9	50,4	59,6	52,1	1,7	1,7	oui	oui
R37	(1er étage)		58,6	51,1	60,2	52,7	1,6	1,6	oui	oui
R37	(2ème étage)		58,6	51,1	60,2	52,7	1,6	1,6	oui	oui
R37	(3ème étage)		58,5	51	60,1	52,6	1,6	1,6	oui	oui
R37	(4ème étage)		58,4	50,9	60	52,5	1,6	1,6	oui	oui
R37	(5ème étage)		58,2	50,7	59,8	52,3	1,6	1,6	oui	oui
R38	(RDC)	Habitat	61,8	54,3	57,8	50	-4	-4,3	oui	oui
R38	(1er étage)		61,9	54,4	57,9	50,2	-4	-4,2	oui	oui
R38	(2ème étage)		61,6	54,1	57,7	50	-3,9	-4,1	oui	oui
R38	(3ème étage)		61,2	53,7	57,4	49,6	-3,8	-4,1	oui	oui
R38	(4ème étage)		60,8	53,3	57,1	49,3	-3,7	-4	oui	oui
R39	(RDC)	Habitat	63,9	56,4	61	53,3	-2,9	-3,1	oui	oui
R39	(1er étage)		63,6	56,1	60,8	53,1	-2,8	-3	oui	oui
R39	(2ème étage)		63	55,5	60,2	52,5	-2,8	-3	oui	oui
R39	(3ème étage)		62,3	54,7	59,5	51,8	-2,8	-2,9	oui	oui
R39	(4ème étage)		61,6	54,1	58,8	51,2	-2,8	-2,9	oui	oui
R41	(RDC)	Habitat	61,4	53,9	61,7	54,2	0,3	0,3	oui	oui
R41	(1er étage)		62,3	54,8	62,6	55,1	0,3	0,3	oui	oui
R41	(2ème étage)		62,3	54,8	62,6	55,1	0,3	0,3	oui	oui

Tableau 84 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (2/4)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R41	(3ème étage)	Habitat	62,2	54,7	62,5	55	0,3	0,3	oui	oui
R42	(RDC)	Habitat	63,2	55,7	63,6	56,1	0,4	0,4	oui	oui
R42	(1er étage)		61,8	54,3	62,2	54,7	0,4	0,4	oui	oui
R42	(2ème étage)		60,5	52,9	60,9	53,4	0,4	0,5	oui	oui
R42	(3ème étage)		59,4	51,9	59,8	52,3	0,4	0,4	oui	oui
R43	(RDC)	Habitat	62,4	54,9	62,3	54,8	-0,1	-0,1	oui	oui
R43	(1er étage)		62,4	54,9	62,3	54,8	-0,1	-0,1	oui	oui
R43	(2ème étage)		62	54,4	61,9	54,4	-0,1	0	oui	oui
R43	(3ème étage)		61,4	53,9	61,4	53,9	0	0	oui	oui
R43	(4ème étage)		60,9	53,4	60,8	53,3	-0,1	-0,1	oui	oui
R44	(RDC)	Habitat	62	54,5	62,7	55,2	0,7	0,7	oui	oui
R44	(1er étage)		62,1	54,6	62,8	55,3	0,7	0,7	oui	oui
R44	(2ème étage)		61,8	54,3	62,5	55	0,7	0,7	oui	oui
R44	(3ème étage)		61,4	53,9	62,1	54,5	0,7	0,6	oui	oui
R44	(4ème étage)		61	53,4	61,6	54,1	0,6	0,7	oui	oui
R44	(5ème étage)		60,5	53	61,2	53,7	0,7	0,7	oui	oui
R44	(6ème étage)		60,1	52,6	60,8	53,3	0,7	0,7	oui	oui
R44	(7ème étage)		59,8	52,3	60,4	52,9	0,6	0,6	oui	oui
R44	(8ème étage)		59,5	52	60,1	52,6	0,6	0,6	oui	oui
R45	(RDC)	Bureau	62,8	55,3	63	55,5	0,2	0,2	oui	oui
R45	(1er étage)		63,6	56	63,7	56,2	0,1	0,2	oui	oui
R45	(2ème étage)		63,6	56,1	63,7	56,2	0,1	0,1	oui	oui
R45	(3ème étage)		63,5	56	63,7	56,1	0,2	0,1	oui	oui
R45	(4ème étage)		63,4	55,9	63,5	56	0,1	0,1	oui	oui
R45	(5ème étage)		63,3	55,7	63,4	55,9	0,1	0,2	oui	oui
R46	(RDC)	Habitat	64,9	57,3	64,8	57,3	-0,1	0	oui	oui
R46	(1er étage)		65,3	57,8	65,2	57,7	-0,1	-0,1	oui	oui

Tableau 85 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (3/4)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R115	(RDC)	Habitat	55,5	48	55,7	48,2	0,2	0,2	oui	oui
R115	(1er étage)		55,9	48,4	56,1	48,6	0,2	0,2	oui	oui
R115	(2ème étage)		55,8	48,3	56,1	48,5	0,3	0,2	oui	oui
R115	(3ème étage)		55,5	48	55,8	48,3	0,3	0,3	oui	oui
R115	(4ème étage)		55,2	47,7	55,6	48,1	0,4	0,4	oui	oui
R116	(RDC)	Habitat	57,9	50,4	58	50,5	0,1	0,1	oui	oui
R116	(1er étage)		58,4	50,9	58,5	51	0,1	0,1	oui	oui
R116	(2ème étage)		58,3	50,8	58,4	50,9	0,1	0,1	oui	oui
R116	(3ème étage)		58,1	50,6	58,2	50,7	0,1	0,1	oui	oui
R116	(4ème étage)		57,8	50,3	57,9	50,4	0,1	0,1	oui	oui
R116	(5ème étage)		57,5	50	57,6	50,1	0,1	0,1	oui	oui
R116	(6ème étage)		57,2	49,7	57,3	49,8	0,1	0,1	oui	oui
R116	(7ème étage)		56,9	49,4	57	49,5	0,1	0,1	oui	oui
R116	(8ème étage)		56,5	49	56,6	49,1	0,1	0,1	oui	oui
R117	(RDC)	Habitat	55,9	48,4	56,8	49,3	0,9	0,9	oui	oui
R117	(1er étage)		56	48,5	56,8	49,3	0,8	0,8	oui	oui
R117	(2ème étage)		55,7	48,2	56,6	49,1	0,9	0,9	oui	oui
R117	(3ème étage)		55,4	47,8	56,2	48,7	0,8	0,9	oui	oui
R117	(4ème étage)		55	47,5	55,8	48,3	0,8	0,8	oui	oui
R117	(5ème étage)		54,6	47,1	55,5	47,9	0,9	0,8	oui	oui
R117	(6ème étage)		54,5	46,9	55,2	47,7	0,7	0,8	oui	oui
R117	(7ème étage)		54,2	46,7	55	47,5	0,8	0,8	oui	oui
R117	(8ème étage)		53,9	46,4	54,6	47,1	0,7	0,7	oui	oui
R118	(RDC)	Habitat	57	49,5	57,5	50	0,5	0,5	oui	oui
R118	(1er étage)		56,9	49,4	57,4	49,9	0,5	0,5	oui	oui
R118	(2ème étage)		56,5	48,9	57	49,5	0,5	0,6	oui	oui
R118	(3ème étage)		55,9	48,4	56,4	48,9	0,5	0,5	oui	oui
R118	(4ème étage)		55,4	47,9	55,9	48,4	0,5	0,5	oui	oui
R119	(RDC)	Habitat	53,7	46,2	54	46,5	0,3	0,3	oui	oui
R119	(1er étage)		53,9	46,4	54,2	46,7	0,3	0,3	oui	oui
R119	(2ème étage)		53,7	46,2	54	46,5	0,3	0,3	oui	oui
R119	(3ème étage)		53,3	45,8	53,6	46,1	0,3	0,3	oui	oui
R119	(4ème étage)		52,9	45,4	53,2	45,7	0,3	0,3	oui	oui
R120	(RDC)	Habitat	64,1	56,6	64,3	56,8	0,2	0,2	oui	oui
R120	(1er étage)		64,1	56,5	64,3	56,8	0,2	0,3	oui	oui
R120	(2ème étage)		63,7	56,2	63,9	56,4	0,2	0,2	oui	oui

Tableau 86 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (modification de voiries) (4/4)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R120	(3ème étage)	Habitat	63,2	55,7	63,5	56	0,3	0,3	oui	oui
R120	(4ème étage)		62,7	55,2	63	55,5	0,3	0,3	oui	oui
R121	(RDC)	Habitat	53,8	46,3	57,2	49,7	3,4	3,4	oui	oui
R121	(1er étage)		53,9	46,4	56,9	49,4	3	3	oui	oui
R121	(2ème étage)		53,5	46	56,2	48,7	2,7	2,7	oui	oui
R121	(3ème étage)		53	45,5	55,5	48	2,5	2,5	oui	oui
R122	(RDC)	Habitat	55	47,5	56,8	49,2	1,8	1,7	oui	oui
R122	(1er étage)		55,8	48,2	57,5	50	1,7	1,8	oui	oui
R122	(2ème étage)		55,9	48,3	57,6	50,1	1,7	1,8	oui	oui
R122	(3ème étage)		55,8	48,3	57,5	50	1,7	1,7	oui	oui
R122	(4ème étage)		55,7	48,2	57,3	49,8	1,6	1,6	oui	oui
R123	(RDC)	Bureau	67,6	60,1	67,6	60,1	0	0	oui	oui
R123	(1er étage)		68,1	60,6	68,1	60,6	0	0	oui	oui
R123	(2ème étage)		67,9	60,4	67,9	60,4	0	0	oui	oui
R123	(3ème étage)		67,6	60,1	67,7	60,2	0,1	0,1	oui	oui
R123	(4ème étage)		67,3	59,8	67,4	59,9	0,1	0,1	oui	oui
R123	(5ème étage)		67	59,5	67	59,5	0	0	oui	oui
R123	(6ème étage)		66,7	59,2	66,7	59,2	0	0	oui	oui
R124	(RDC)	Activité	65,5	58	65,7	58,2	0,2	0,2	oui	oui

Analyse concernant la modification de voiries

Les niveaux sonores des récepteurs R38 et R39 diminuent de 3 à 4 dB(A). Cela est dû à la modification de la circulation sur la rue du Recteur Henry : la circulation des voitures sera fermée sur cette rue à l'état projet pour ne laisser que la ligne de T1 ce qui diminue les niveaux sonores pour les habitations. Il s'agit d'une diminution importante puisque l'oreille humaine perçoit une différence de niveau sonore à partir de 3 dB(A). C'est donc une diminution nettement perceptible par les habitants.

Au contraire, le récepteur R121 subit une augmentation significative de niveau sonore (>2 dB(A)). Le trafic est en effet reporté sur les rues adjacentes à la rue du recteur Henry (R115, R116, R117, R118, R119 et R120) du fait de la fermeture à la circulation des voitures (voir les reports de trafic prévisionnels en Figure 166). Cependant, le seuil de 60 dB(A) n'est dépassé sur aucun étage. Il n'y a donc aucun dispositif acoustique réglementaire à prévoir. Les niveaux sonores des autres récepteurs des rues adjacentes augmentent légèrement sans que cela ne soit significatif.

De même, le récepteur R122 subit une augmentation significative de niveau sonore sans dépasser le seuil de 60 dB(A), il n'y a donc pas de dispositif réglementaire à prévoir.

Le récepteur R37 subit une augmentation de 1,7 dB(A), cela n'est pas considéré comme une augmentation significative (+ de 2dB(A)). Malgré une diminution du trafic entre l'état fil de l'eau et l'état projet, le nombre de poids lourds (y compris TC) à l'état projet est beaucoup plus important qu'à l'état fil de l'eau et contribue donc à cette augmentation.

Les autres bâtiments de la zone ne subissent pas de différence notable entre l'état fil de l'eau et l'état projet (moins de 1 dB(A)).

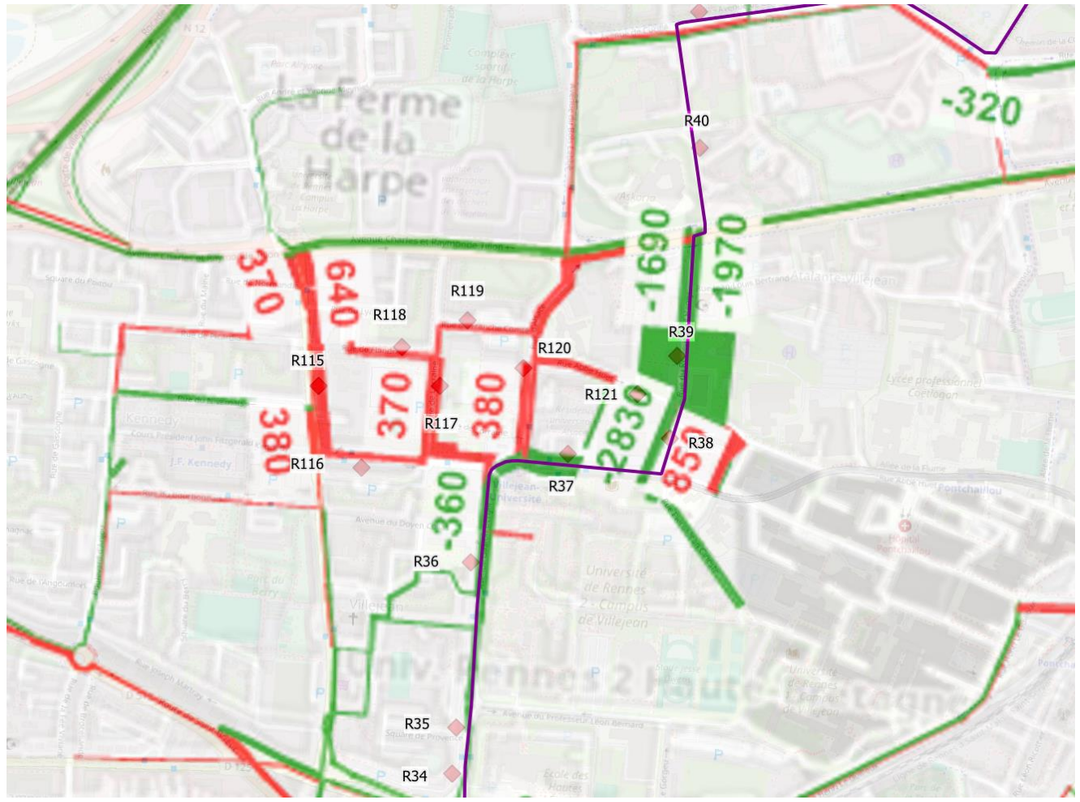


Figure 166 : Reports de trafic prévisionnels sur le secteur du recteur Henry (Source : CDVIA, janvier 2025)

Analyse concernant la création d'infrastructure

Tableau 87 : Niveaux sonores au niveau de la zone B (création d'infrastructure)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état initial en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R40	(RDC)	Habitat	46,5	39	57,8	50,3	oui	oui
R40	(1er étage)		46,2	38,7	57,8	50,2	oui	oui
R40	(2ème étage)		47	39,4	57,3	49,8	oui	oui
R40	(3ème étage)		47,6	40,1	56,7	49,2	oui	oui
R40	(4ème étage)		48,7	41,2	56,3	48,7	oui	oui
R40	(5ème étage)		49,9	42,4	56	48,4	oui	oui

Les niveaux sonores au niveau du récepteur R40 ne dépassent pas les 60 dB(A). Par conséquent, il n'y a pas de dispositif acoustique à prévoir en lien avec la création de la voie du T1.

- **Cartes isophoniques**

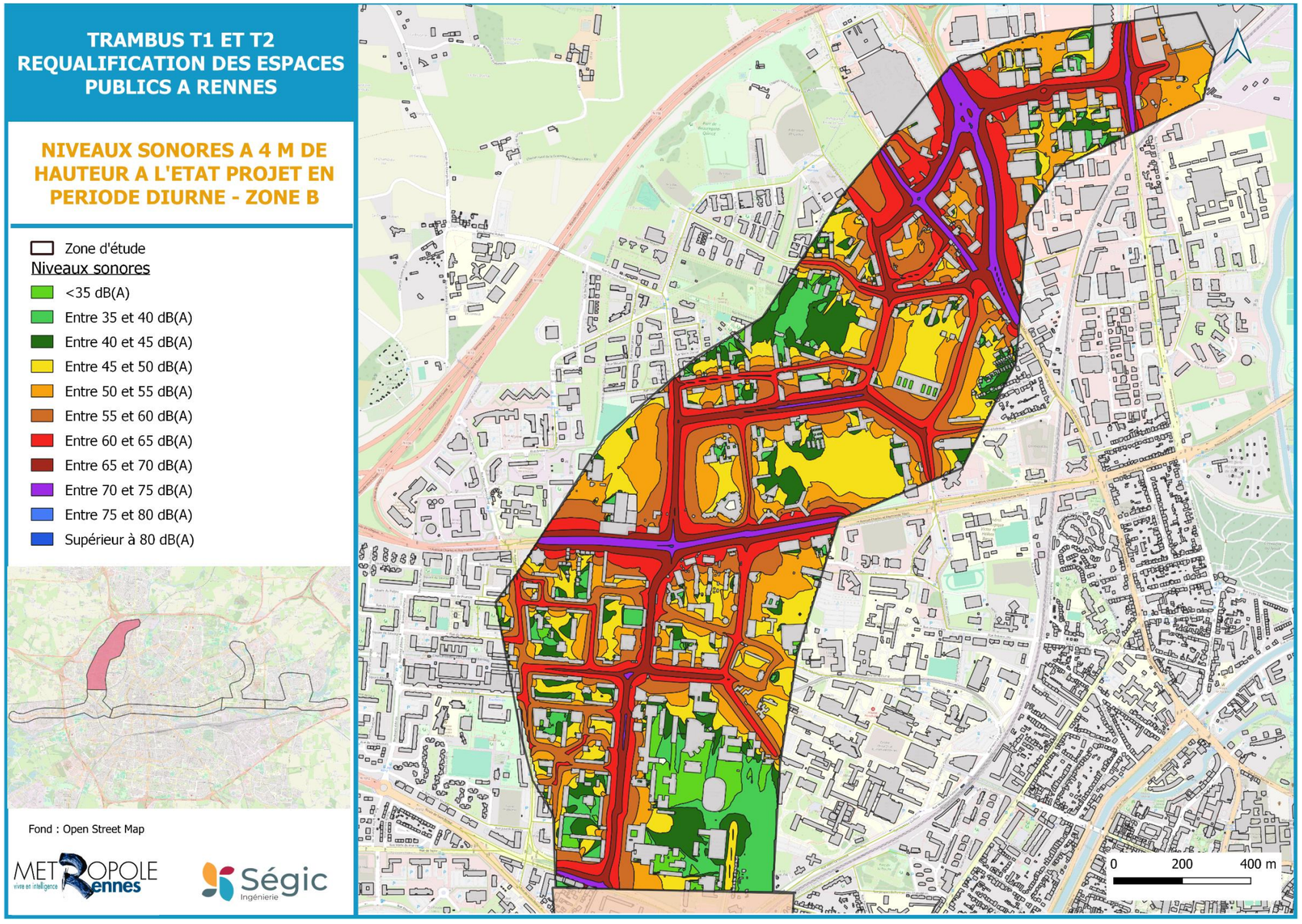


Figure 167 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone B

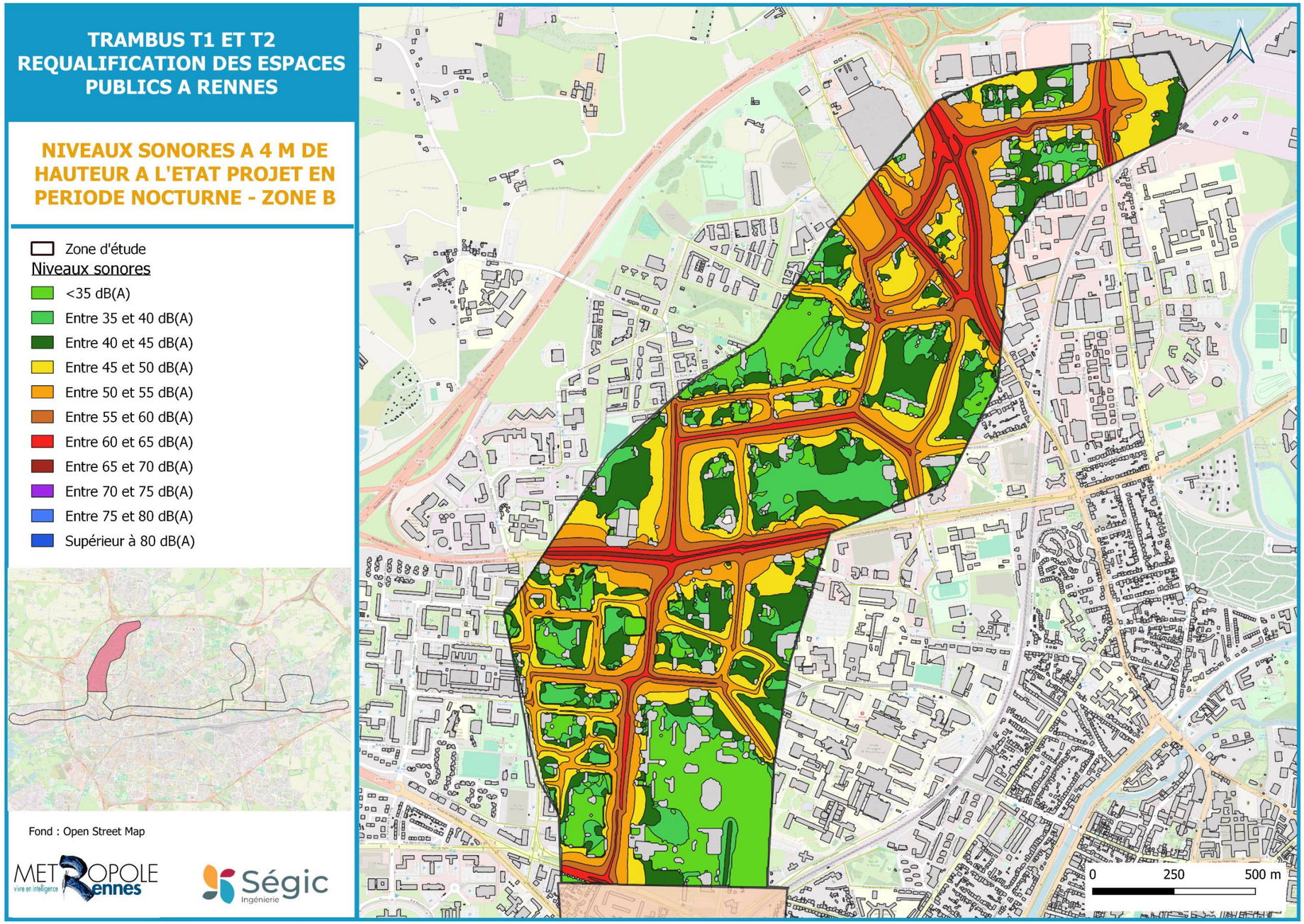


Figure 168 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone B

- **Zone C**
  - **Localisation des récepteurs de la zone C**

La carte suivante présente la localisation des récepteurs de niveaux sonores de la zone C.

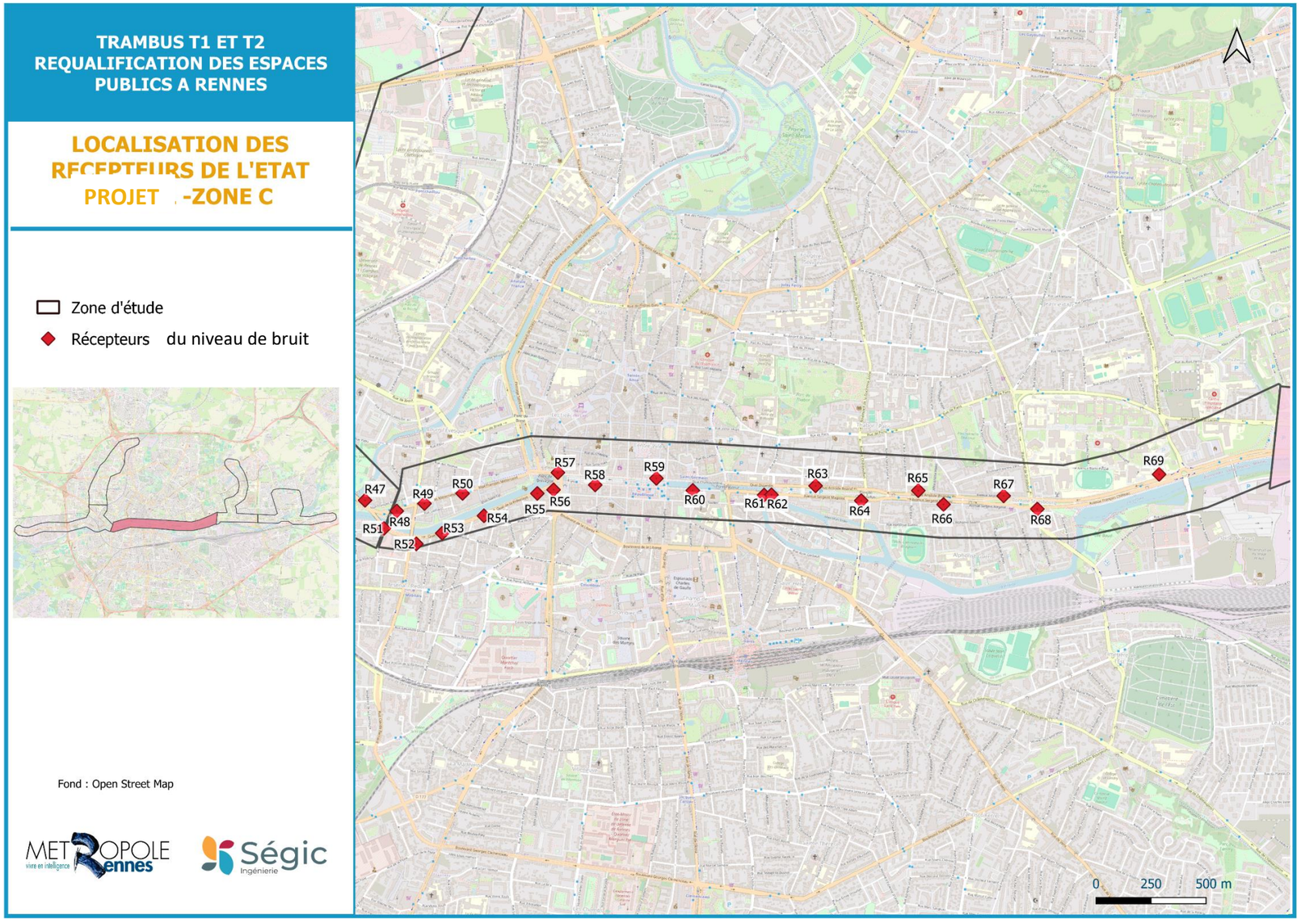


Figure 169 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone C)

Tableaux de résultats

Tableau 88 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (1/5)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R48	(RDC)	Habitat	66,3	58,8	66,8	59,2	0,5	0,4	oui	oui
R48	(1er étage)		65,5	58	65,9	58,4	0,4	0,4	oui	oui
R48	(2ème étage)		64,4	56,9	64,9	57,3	0,5	0,4	oui	oui
R48	(3ème étage)		63,4	55,9	63,8	56,3	0,4	0,4	oui	oui
R48	(4ème étage)		62,4	54,9	62,9	55,3	0,5	0,4	oui	oui
R48	(5ème étage)		61,6	54,1	62	54,5	0,4	0,4	oui	oui
R49	(RDC)	Habitat	64,9	57,4	65,4	57,9	0,5	0,5	oui	oui
R49	(1er étage)		64,5	56,9	65	57,5	0,5	0,6	oui	oui
R49	(2ème étage)		63,8	56,3	64,3	56,8	0,5	0,5	oui	oui
R49	(3ème étage)		63,1	55,6	63,6	56,1	0,5	0,5	oui	oui
R49	(4ème étage)		62,5	55	63	55,5	0,5	0,5	oui	oui
R49	(5ème étage)		61,9	54,4	62,4	54,9	0,5	0,5	oui	oui
R50	(RDC)	Habitat	63,5	56	64	56,5	0,5	0,5	oui	oui
R50	(1er étage)		63,5	56	64	56,5	0,5	0,5	oui	oui
R50	(2ème étage)		63,1	55,6	63,7	56,1	0,6	0,5	oui	oui
R50	(3ème étage)		62,7	55,1	63,2	55,6	0,5	0,5	oui	oui
R50	(4ème étage)		62,1	54,6	62,6	55,1	0,5	0,5	oui	oui
R50	(5ème étage)		61,6	54,1	62,1	54,6	0,5	0,5	oui	oui
R51	(RDC)	Habitat	64,2	56,7	64,3	56,8	0,1	0,1	oui	oui
R51	(1er étage)		63,8	56,3	64,1	56,5	0,3	0,2	oui	oui
R51	(2ème étage)		63	55,5	63,1	55,6	0,1	0,1	oui	oui
R51	(3ème étage)		62,1	54,6	62,2	54,7	0,1	0,1	oui	oui
R51	(4ème étage)		61,3	53,8	61,4	53,9	0,1	0,1	oui	oui
R51	(5ème étage)		60,6	53	60,7	53,2	0,1	0,2	oui	oui
R52	(RDC)	Habitat	62,3	54,8	62	54,5	-0,3	-0,3	oui	oui
R52	(1er étage)		63,3	55,8	63,1	55,6	-0,2	-0,2	oui	oui
R52	(2ème étage)		63,4	55,9	63,7	56,2	0,3	0,3	oui	oui
R52	(3ème étage)		63,6	56,1	63,6	56,1	0	0	oui	oui
R52	(4ème étage)		63,4	55,9	63,5	56	0,1	0,1	oui	oui
R52	(5ème étage)		63,3	55,8	63,3	55,8	0	0	oui	oui
R52	(6ème étage)		63,1	55,6	63,1	55,6	0	0	oui	oui
R52	(7ème étage)		62,8	55,3	62,9	55,4	0,1	0,1	oui	oui
R52	(8ème étage)		62,6	55,1	62,6	55,1	0	0	oui	oui
R53	(RDC)	Habitat	69,2	61,7	69,3	61,8	0,1	0,1	oui	oui
R53	(1er étage)		67,7	60,2	67,8	60,3	0,1	0,1	oui	oui

Tableau 89 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (2/5)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R53	(2ème étage)	Habitat	66,2	58,7	66,4	58,9	0,2	0,2	oui	oui
R53	(3ème étage)		65	57,5	65,2	57,7	0,2	0,2	oui	oui
R53	(4ème étage)		64,1	56,5	64,3	56,7	0,2	0,2	oui	oui
R53	(5ème étage)		63,2	55,7	63,4	55,9	0,2	0,2	oui	oui
R53	(6ème étage)		62,5	55	62,7	55,2	0,2	0,2	oui	oui
R53	(7ème étage)		61,9	54,4	62,1	54,5	0,2	0,1	oui	oui
R53	(8ème étage)		61,3	53,8	61,5	54	0,2	0,2	oui	oui
R53	(9ème étage)		60,8	53,3	61	53,5	0,2	0,2	oui	oui
R53	(10ème étage)		60,4	52,9	60,6	53,1	0,2	0,2	oui	oui
R53	(11ème étage)		60	52,5	60,2	52,6	0,2	0,1	oui	oui
R54	(RDC)	Habitat	65,9	58,4	66	58,5	0,1	0,1	oui	oui
R54	(1er étage)		64,8	57,3	65	57,4	0,2	0,1	oui	oui
R54	(2ème étage)		63,7	56,2	63,8	56,3	0,1	0,1	oui	oui
R54	(3ème étage)		62,7	55,1	62,8	55,3	0,1	0,2	oui	oui
R54	(4ème étage)		61,8	54,3	61,9	54,4	0,1	0,1	oui	oui
R54	(5ème étage)		61	53,5	61,1	53,6	0,1	0,1	oui	oui
R55	(RDC)	Habitat	65,3	57,8	66,2	58,7	0,9	0,9	oui	oui
R55	(1er étage)		64,4	56,9	65	57,4	0,6	0,5	oui	oui
R55	(2ème étage)		63,5	56	63,9	56,4	0,4	0,4	oui	oui
R55	(3ème étage)		62,8	55,3	63	55,5	0,2	0,2	oui	oui
R55	(4ème étage)		62,2	54,6	62,3	54,8	0,1	0,2	oui	oui
R55	(5ème étage)		61,6	54,1	61,7	54,2	0,1	0,1	oui	oui
R55	(6ème étage)		61,1	53,6	61,2	53,7	0,1	0,1	oui	oui
R55	(7ème étage)		60,7	53,2	60,7	53,2	0	0	oui	oui
R55	(8ème étage)		60,4	52,9	60,4	52,8	0	-0,1	oui	oui
R56	(RDC)	Habitat	67,6	60	67,6	60,1	0	0,1	oui	oui
R56	(1er étage)	Activité	67,2	59,7	67,3	59,8	0,1	0,1	oui	oui
R56	(2ème étage)		66,7	59,2	66,8	59,3	0,1	0,1	oui	oui
R56	(3ème étage)		66,2	58,7	66,2	58,7	0	0	oui	oui
R57	(RDC)	Habitat	66,4	58,9	66,6	59,1	0,2	0,2	oui	oui
R57	(1er étage)		66,3	58,8	66,4	58,9	0,1	0,1	oui	oui
R57	(2ème étage)		66,1	58,5	66,1	58,6	0	0,1	oui	oui
R57	(3ème étage)		65,7	58,2	65,8	58,3	0,1	0,1	oui	oui
R57	(4ème étage)		65,3	57,8	65,4	57,9	0,1	0,1	oui	oui
R57	(5ème étage)		64,9	57,4	65	57,5	0,1	0,1	oui	oui

Tableau 90 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (3/5)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R58	(RDC)	Habitat	63,7	56,2	64,5	57	0,8	0,8	oui	oui
R58	(1er étage)		62,9	55,4	63,7	56,2	0,8	0,8	oui	oui
R58	(2ème étage)		61,9	54,4	62,7	55,2	0,8	0,8	oui	oui
R58	(3ème étage)		61	53,5	61,8	54,3	0,8	0,8	oui	oui
R58	(4ème étage)		60,3	52,8	61	53,5	0,7	0,7	oui	oui
R58	(5ème étage)		59,7	52,1	60,4	52,9	0,7	0,8	oui	oui
R59	(RDC)	Habitat	54,6	47	54,2	46,6	-0,4	-0,4	oui	oui
R59	(1er étage)		55,3	47,8	54,8	47,2	-0,5	-0,6	oui	oui
R59	(2ème étage)		55,4	47,8	54,9	47,3	-0,5	-0,5	oui	oui
R59	(3ème étage)		55,5	47,9	54,9	47,3	-0,6	-0,6	oui	oui
R59	(4ème étage)		55,7	48,1	55,1	47,5	-0,6	-0,6	oui	oui
R59	(5ème étage)		55,6	48,1	55,2	47,6	-0,4	-0,5	oui	oui
R59	(6ème étage)		55,6	48	55,1	47,5	-0,5	-0,5	oui	oui
R59	(7ème étage)		55,5	47,9	55,1	47,5	-0,4	-0,4	oui	oui
R60	(RDC)	Habitat	66,1	58,5	66,1	58,3	0	-0,2	oui	oui
R60	(1er étage)		64,8	57,2	64,8	57	0	-0,2	oui	oui
R60	(2ème étage)		63,5	56	63,6	55,8	0,1	-0,2	oui	oui
R60	(3ème étage)		62,4	54,9	62,5	54,7	0,1	-0,2	oui	oui
R60	(4ème étage)		61,6	54	61,6	53,8	0	-0,2	oui	oui
R60	(5ème étage)		60,8	53,3	60,9	53,1	0,1	-0,2	oui	oui
R60	(6ème étage)		60,2	52,6	60,3	52,5	0,1	-0,1	oui	oui
R61	(RDC)	Habitat	63,4	55,9	63,4	55,9	0	0	oui	oui
R61	(1er étage)		63,2	55,7	63,4	55,9	0,2	0,2	oui	oui
R61	(2ème étage)		62,7	55,1	62,8	55,3	0,1	0,2	oui	oui
R61	(3ème étage)		62	54,5	62,2	54,7	0,2	0,2	oui	oui
R61	(4ème étage)		61,5	54	61,6	54,1	0,1	0,1	oui	oui
R61	(5ème étage)		61,1	53,5	61,2	53,6	0,1	0,1	oui	oui
R61	(6ème étage)		60,7	53,2	60,8	53,3	0,1	0,1	oui	oui
R61	(7ème étage)		60,3	52,8	60,5	53	0,2	0,2	oui	oui
R61	(8ème étage)		60	52,5	60,2	52,7	0,2	0,2	oui	oui
R61	(9ème étage)		59,7	52,2	59,9	52,4	0,2	0,2	oui	oui
R61	(10ème étage)		59,5	52	59,6	52,1	0,1	0,1	oui	oui
R61	(11ème étage)		59,2	51,7	59,4	51,9	0,2	0,2	oui	oui
R62	(RDC)	Habitat	67,1	59,6	65,7	58,1	-1,4	-1,5	oui	oui
R62	(1er étage)		65,6	58,1	65,2	57,7	-0,4	-0,4	oui	oui
R62	(2ème étage)		64,3	56,8	64	56,4	-0,3	-0,4	oui	oui

Tableau 91 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (4/5)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R62	(3ème étage)	Habitat	63,3	55,8	63	55,5	-0,3	-0,3	oui	oui
R63	(RDC)	Habitat	65,4	57,8	65,4	57,9	0	0,1	oui	oui
R63	(1er étage)		64,5	57	64,5	57	0	0	oui	oui
R63	(2ème étage)		63,6	56	63,6	56,1	0	0,1	oui	oui
R63	(3ème étage)		62,7	55,2	62,8	55,3	0,1	0,1	oui	oui
R63	(4ème étage)		62,1	54,5	62,1	54,6	0	0,1	oui	oui
R63	(5ème étage)		61,5	54	61,5	54	0	0	oui	oui
R64	(RDC)	Habitat	66	58,5	65,5	58	-0,5	-0,5	oui	oui
R64	(1er étage)		65,3	57,8	65,1	57,6	-0,2	-0,2	oui	oui
R64	(2ème étage)		64,5	57	64,5	57	0	0	oui	oui
R65	(RDC)	Habitat	60,1	52,6	59,7	52,2	-0,4	-0,4	oui	oui
R65	(1er étage)		60,6	53,1	60,2	52,7	-0,4	-0,4	oui	oui
R65	(2ème étage)		60,5	53	60,1	52,6	-0,4	-0,4	oui	oui
R66	(RDC)	Habitat	61,3	53,8	61,2	53,7	-0,1	-0,1	oui	oui
R66	(1er étage)		61,8	54,3	61,7	54,2	-0,1	-0,1	oui	oui
R66	(2ème étage)		61,7	54,2	61,6	54,1	-0,1	-0,1	oui	oui
R66	(3ème étage)		61,5	54	61,4	53,9	-0,1	-0,1	oui	oui
R66	(4ème étage)		61,2	53,7	61,2	53,7	0	0	oui	oui
R66	(5ème étage)		61	53,5	60,9	53,4	-0,1	-0,1	oui	oui
R66	(6ème étage)		60,7	53,2	60,7	53,2	0	0	oui	oui
R67	(RDC)	Habitat	61,9	54,4	61,3	53,8	-0,6	-0,6	oui	oui
R67	(1er étage)		62,2	54,7	61,7	54,2	-0,5	-0,5	oui	oui
R67	(2ème étage)		62,1	54,6	61,6	54,1	-0,5	-0,5	oui	oui
R67	(3ème étage)		61,9	54,4	61,4	53,9	-0,5	-0,5	oui	oui
R67	(4ème étage)		61,6	54,1	61,2	53,7	-0,4	-0,4	oui	oui
R67	(5ème étage)		61,4	53,9	61	53,5	-0,4	-0,4	oui	oui
R67	(6ème étage)		61,1	53,6	60,8	53,2	-0,3	-0,4	oui	oui
R67	(7ème étage)		60,9	53,3	60,5	53	-0,4	-0,3	oui	oui
R67	(8ème étage)		60,6	53,1	60,3	52,8	-0,3	-0,3	oui	oui
R67	(9ème étage)		60,4	52,9	60,1	52,6	-0,3	-0,3	oui	oui
R67	(10ème étage)		60,2	52,6	59,9	52,3	-0,3	-0,3	oui	oui
R67	(11ème étage)		60	52,4	59,7	52,2	-0,3	-0,2	oui	oui
R67	(12ème étage)		59,8	52,2	59,5	52	-0,3	-0,2	oui	oui
R67	(13ème étage)		59,6	52,1	59,3	51,8	-0,3	-0,3	oui	oui

Tableau 92 : Niveaux sonores au niveau de la zone C (modification de voiries) (5/5)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R68	(RDC)	Habitat	68,1	60,6	67,9	60,4	-0,2	-0,2	oui	oui
R68	(1er étage)		68,1	60,6	68,2	60,7	0,1	0,1	oui	oui
R68	(2ème étage)		67,8	60,3	67,7	60,2	-0,1	-0,1	oui	oui
R68	(3ème étage)		67,3	59,8	67,2	59,7	-0,1	-0,1	oui	oui
R68	(4ème étage)		66,9	59,4	67	59,5	0,1	0,1	oui	oui
R68	(5ème étage)		66,4	58,9	66,6	59,1	0,2	0,2	oui	oui
R68	(6ème étage)		65,9	58,4	66,2	58,7	0,3	0,3	oui	oui
R69	(RDC)	Equipement	62,2	54,7	62,2	54,7	0	0	oui	oui

Analyse concernant la modification de voiries

L'ensemble des bâtiments de la zone ne subit pas de différence notable entre l'état fil de l'eau et l'état projet (moins de 1 dB(A)).

Aucun récepteur du secteur C ne subit d'augmentation significative de niveau sonore. Aucune contrainte réglementaire n'est imposée au maître d'ouvrage.

Par ailleurs, aucune baisse significative n'est à souligner sur le secteur C.

- **Cartes isophoniques**

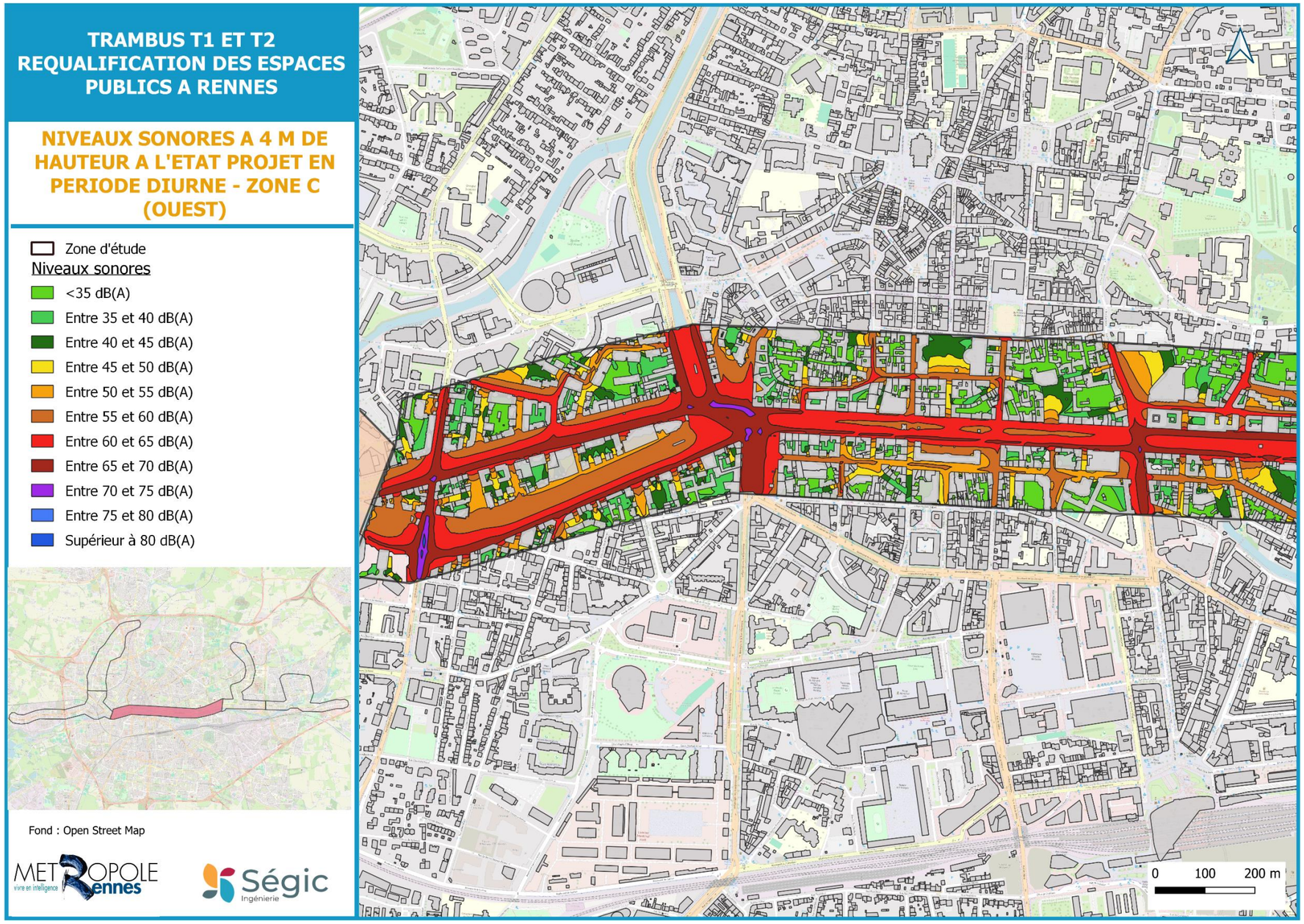


Figure 170 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone C (Ouest)

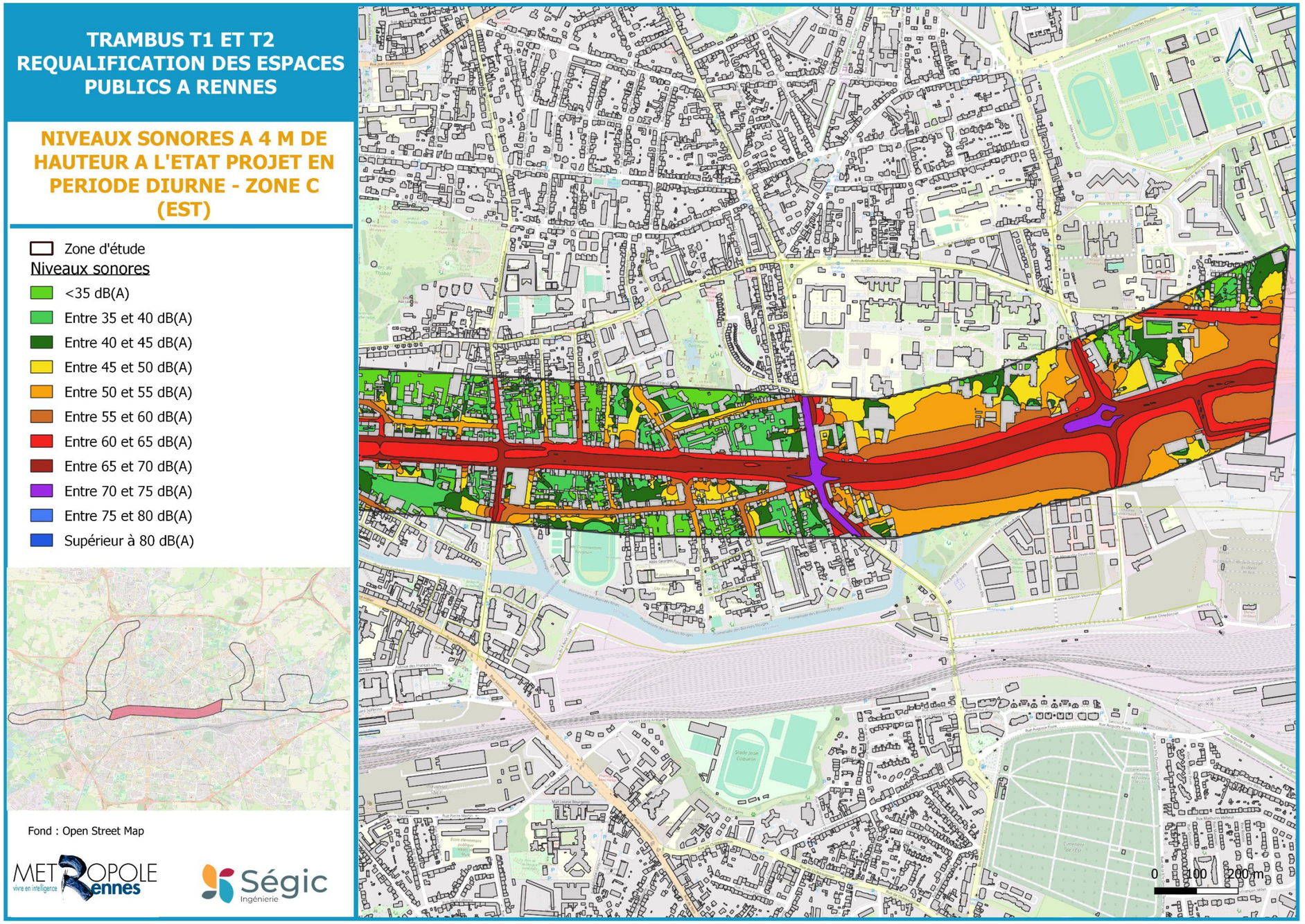


Figure 171 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone C (Est)

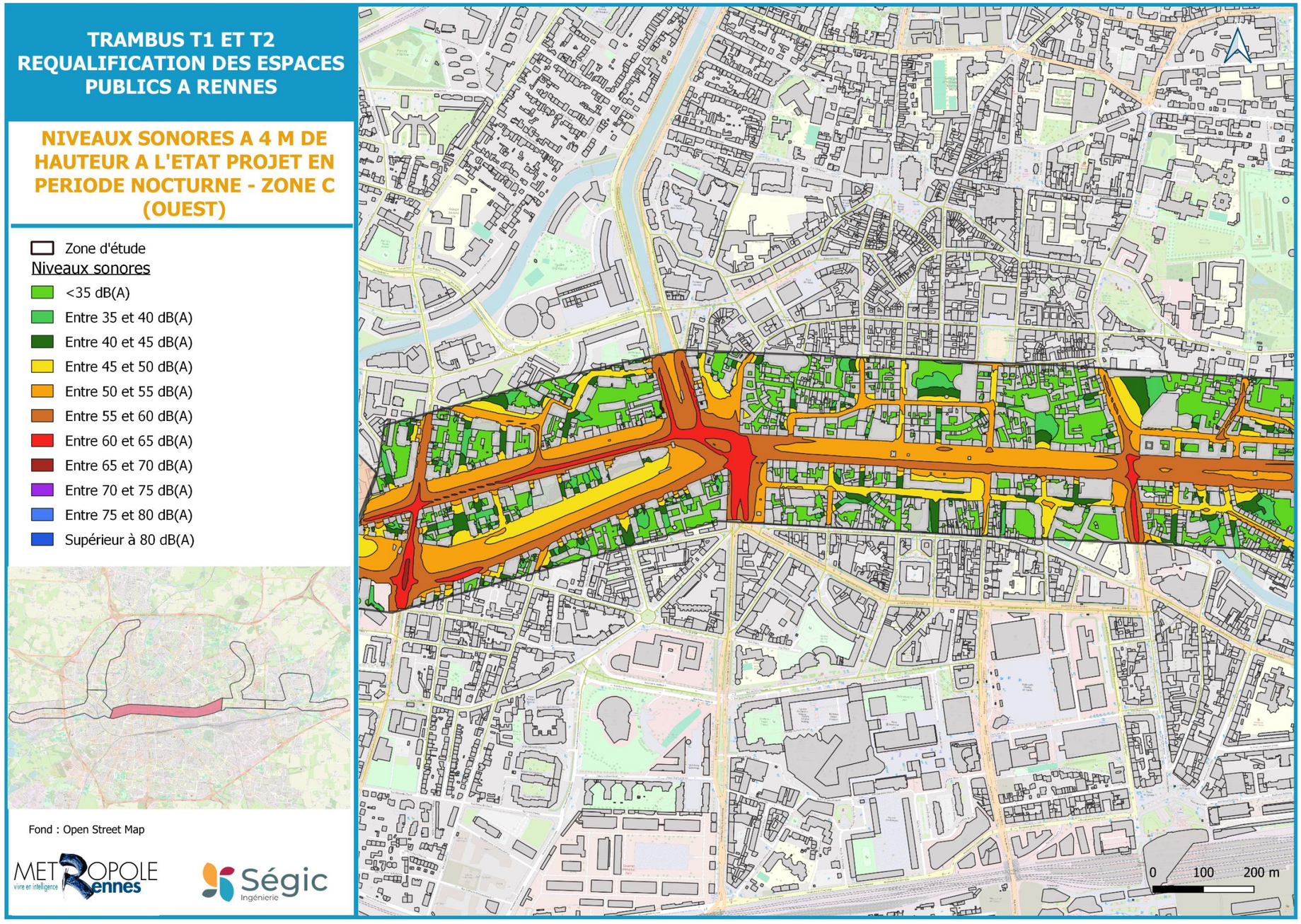


Figure 172 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone C (Ouest)

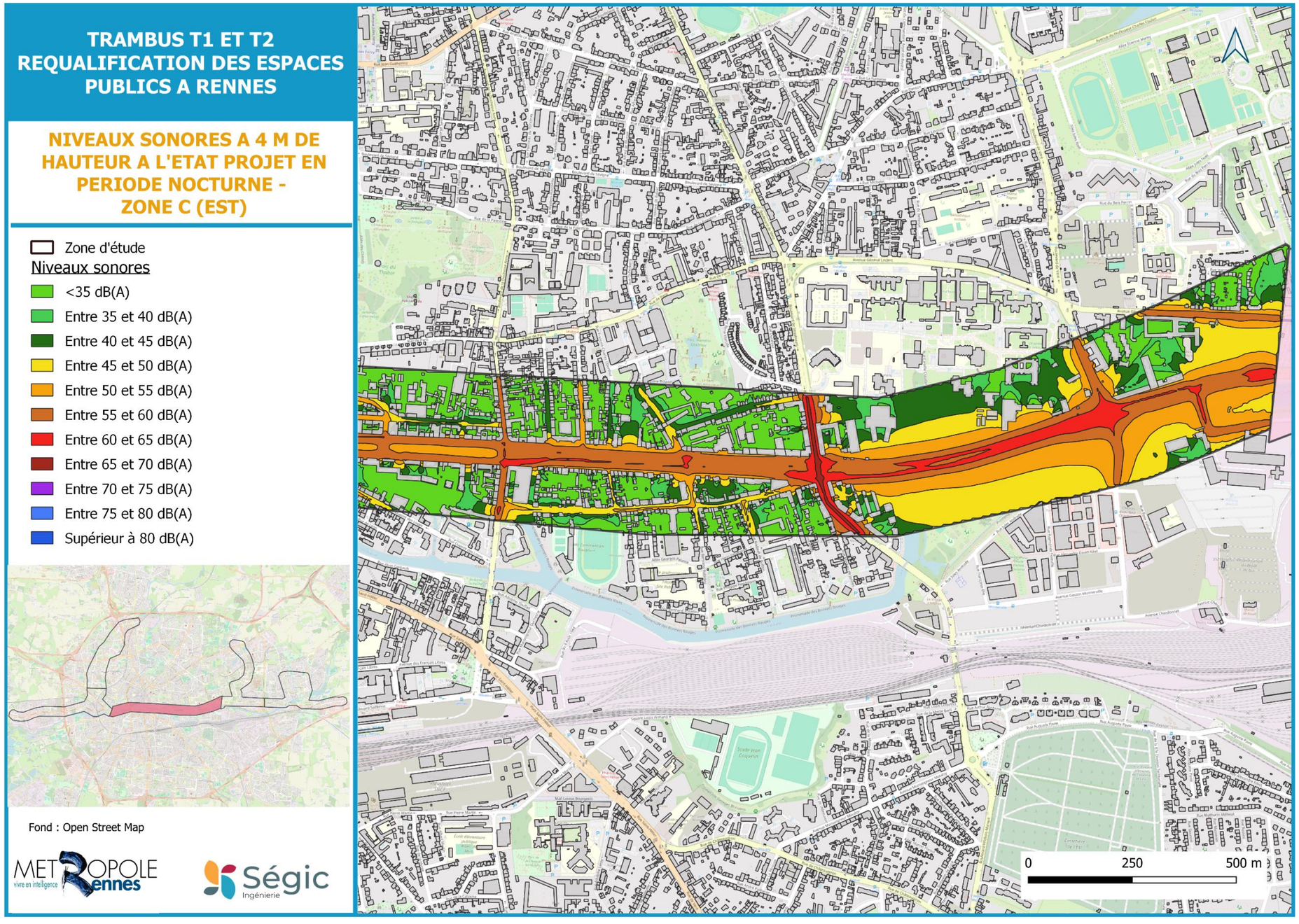


Figure 173 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone C (Est)

- **Zone D**
  - **Localisation des récepteurs de la zone D**

La carte suivante présente la localisation des récepteurs de niveaux sonores de la zone D.

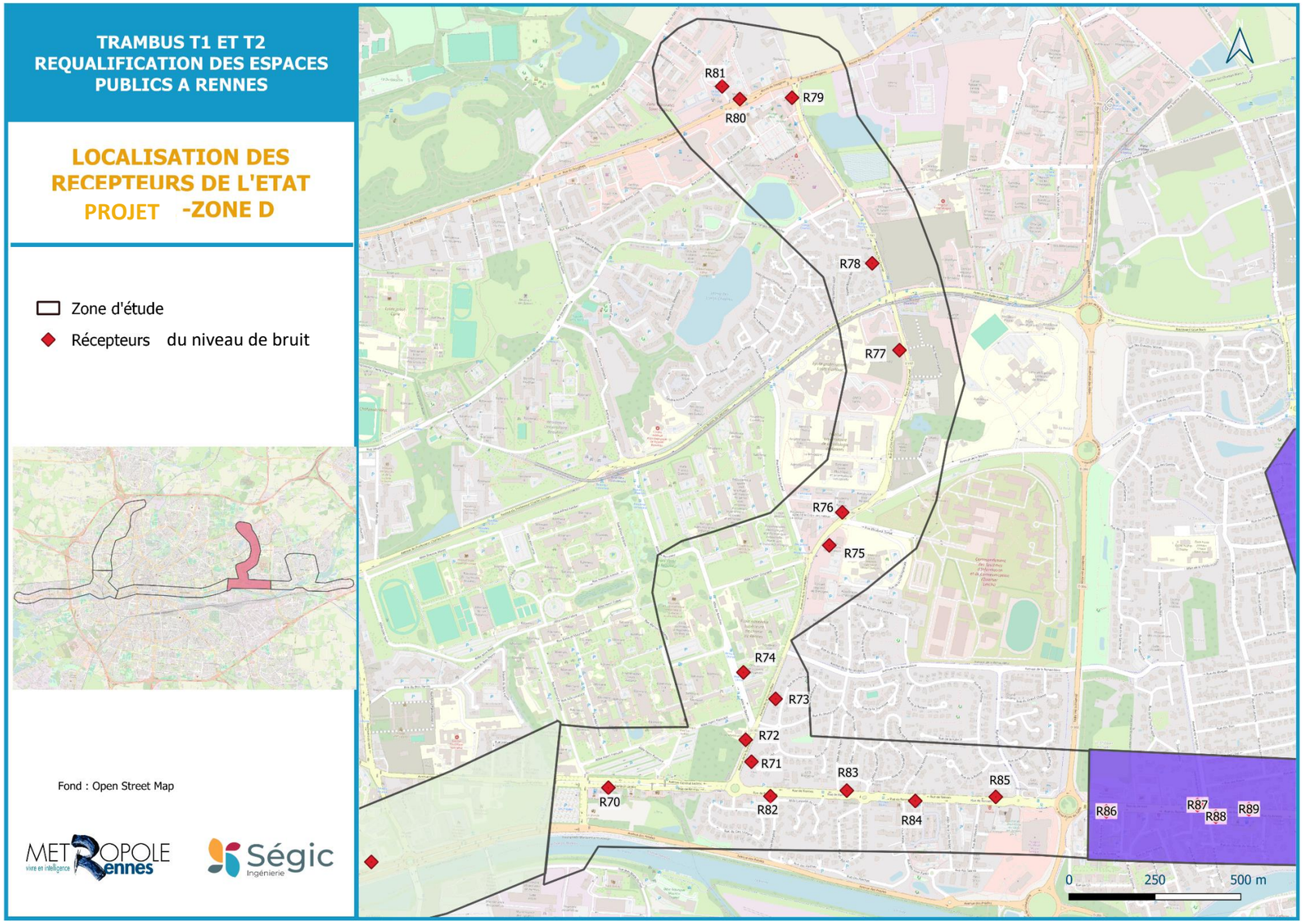


Figure 174 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone D)

Tableaux de résultats

Tableau 93 : Niveaux sonores au niveau de la zone D (modification de voiries) (1/2)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R70	(RDC)	Habitat	63,9	56,3	64,4	56,7	0,5	0,4	oui	oui
R70	(1er étage)		63,5	55,8	63,9	56,2	0,4	0,4	oui	oui
R70	(2ème étage)		62,9	55,3	63,3	55,6	0,4	0,3	oui	oui
R71	(RDC)	Habitat	63,6	56,1	63,8	56,3	0,2	0,2	oui	oui
R71	(1er étage)		64	56,5	64,2	56,7	0,2	0,2	oui	oui
R72	(RDC)	Habitat	66,4	58,9	66,5	59	0,1	0,1	oui	oui
R73	(RDC)	Habitat	62,5	55	62,6	55,1	0,1	0,1	oui	oui
R73	(1er étage)		63,1	55,6	63,2	55,7	0,1	0,1	oui	oui
R74	(RDC)	Enseignement Supérieur	62,8	55,3	62,9	55,3	0,1	0	oui	oui
R75	(RDC)	Enseignement Supérieur	62,6	55,1	63,2	55,7	0,6	0,6	oui	oui
R75	(1er étage)		63,7	56,2	64,3	56,8	0,6	0,6	oui	oui
R76	(RDC)	Habitat	64,2	56,7	65,2	57,7	1	1	oui	oui
R76	(1er étage)		65	57,5	65,9	58,4	0,9	0,9	oui	oui
R76	(2ème étage)		64,8	57,3	65,8	58,2	1	0,9	oui	oui
R76	(3ème étage)		64,6	57,1	65,5	58	0,9	0,9	oui	oui
R76	(4ème étage)		64,4	56,9	65,2	57,7	0,8	0,8	oui	oui
R76	(5ème étage)		64,1	56,6	64,9	57,4	0,8	0,8	oui	oui
R76	(6ème étage)		63,8	56,3	64,6	57,1	0,8	0,8	oui	oui
R76	(7ème étage)		63,5	56	64,3	56,8	0,8	0,8	oui	oui
R77	(RDC)	Bureau	63,4	55,9	64,3	56,8	0,9	0,9	oui	oui
R77	(1er étage)		63,8	56,3	64,7	57,2	0,9	0,9	oui	oui
R77	(2ème étage)		63,7	56,1	64,6	57,1	0,9	1	oui	oui
R78	(RDC)	Habitat	64	56,5	64,1	56,6	0,1	0,1	oui	oui
R78	(1er étage)		64,7	57,2	64,9	57,4	0,2	0,2	oui	oui
R79	(RDC)	Bureau	66,4	58,8	66,5	59	0,1	0,2	oui	oui
R79	(1er étage)		66,7	59,2	66,9	59,3	0,2	0,1	oui	oui
R79	(2ème étage)		66,6	59,1	66,7	59,2	0,1	0,1	oui	oui
R79	(3ème étage)		66,3	58,8	66,5	59	0,2	0,2	oui	oui
R79	(4ème étage)		66	58,5	66,2	58,7	0,2	0,2	oui	oui
R79	(5ème étage)		65,7	58,2	65,8	58,3	0,1	0,1	oui	oui
R80	(RDC)	Habitat	68,6	61	68,6	61,1	0	0,1	oui	oui
R80	(1er étage)		68,6	61,1	68,7	61,2	0,1	0,1	oui	oui
R80	(2ème étage)		68,3	60,8	68,4	60,9	0,1	0,1	oui	oui
R80	(3ème étage)		67,9	60,4	68	60,5	0,1	0,1	oui	oui
R80	(4ème étage)		67,5	59,9	67,5	60	0	0,1	oui	oui

Tableau 94 : Niveaux sonores au niveau de la zone D (modification de voiries) (2/2)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R80	(5ème étage)	Habitat	67	59,5	67,1	59,6	0,1	0,1	oui	oui
R81	(RDC)	Bureau	62,1	54,6	62,8	55,3	0,7	0,7	oui	oui
R81	(1er étage)		60,6	53,1	61,2	53,7	0,6	0,6	oui	oui
R81	(2ème étage)		59,4	51,9	60	52,5	0,6	0,6	oui	oui
R82	(RDC)	Habitat	61,3	53,8	60,9	53,4	-0,4	-0,4	oui	oui
R82	(1er étage)		61,2	53,7	60,9	53,4	-0,3	-0,3	oui	oui
R83	(RDC)	Habitat	62	54,5	61,7	54,2	-0,3	-0,3	oui	oui
R83	(1er étage)		61,6	54,1	61,1	53,6	-0,5	-0,5	oui	oui
R83	(2ème étage)		61,1	53,6	60,4	52,9	-0,7	-0,7	oui	oui
R84	(RDC)	Habitat	64,8	57,3	64	56,5	-0,8	-0,8	oui	oui
R84	(1er étage)		63,8	56,3	63	55,5	-0,8	-0,8	oui	oui
R84	(2ème étage)		62,9	55,4	62	54,5	-0,9	-0,9	oui	oui
R85	(RDC)	Habitat	62,5	55	62	54,4	-0,5	-0,6	oui	oui
R85	(1er étage)		62,2	54,6	61,6	54,1	-0,6	-0,5	oui	oui
R85	(2ème étage)		61,6	54,1	61	53,5	-0,6	-0,6	oui	oui
R85	(3ème étage)		61,2	53,7	60,5	53	-0,7	-0,7	oui	oui
R85	(4ème étage)		61	53,5	60,1	52,6	-0,9	-0,9	oui	oui

Analyse concernant la modification de voiries

L'ensemble des bâtiments de la zone D ne subit pas de différence notable entre l'état fil de l'eau et l'état projet (moins de 1 dB(A)).

Il n'y a aucun dispositif acoustique réglementaire à prévoir.

- **Cartes isophoniques**

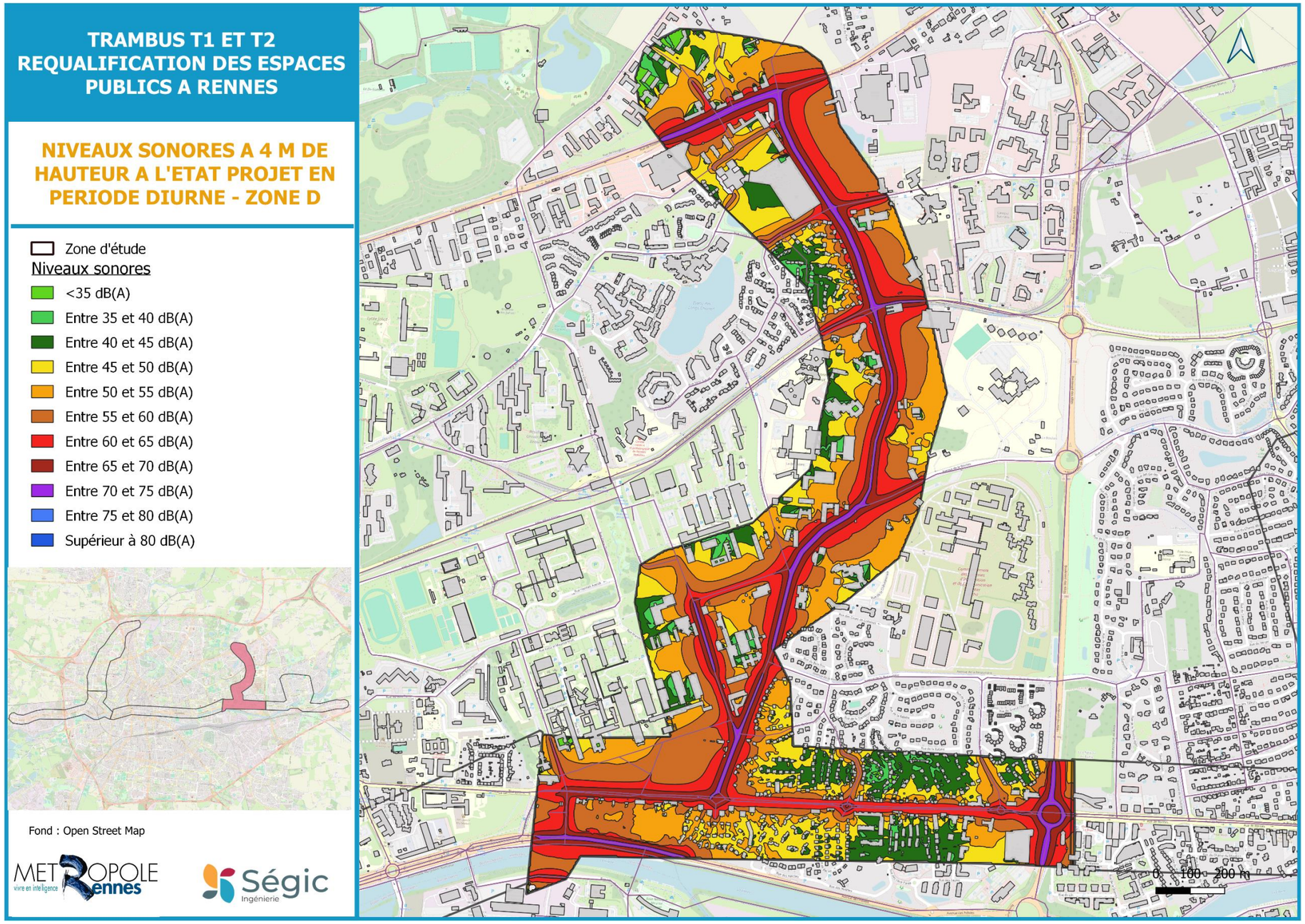


Figure 175 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone D

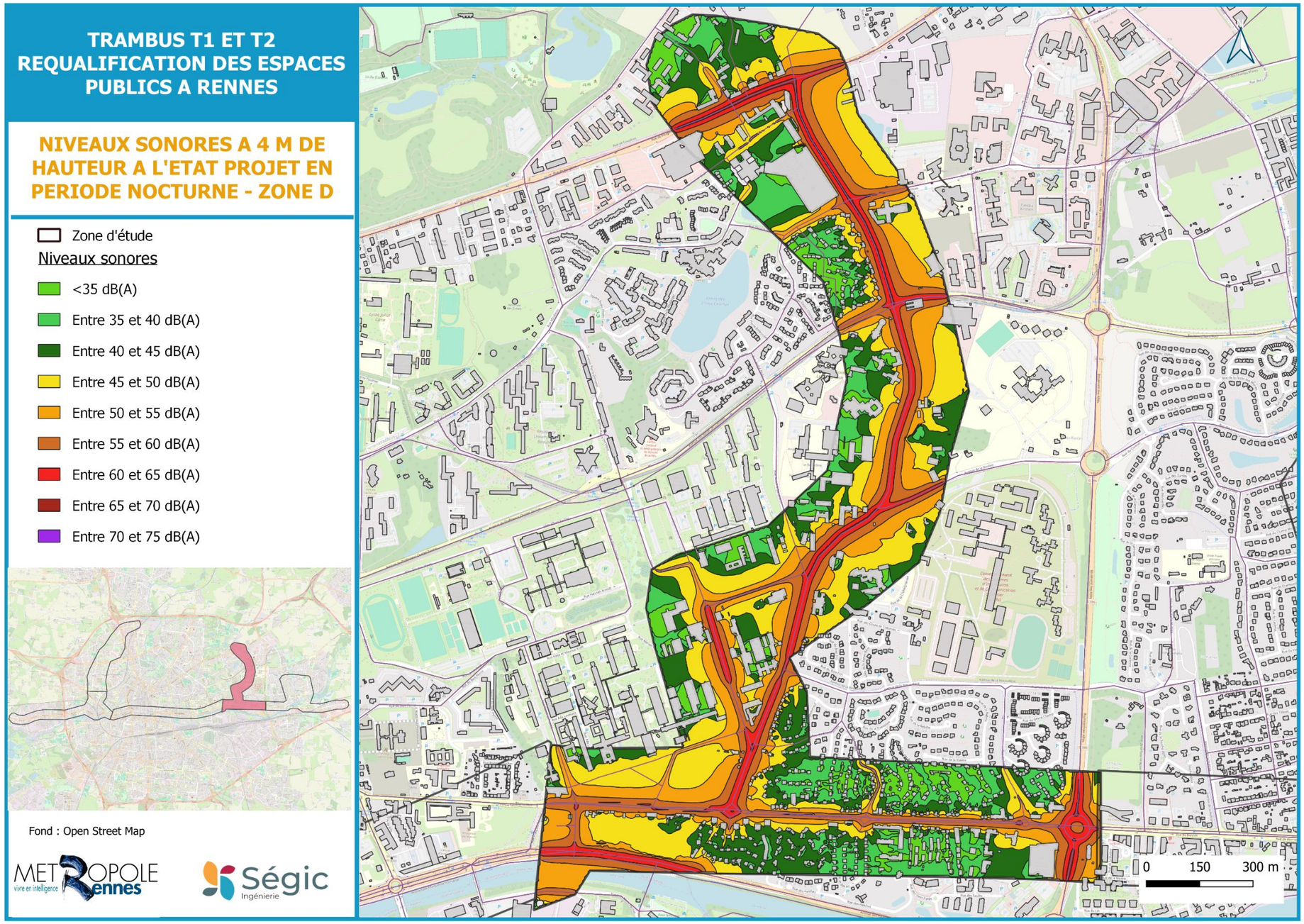


Figure 176 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone D

Zone E

Localisation des récepteurs de la zone E

La carte suivante présente la localisation des récepteurs de niveaux sonores de la zone E.

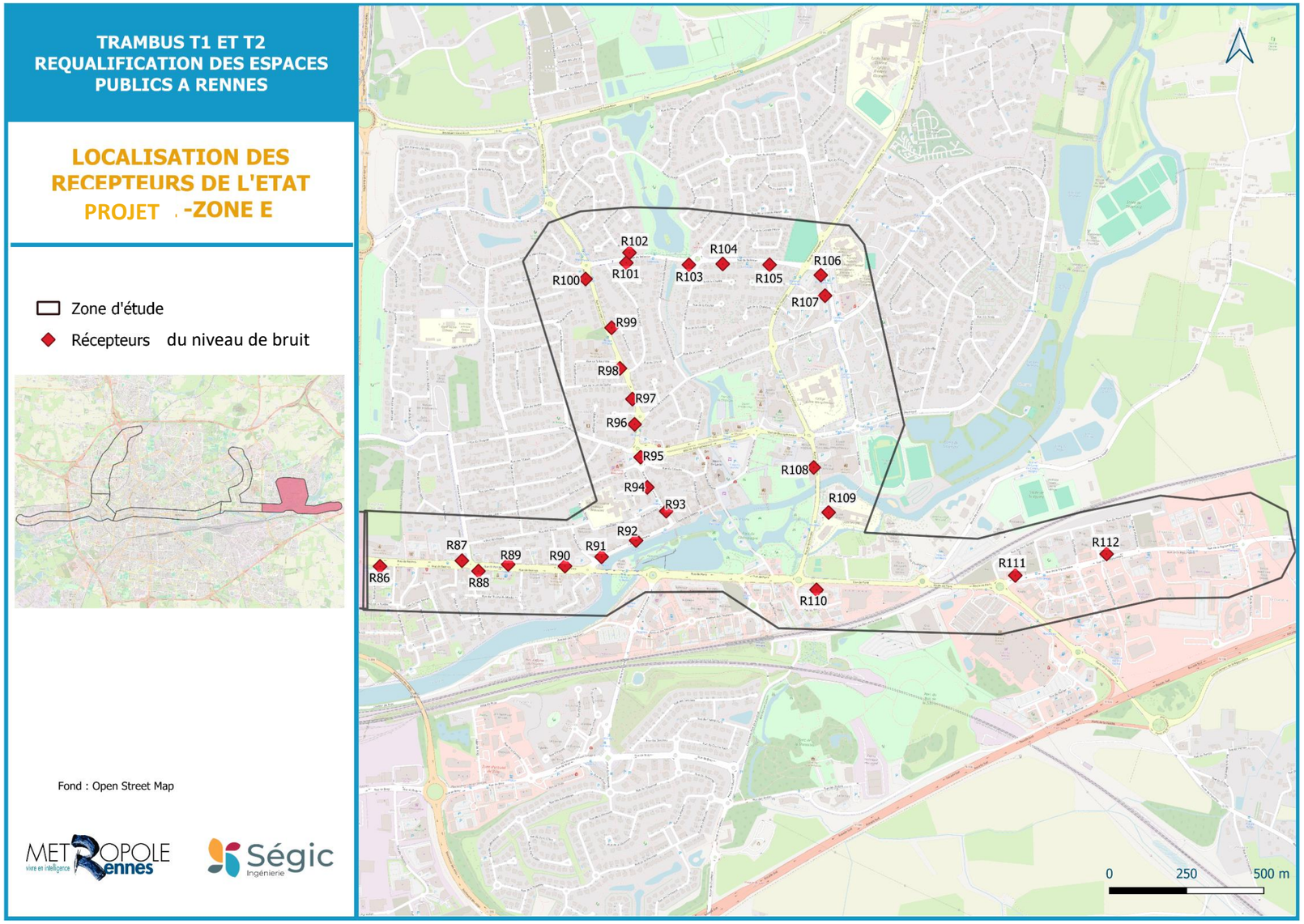


Figure 177 : Localisation des récepteurs de l'état projet (zone E)

Tableaux de résultats

Tableau 95 : Niveaux sonores au niveau de la zone E (modification de voiries) (1/2)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R86	(RDC)	Activité	63,5	56	63,4	55,9	-0,1	-0,1	oui	oui
R86	(1er étage)	Habitat	63,2	55,7	63,2	55,7	0	0	oui	oui
R86	(2ème étage)		62,6	55,1	62,6	55,1	0	0	oui	oui
R86	(3ème étage)		62	54,5	62	54,5	0	0	oui	oui
R87	(RDC)	Habitat	61,9	54,4	62,2	54,7	0,3	0,3	oui	oui
R87	(1er étage)		61,8	54,3	62,1	54,6	0,3	0,3	oui	oui
R87	(2ème étage)		61,5	54	61,7	54,2	0,2	0,2	oui	oui
R88	(RDC)	Habitat	61,1	53,6	61,1	53,6	0	0	oui	oui
R88	(1er étage)		61,1	53,6	61,2	53,6	0,1	0	oui	oui
R88	(2ème étage)		60,9	53,3	60,9	53,4	0	0,1	oui	oui
R88	(3ème étage)		60,5	53	60,6	53,1	0,1	0,1	oui	oui
R89	(RDC)	Habitat	65,1	57,6	64,5	57	-0,6	-0,6	oui	oui
R89	(1er étage)		64	56,4	63,5	56	-0,5	-0,4	oui	oui
R90	(RDC)	Habitat	61,4	53,8	61,6	54,1	0,2	0,3	oui	oui
R90	(1er étage)		61	53,5	61,3	53,8	0,3	0,3	oui	oui
R90	(2ème étage)		60,6	53,1	60,9	53,4	0,3	0,3	oui	oui
R91	(RDC)	Habitat	63,1	55,6	63,3	55,8	0,2	0,2	oui	oui
R91	(1er étage)		63	55,5	63,2	55,7	0,2	0,2	oui	oui
R91	(2ème étage)		62,5	55	62,7	55,2	0,2	0,2	oui	oui
R92	(RDC)	Habitat	61,7	54,2	62	54,5	0,3	0,3	oui	oui
R92	(1er étage)		61,5	54	61,9	54,4	0,4	0,4	oui	oui
R92	(2ème étage)		61	53,5	61,4	53,9	0,4	0,4	oui	oui
R92	(3ème étage)		60,5	53	60,8	53,3	0,3	0,3	oui	oui
R93	(RDC)	Activité	62,9	55,4	63,3	55,8	0,4	0,4	oui	oui
R93	(1er étage)		61,9	54,4	62,3	54,8	0,4	0,4	oui	oui
R93	(2ème étage)		60,7	53,2	61,1	53,6	0,4	0,4	oui	oui
R94	(RDC)	Habitat	58,3	50,8	58,8	51,3	0,5	0,5	oui	oui
R95	(RDC)	Habitat	64,5	57	64,8	57,3	0,3	0,3	oui	oui
R95	(1er étage)		63,7	56,2	64,1	56,6	0,4	0,4	oui	oui
R96	(RDC)	Habitat	58,4	50,9	58,8	51,3	0,4	0,4	oui	oui
R97	(RDC)	Habitat	60,9	53,4	61,3	53,8	0,4	0,4	oui	oui
R97	(1er étage)		60,7	53,2	61,2	53,6	0,5	0,4	oui	oui
R98	(RDC)	Habitat	60	52,5	60,5	52,9	0,5	0,4	oui	oui
R98	(1er étage)		60,1	52,6	60,5	53	0,4	0,4	oui	oui
R98	(2ème étage)		59,6	52	60	52,5	0,4	0,5	oui	oui
R99	(RDC)	Habitat	56,8	49,3	57,2	49,7	0,4	0,4	oui	oui
R100	(RDC)	Habitat	58,4	50,9	58,8	51,3	0,4	0,4	oui	oui

Tableau 96 : Niveaux sonores au niveau de la zone E (modification de voiries) (2/2)

Récepteurs	Etage	Type de bâti	Niveaux sonores à l'état fil de l'eau en dB(A)		Niveaux sonores à l'état projet en dB(A)		Ecart par rapport à l'état fil de l'eau (>2 dB en rouge)		Conformité	
			LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
R100	(1er étage)	Habitat	58,8	51,3	59,2	51,7	0,4	0,4	oui	oui
R101	(RDC)	Habitat	60,7	53,2	61,3	53,8	0,6	0,6	oui	oui
R101	(1er étage)		60,9	53,4	61,5	54	0,6	0,6	oui	oui
R102	(RDC)	Habitat	53,1	45,6	53,7	46,2	0,6	0,6	oui	oui
R102	(1er étage)		54,2	46,7	54,8	47,2	0,6	0,5	oui	oui
R103	(RDC)	Habitat	57,2	49,7	57,7	50,2	0,5	0,5	oui	oui
R103	(1er étage)		57,6	50,1	58,1	50,6	0,5	0,5	oui	oui
R104	(RDC)	Habitat	57,7	50,2	58,3	50,8	0,6	0,6	oui	oui
R104	(1er étage)		58	50,5	58,5	51	0,5	0,5	oui	oui
R105	(RDC)	Habitat	58,2	50,7	58,8	51,2	0,6	0,5	oui	oui
R105	(1er étage)		58,2	50,7	58,8	51,3	0,6	0,6	oui	oui
R106	(RDC)	Ecole	52,6	45,1	53	45,5	0,4	0,4	oui	oui
R107	(RDC)	Habitat	56,6	49,1	57,1	49,6	0,5	0,5	oui	oui
R107	(1er étage)		57	49,5	57,5	50	0,5	0,5	oui	oui
R107	(2ème étage)		56,9	49,4	57,4	49,9	0,5	0,5	oui	oui
R107	(3ème étage)		56,7	49,1	57,2	49,7	0,5	0,6	oui	oui
R107	(4ème étage)		56,4	48,9	56,9	49,4	0,5	0,5	oui	oui
R107	(5ème étage)		56,3	48,7	56,7	49,2	0,4	0,5	oui	oui
R108	(RDC)	Résidence sénior	63,3	55,8	63,5	56	0,2	0,2	oui	oui
R108	(1er étage)		63	55,5	63,2	55,7	0,2	0,2	oui	oui
R108	(2ème étage)		62,4	54,9	62,6	55,1	0,2	0,2	oui	oui
R108	(3ème étage)		61,7	54,2	61,9	54,4	0,2	0,2	oui	oui
R108	(4ème étage)		61,2	53,7	61,4	53,9	0,2	0,2	oui	oui
R109	(RDC)	Lycée	53,1	45,6	53,3	45,8	0,2	0,2	oui	oui
R109	(1er étage)		54,9	47,4	55,2	47,6	0,3	0,2	oui	oui
R110	(RDC)	Habitat	58,6	51,1	58,8	51,3	0,2	0,2	oui	oui
R111	(RDC)	Habitat	64,1	56,6	64,5	57	0,4	0,4	oui	oui
R111	(1er étage)		65,9	58,4	66,4	58,9	0,5	0,5	oui	oui
R111	(2ème étage)		65,9	58,4	66,3	58,8	0,4	0,4	oui	oui
R111	(3ème étage)		65,7	58,2	66,2	58,6	0,5	0,4	oui	oui
R112	(RDC)	Habitat	64,7	57,2	65,2	57,7	0,5	0,5	oui	oui
R112	(1er étage)		65	57,4	65,5	58	0,5	0,6	oui	oui
R112	(2ème étage)		64,8	57,2	65,3	57,8	0,5	0,6	oui	oui
R112	(3ème étage)		64,5	57	65	57,5	0,5	0,5	oui	oui
R112	(4ème étage)		64,1	56,6	64,7	57,1	0,6	0,5	oui	oui
R112	(5ème étage)		63,8	56,3	64,3	56,8	0,5	0,5	oui	oui

Analyse concernant la modification de voiries

Aucun récepteur du secteur E ne subit d'augmentation significative de niveau sonore. Aucune contrainte réglementaire n'est imposée au maître d'ouvrage.

Par ailleurs, aucune baisse significative n'est à souligner sur le secteur E.

- **Cartes isophoniques**

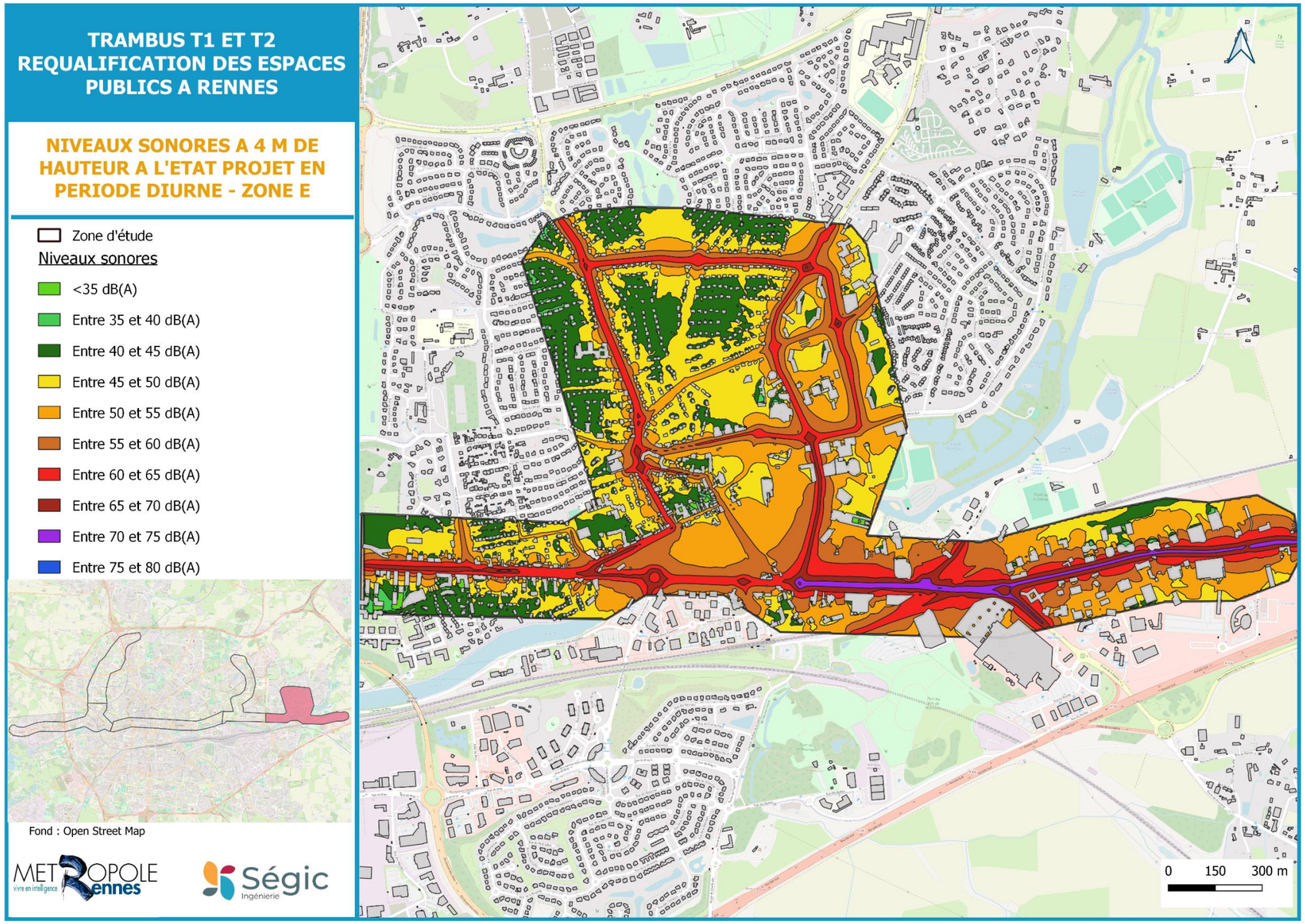


Figure 178 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période diurne (6h-22h) -Zone E

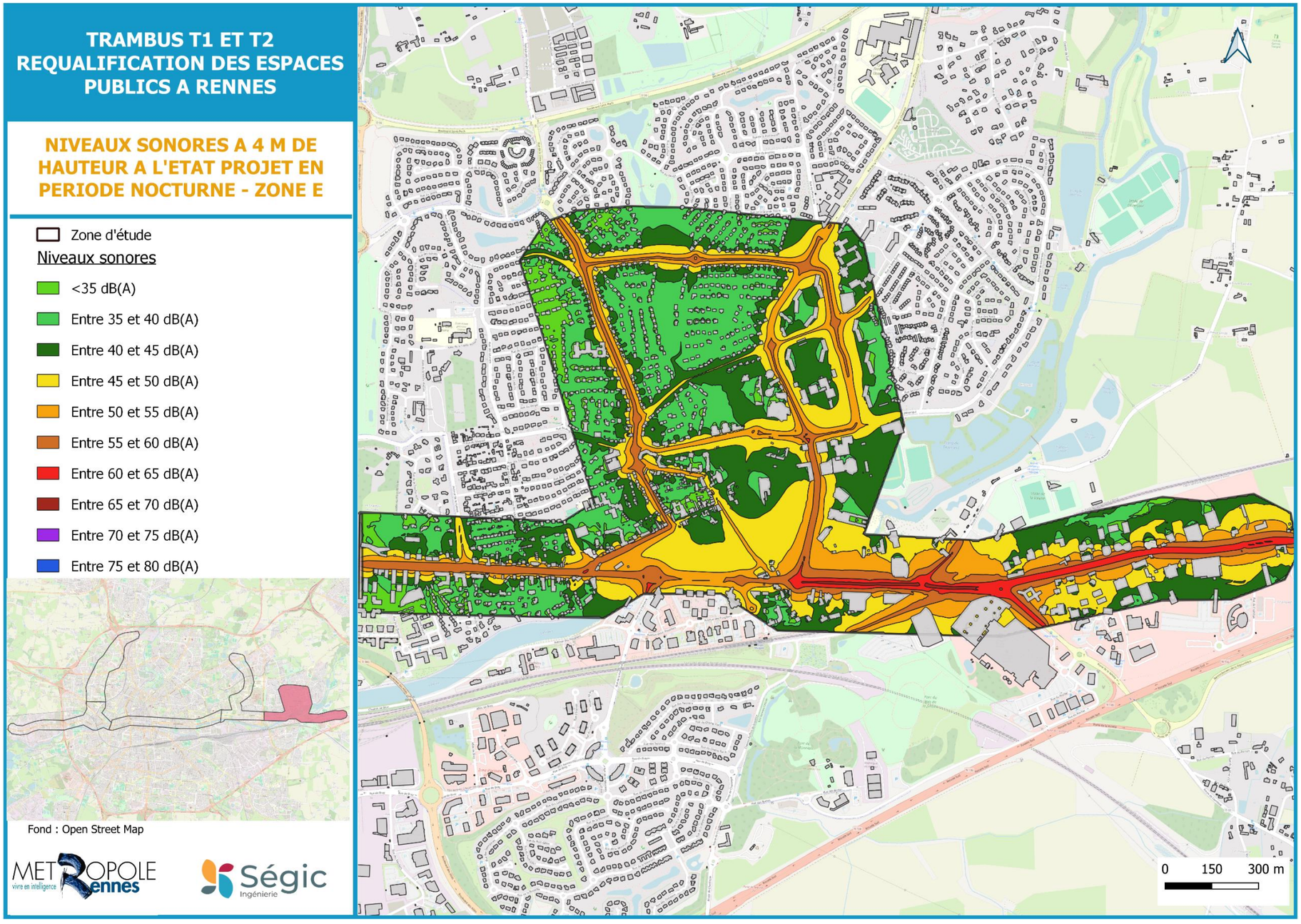


Figure 179 : Niveaux sonores à 4 m du sol à l'état projet en période nocturne (22h-6h) -Zone E

❑ MESURES

Il n'y a aucune mesure à prévoir.

❑ SYNTHÈSE DE LA MODÉLISATION DE L'ÉTAT PROJET

Des reports de trafic induisant des augmentations de niveaux sonores sont à observer suite à la modélisation des lignes T1 et T2 du trambus.

Ces augmentations de niveaux sonores sont situées :

- Au niveau du boulevard Marbeuf et de la rue Louis Guilloux, sans que cela ne soit significatif (< 2 dB(A) d'augmentation entre l'état futur sans projet et l'état futur avec projet),
- Au niveau des rues adjacentes à la rue du recteur Henry (où le trafic se reporte et se répartit suite à la fermeture de la rue à la circulation des voitures). Les augmentations observées ne sont pas significatives sauf pour la rue Abbé Huet qui subit une augmentation de plus de 3dB(A). Cependant, le seuil réglementaire de 60 dB(A) n'est pas franchi, il n'y a donc pas de dispositif acoustique à prévoir pour les bâtiments de cette rue.
- Au niveau de la rue Amiral Gaspard de Coligny où les trafics augmentent notablement entre l'état fil de l'eau et l'état projet. L'augmentation est à la limite des 2dB(A), cependant, les niveaux sonores ne dépassent pas le seuil de 60 dB(A).

Aucun dépassement réglementaire n'est observé, il n'y a donc aucune mesure à prévoir.

1.10.3 ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR LA SANTÉ HUMAINE

1.10.3.1 EFFETS DU PROJET SUR LA SANTÉ HUMAINE VIS-À-VIS DE LA POLLUTION DES EAUX

1.10.3.1.1 Effets

L'urbanisation occasionne une augmentation des surfaces imperméabilisées, donc une réduction du temps de concentration des écoulements et une augmentation des débits et des volumes ruisselés à l'aval. De ce fait, elle peut contribuer à une dégradation des sols et des milieux aquatiques par intensification de l'érosion et du lessivage.

Selon la nature et l'affectation des surfaces sur lesquelles elles ruissellent, les eaux pluviales peuvent véhiculer une quantité plus ou moins importante de matières en suspension, matières organiques, hydrocarbures... occasionnant une pollution des eaux du milieu récepteur.

Le projet ne prévoit pas l'implantation supplémentaire d'activités polluantes. La probabilité d'une pollution accidentelle est très faible, et les quantités en jeu sont limitées.

Une eau polluée peut provoquer des maladies chez l'homme de manière directe, par voie cutanée, conjonctivale ou voie orale, ou de manière indirecte, par l'intermédiaire de la chaîne alimentaire.

❖ Transmission directe

- Voie cutanée ou conjonctivale : la barrière cutanée est une bonne protection, mais il suffit d'une plaie pour que l'infection se fasse. Les yeux sont aussi une région sensible surtout en eau de baignade polluée.
- Voie orale : il suffit d'ingérer une eau polluée ou des aliments nettoyés avec cette eau pour contracter une maladie.

❖ Transmission indirecte

Il existe des risques pathologiques liés à la consommation d'animaux ayant ingurgité de l'eau polluée. Les métaux lourds et les pesticides sont des substances toxiques à très faible teneur dans l'eau. Ils sont très dangereux du fait de l'effet cumulatif dans la chaîne alimentaire. Pour l'homme, l'ingestion répétée des métaux lourds provoque des stockages nocifs dans le squelette (Plomb), les reins et le foie (Cadmium).

1.10.3.1.2 Mesures prises pour limiter les effets du projet sur la santé humaine et le vecteur eau

❖ En phase chantier

Un assainissement provisoire du chantier sera mis en place pour récolter et traiter les eaux de ruissellement.

Ce dernier sera réalisé avant le démarrage du chantier.

❖ En phase exploitation

Un système de gestion des eaux pluviales sera également actif en phase exploitation. La collecte et le tamponnement de l'ensemble des eaux ruisselées sur le projet seront assurés par des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

1.10.3.2 EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTÉ

1.10.3.2.1 Les effets auditifs du bruit

L'oreille moyenne peut être lésée par le bruit lorsque le niveau sonore est très élevé (supérieur à 120 dB(A)). Rupture du tympan et luxation des osselets peuvent alors se produire. L'exposition à un bruit intense, si elle est prolongée ou répétée, peut aussi provoquer une baisse de l'acuité auditive.

La perte d'audition, sous l'effet du bruit, est le plus souvent temporaire. Cette perte d'audition peut néanmoins être définitive lorsqu'elle détruit les cellules ciliées de l'oreille interne. Cette surdité est alors, le plus souvent, irréversible.

1.10.3.2.2 Les effets non auditifs du bruit

Même si les émissions sonores occasionnées par un aménagement routier ne sont pas susceptibles de provoquer une détérioration irrémédiable du système auditif, elles peuvent engendrer une gêne pour les riverains. Cette gêne se traduit généralement en termes de stress pour les personnes, stress qui peut être notamment dû à une perturbation du sommeil. La perturbation du sommeil par le bruit des transports est une gêne exprimée avec insistance par les riverains des grands axes routiers, des aéroports et autres lieux bruyants.

Néanmoins, les effets des nuisances sonores vis-à-vis de la santé humaine sont difficilement quantifiables. On observe en effet une variation notable de la sensibilité des personnes face à une nuisance sonore d'égale intensité. Aussi, il n'est pas possible de corréler systématiquement le niveau de bruit avec la gêne occasionnée.

À la suite des nombreux travaux de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), des seuils d'émissions sonores ont été établis par l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), en fonction de leurs effets sur la santé. Ces seuils sont transposés en droit français. Il a été généralement admis que :

- Un bruit extérieur compris entre 55 et 60 dB(A) provoque une gêne et des troubles du sommeil ;
- Un bruit de 60 à 65 dB(A) augmente la gêne qui devient considérable ;
- Au-delà de 65 dB(A), il se produit des modifications de comportement.

1.10.3.2.3 Les effets du projet sur la santé vis-à-vis du bruit

L'étude acoustique réalisée dans le cadre du projet a permis de démontrer l'absence de dépassement de seuils réglementaires au droit des points de mesures.

Aucune protection acoustique n'est donc mise en œuvre.

1.10.3.3 EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

1.10.3.3.1 Effets généraux

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution.

Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.

En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus. Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent, ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les gaz et particules émis lors de la combustion du carburant présentent individuellement pour l'homme un risque toxicologique qui est relativement connu pour la plupart d'entre eux.

Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.

Les paragraphes ci-après présentent les effets sanitaires des principaux polluants de l'air, à savoir : les oxydes d'azote [NOx], les particules [PM], le monoxyde de carbone [CO], les composés organiques volatils [COV], le benzène, le dioxyde de soufre [SO_2] le benzo(a)pyrène et les métaux lourds.

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire. Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation)…

La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité…) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles). Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée. Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.

L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent entraîner des répercussions importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons). Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.

Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel). En octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.

- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio–vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio‑vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le constat suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus.
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue.
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérogène.
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.

Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique.

En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

Le benzène (C_6H_6)

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.

L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation. Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.

Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses. Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pour ainsi dire, pas d'effet ;
- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie ;
- À 500 ppm, les symptômes sont plus accentués ;
- À 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes ;
- À 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre altère la fonction respiratoire de l'enfant et exacerbe les gênes respiratoires. De même, il trouble l'immunité du système respiratoire, abaisse le seuil de déclenchement chez le sujet asthmatique. C'est un cofacteur de la bronchite chronique.

Le dioxyde de soufre est un gaz très soluble. Il est ainsi absorbé à 85-99 % par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur. Une faible fraction se fixe sur les particules carbonées et atteint donc les voies respiratoires inférieures. Il accentue l'intensité du bronchospasme chez les sujets asthmatiques.

L'arsenic (As)

La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de :

- L'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose).
- Système cardiovasculaire (maladie de Raynaud).
- La peau (hyperkératose et hyperpigmentation).
- Système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).

Le nickel (Ni)

Les études chez l'Homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.

Le benzo(a)pyrène (BaP)

Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'homme. Les études chez l'animal indiquent que le benzo[a]pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapports correspondent, une action à la fois locale et systémique.

1.10.3.3.2 Les effets du projet sur la santé vis-à-vis de la pollution atmosphérique

La réalisation du projet induit une diminution des émissions de tous les principaux polluants routiers (-0,5 % à -16,4 % pour l'horizon 2030, et -0,2 % à -17,7 % pour l'horizon 2040, en fonction du polluant considéré) par rapport à la situation au Fil de l'Eau correspondante. Cela est à corréler avec la diminution des VK, induite par le projet sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

Concernant les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 (hors polluants spécifiques à l'EQRS), la mise en place du projet entraîne une diminution moyenne (tous polluants confondus) des émissions de polluants routiers de -5,6 % en 2030 et -6,7 % en 2040 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

L'impact du projet est donc positif.

1.10.3.4 EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BÂTIMENTS

1.10.3.4.1 Effets sur les sols

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol. Diverses études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la voie. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études portant sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Les résultats indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).

Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes comme, par exemple :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (secs et humides) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau). L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité. Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible. Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

1.10.3.4.2 Effets sur la végétation

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.
La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.
La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.
Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres comme, par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.

Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain. Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.
En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O_3)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes). L'ozone peut entrainer des dégâts foliaires entrainant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée.

L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus.

Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux
- Dégradation ou abrasion de la cuticule
- Diminution de la photosynthèse
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons

Cela peut engendrer du stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres. Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'Homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.

La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles.

Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple)
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes. Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote.

Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.

On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes. Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une

augmentation de la sensibilité à la sècheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

Impact de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la végétation

Dans la réglementation française, 2 polluants (en sus de l'ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation. Il s'agit des NOx avec un niveau critique à 30 µg/m³ (exprimé en équivalent NO_2) en moyenne annuelle et du SO_2 avec un niveau critique à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale.

Tableau 97: Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) Moyenne annuelle en équivalent NO_2	Niveau critique pour la protection de la végétation :			30 µg/m³ en moyenne annuelle	
	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Concentration maximale	161,2	104,4	96,3	64,0	55,6
Centile 90	97,0	59,1	52,8	36,4	32,7
Centile 80	47,2	30,4	28,0	19,4	17,4
Centile 70	34,6	22,3	20,8	14,3	13,1
Centile 60	29,0	18,8	17,7	12,1	11,2
Centile 50	25,5	16,6	15,9	10,7	10,1
Centile 40	22,4	14,7	14,2	9,6	9,2
Centile 30	19,9	13,1	12,8	8,6	8,3
Centile 20	17,8	11,8	11,5	7,8	7,5
Centile 10	15,5	10,4	10,2	6,9	6,8
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude additionnées aux concentrations de fond de la zone d'étude.*				

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

Tableau 98: Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Niveau critique pour la protection de la végétation :			20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale	
	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
Concentration maximale	10,6	9,4	9,4	7,6	7,7
Centile 90	10,3	9,1	9,1	7,3	7,3
Centile 80	10,1	8,9	8,9	7,1	7,1
Centile 70	10,1	8,9	8,9	7,0	7,0
Centile 60	10,1	8,9	8,9	7,0	7,0
Centile 50	10,1	8,8	8,8	7,0	7,0
Centile 40	10,0	8,8	8,8	7,0	7,0
Centile 30	10,0	8,8	8,8	7,0	7,0
Centile 20	10,0	8,8	8,8	7,0	7,0
Centile 10	10,0	8,8	8,8	7,0	7,0
Nota Bene	*Ces résultats considèrent l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude additionnées aux concentrations de fond de la zone d'étude.*				

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

Regardant le dioxyde de soufre, quels que soient l'horizon et la situation, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la zone d'étude.

Pour les NOx : les teneurs dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation à partir du centile 70 des concentrations de la zone d'étude en 2024, à partir du centile 80 à l'horizon 2030 en situation Fil de l'eau ; à partir du centile 90 à l'horizon 2030 en situation Projet ; à partir du centile 80 à l'horizon 2040 en situation Fil de l'eau et Projet.

La réalisation du projet engendre une diminution des concentrations en NOx et SO_2 aux horizons 2030 et 2040 sur la zone d'étude comparativement à la situation Fil de l'eau correspondante.

1.10.3.4.3 Effets sur la faune

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons. Elle :

- Détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent
- Diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire

❑ **EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'HABITAT**

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❑ **EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR L'APPROVISIONNEMENT ET LA QUALITÉ ALIMENTAIRES**

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagasinent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.

Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur chance de reproduction et en causant éventuellement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influer sur l'abondance et la santé des espèces dépendantes. Par exemple, la perte de certaines espèces de poissons due à l'augmentation des concentrations d'aluminium peut permettre aux populations d'insectes de s'accroître, ce qui peut être avantageux pour certains types de canards qui se nourrissent d'insectes, mais cette perte peut être préjudiciable aux aigles, aux balbuzards pêcheurs et à bon nombre d'autres animaux qui comptent sur le poisson pour s'alimenter.

Il s'avère très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d'autres espèces de l'écosystème.

❑ **EN BREF**

La pollution de l'air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir.

Elle modifie la physiologie des organismes, l'anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

1.10.3.4.4 Effets sur les bâtiments

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO_2, NOx, CO, CO_2 ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.

La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels, et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO_2 les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcareux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.

Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

CHAPITRE 2. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT ET VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Sources : PCAET (Plan Climat, Air, Energie Territorial) de Rennes ; CNPF Bretagne-Pays de la Loire (synthèse de l'étude de MétéoFrance « Caractérisation et évolution du climat en Bretagne » de 2019)

L'objectif de ce chapitre, introduit par le décret n°2016-1110 du 11 août 2016, est de montrer, à travers les incidences du projet sur le climat et la vulnérabilité du projet au changement climatique, la résilience du projet face aux défis constitués par le changement climatique à moyen et long termes.

L'analyse exposée ci-après :

- Caractérise les aspects du changement climatique susceptibles de concerner le projet ;
- Apporte des précisions sur les impacts induits par ces évolutions climatiques pour le projet et les mesures à envisager pour y faire face ;
- Évalue les incidences du projet sur le climat.

2.1 ETAT DES LIEUX

Le changement climatique est une réalité aujourd'hui reconnue et mesurée par la communauté scientifique, à travers les travaux et publications du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Le premier volet de son 6ème rapport, publié en 2019, confirme l'origine essentiellement anthropique du changement climatique, en relation avec les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Aussi, étant donnée l'inertie du système climatique et même si tout était fait pour en atténuer les effets, le changement climatique a et entraînera des conséquences sur les territoires.

Le changement climatique se traduit alors, à l'échelle de la région Bretagne, par une augmentation des températures entre 1959 et 2009, de 0,3°C par décennie depuis les années 1980. Cette augmentation est d'autant plus marquée à l'échelle saisonnière. L'été se réchauffe davantage, avec des hausses de l'ordre de 0,4 °C par décennie, suivi de près par le printemps. **Ce réchauffement climatique estival est amplifié dans les villes par l'effet d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU)** : les températures mesurées en ville sont supérieures de plusieurs degrés à celles de la campagne environnante.

> *Le phénomène des **Ilots de Chaleur Urbains (ICU)** correspond à une élévation des températures de l'air des centres-villes par rapport aux périphéries. Il est lié à plusieurs facteurs :*
>
> *-Les propriétés thermophysiques des matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, des voiries et autres infrastructures ;*
>
> *-L'occupation du sol (sols minéralisés, absence de végétation) ;*
>
> *-La morphologie urbaine (voies de circulation importantes, « rugosité » urbaine diminuant la convection…) ;*
>
> *-Le dégagement de chaleur issu des activités humaines (moteurs, systèmes de chauffage et de climatisation…).*
>
> *Les matériaux urbains stockent la chaleur (15 à 30% de plus que les zones moins denses) la journée qui se relibère la nuit. C'est pour cette raison que le phénomène d'ICU est plus marqué la nuit, empêchant les températures de redescendre (*Source : CEREMA*).*

Cette différence peut varier de 7°C au maximum en temps de canicule. Selon l'étude réalisée par le bureau d'études Energio en 2019, cette différence est de 3°C en moyenne à Tours. En automne et en hiver, les tendances sont également vers l'accroissement de la température, mais avec des valeurs moins fortes, de l'ordre de +0,2°C à +0,3 °C par décennie. En cohérence avec cette augmentation des températures, le nombre de journées chaudes (températures maximales supérieures ou égales à 25°C) augmente et le nombre de jours de gelées diminue.

Les effets du changement climatique sur les précipitations sont peu marqués en raison d'une forte variabilité interannuelle. Sur la période 1959-2009, en région Centre-Val de Loire, les tendances annuelles et saisonnières sont très peu marquées. Les changements d'humidité des sols sont également peu marqués, et on note peu d'évolution de la fréquence et de l'intensité des sécheresses.

Dans le sud de la France par exemple, les analyses des indices hydrologiques ont révélé une sévère précocité des étiages ou encore l'évolution des débits des cours d'eau. En revanche actuellement, ces indicateurs ne sont significativement pas marqués pour la région Centre-Val de Loire.

Les masses d'eaux souterraines en présence au droit du projet ne semblent également pas affectées significativement par le changement climatique d'après les données recueillies.

2.2 PRÉVISIONS

2.2.1 LES TEMPÉRATURES

En Bretagne, les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario du GIEC considéré. Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré.

Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario RCP2.6 (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO_2). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait dépasser 3 °C à l'horizon 2071-2100.

Le nombre de journées chaudes est également en augmentation en lien avec la poursuite du réchauffement. Sur la première partie du XXIe siècle, cette augmentation est similaire d'un scénario à l'autre. A l'horizon 2071-2100, cette augmentation serait de l'ordre de 12 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO_2), et de 38 jours selon le RCP8.5.

Le nombre de gelées est en diminution en lien avec la poursuite du réchauffement. Jusqu'au milieu du XXIe siècle cette diminution est assez similaire d'un scénario à l'autre. A l'horizon 2071-2100, cette diminution serait de l'ordre de 11 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5 (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO2), et de 17 jours selon le RCP8.5.

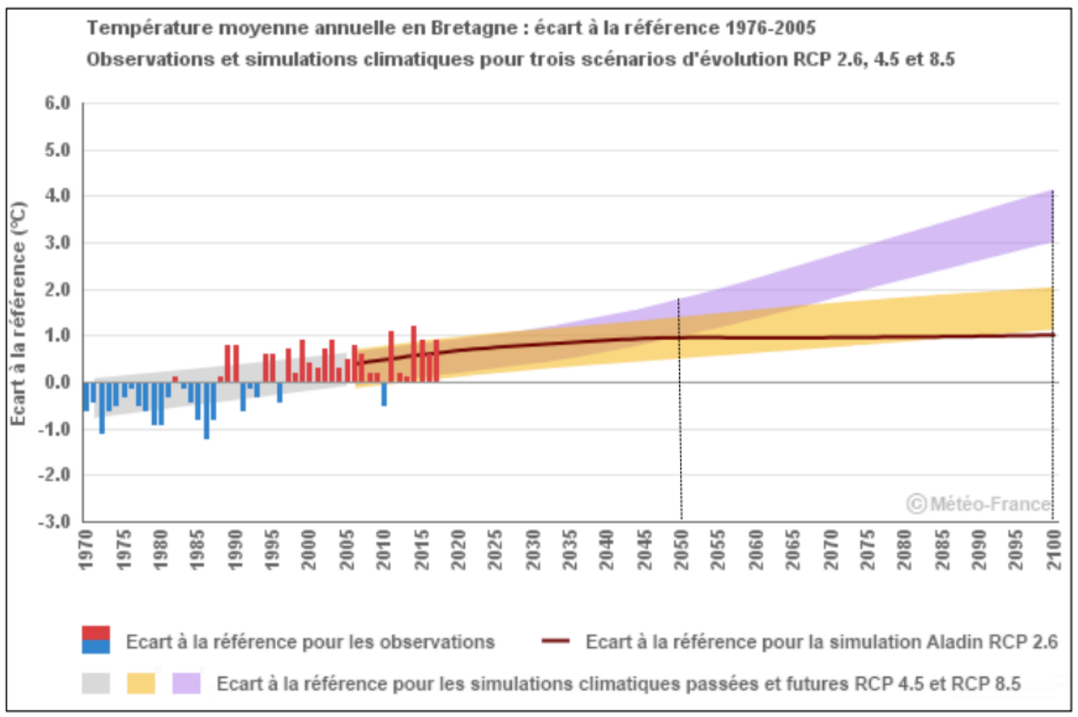


Figure 180 : Température moyenne annuelle en Bretagne : écart à la référence 1976-2005

2.2.2 LES PRÉCIPITATIONS

En Bretagne, quel que soit le scénario du GIEC considéré, les projections climatiques montrent peu d'évolution des précipitations annuelles d'ici la fin du XXI^{e} siècle.

2.2.3 LE BILAN HYDRIQUE CLIMATIQUE P-ETP

Nota : ETP : Evapotranspiration, P : Précipitations.

Il n'y a pas de projections climatiques disponibles pour l'ETP. On peut supposer que celle-ci devrait continuer à augmenter avec l'évolution des températures. Néanmoins, il reste toujours une incertitude sur l'évolution de la pluviométrie selon les territoires avec des projections qui globalement ne montrent pas d'évolution tranchée.

Concernant le phénomène de sécheresse, on peut néanmoins s'intéresser à l'indicateur d'humidité du sol calculé par Météo France et pour lequel des projections climatiques ont été produites.

La comparaison du cycle annuel d'humidité du sol en Pays de la Loire entre la période de référence climatique 1961- 1990 et les horizons temporels proches (2021-2050) ou lointains (2071-2100) sur le XXI^{e} siècle (selon un scénario sans politique climatique) montre un assèchement important en toute saison.

En termes d'impact potentiel pour la végétation et les cultures non irriguées, cette évolution se traduit par un allongement moyen de la période de sol sec de l'ordre de 2 à 4 mois. On note qu'en été, l'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.

2.3 VULNÉRABILITÉ DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

*La **vulnérabilité au changement climatique** est le degré auquel les éléments d'un système (éléments tangibles et intangibles, comme la population, les réseaux et équipements permettant les services essentiels, le patrimoine, le milieu écologique, etc.) sont affectés par les effets défavorables des changements climatiques (*Source : ADEME*).*

Ainsi, le niveau de vulnérabilité s'évalue en combinant la probabilité d'occurrence, l'importance de l'aléa et l'ampleur des conséquences sur un élément donné.

Comme présenté dans le chapitre sur les risques naturels en Partie 4 – Etat initial de l'environnement et enjeux, le secteur d'implantation du projet est peu sensible à l'aléa de retrait-gonflement des argiles. **Néanmoins, il est soumis au risque d'inondation** (de la Vilaine et de l'Ille, et au risque de remontée de nappe). Aussi, une augmentation de la fréquence des évènements climatiques anormaux (précipitations) augmentera l'occurrence du risque d'inondation.

Les épisodes de précipitations/ sécheresses augmenteront également la vulnérabilité du territoire face au risque de retrait-gonflement des argiles.

2.3.1 PHASE CHANTIER

Les principaux impacts du changement climatique en phase chantier concerneraient l'augmentation du risque lié au retrait-gonflement des argiles et l'augmentation du risque d'inondation.

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles est un mouvement de terrain issu de la rétractation importante des sols argileux, sous l'effet successif de périodes d'asséchement et de réhydratation du sol. L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse liée au changement climatique devrait conduire à aggraver ce phénomène. Les techniques de construction employées dans le cadre du projet seront adaptées à ce risque afin de garantir la stabilité et la pérennité des aménagements.

Concernant le risque d'inondation, le chantier prévoit la mise en place de diverses mesures de réduction (suivi météorologique régulier, gestion des eaux pluviales en phase chantier*).* Pour les travaux réalisés au sein du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet, les installations de chantier seront positionnées en dehors des zones réglementaires de ce dernier.

En cas d'évènements majeurs à risque annoncés, une mise en sûreté du personnel de chantier et des matériaux, engins, véhicules de chantier sera effectuée hors zone vulnérable aux inondations.

Les infrastructures de transport sont des ouvrages à très longue durée d'utilisation. En conséquence, elles doivent être adaptées aux effets du changement climatique. Les normes de conception actuelles permettent d'ores et déjà de répondre à certains de ces effets.

2.3.2 PHASE EXPLOITATION

La conception du projet sera adaptée au risque de retrait-gonflement des argiles. De ce fait, la vulnérabilité du projet durant la phase exploitation concernant ce risque apparait peu importante, le risque étant en outre faible.

Comme énoncé ultérieurement, le secteur d'implantation du projet est sensible aux inondations et est, par conséquent, concerné par le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet.

Le tableau en page suivante présente les principaux impacts du changement climatique sur le projet et les mesures à mettre en place pour faire face à ces derniers.

Tableau 99 : Impacts du changement climatique sur le projet et mesures mises en place pour limiter ces impacts

EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE		IMPACTS POTENTIELS SUR LE PROJET	MESURES
Augmentation des températures	Aggravation de l'intensité et de la fréquence des épisodes caniculaires	Augmentation des ilots de chaleurs urbains = *conséquences sur le confort des citadins.*	Mesures de lutte contre les effets d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU) : *-végétalisation de l'espace urbain via la plantation d'alignements d'arbres.* *-abris et bancs au droit des stations.* *-Trambus électriques*
	Aggravation de l'intensité et de la fréquence des sécheresses	Augmentation du risque de retrait-gonflement des argiles.	Mesures d'adaptation de la conception : *-adaptation des dispositions constructives à ce risque.*
Augmentation des fortes précipitations concentrées	Risque d'inondation par débordement de cours d'eau, par ruissèlement et par remontée de nappes	Risque d'aggravation de la saturation et des débordements des réseaux de gestion des eaux pluviales existants. Risque d'inondation sur certains secteurs du projet = *conséquences sur la circulation des Trambus (limitation ou interruption), conséquence sur le confort des usagers.* Risque pour les appareils électriques = *conséquences sur leur fonctionnement et la sécurité.*	Mesures de conception : *- mise en œuvre d'un système d'assainissement pluvial compatible avec la réglementation locale.* *-respect des réglementations relatives aux inondations.* *-confort des usagers : abris et vitres (protection face à la pluie et au vent) au droit des stations.*

2.4 INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT

Les impacts du projet sur le climat se décomposent en deux phases distinctes : phases chantier et exploitation.

2.4.1 INCIDENCES EN PHASE CHANTIER

Les impacts directs en phase chantier sont essentiellement dus à l'émission de gaz à effet de serre (gaz d'échappement) par les engins de travaux utilisés au cours du chantier. Ces rejets seront limités à la durée du chantier (limitée dans le temps).

Ainsi, les impacts directs du chantier sur le climat sont très limités. A noter que les impacts sont très difficilement quantifiables à l'échelle d'un projet uniquement. Le bilan carbone du projet a toutefois été estimé (voir chapitre 2.5. Bilan carbone du projet).

Afin de réduire ces émissions, les entreprises en charge des travaux s'engageront à :

- Organiser le chantier de façon à optimiser les conditions de circulations et réduire les émissions de gaz d'échappement (en évitant les encombrements, notamment par la mise en place d'un plan de circulation optimal) ;
- Encourager les bonnes pratiques (par exemple, arrêt des moteurs des véhicules et engins à l'arrêt) ;
- Protéger le patrimoine arboré et végétalisé à proximité des travaux ;
- Valoriser les déchets des coupes d'arbres lorsque celles-ci sont inévitables ;
- Utiliser du matériel récent et entretenu régulièrement, dans le respect des normes et réglementations en vigueur.

Ainsi, les impacts des travaux seront limités.

2.4.2 INCIDENCES EN PHASE EXPLOITATION

Le projet n'entraînera pas d'effet significatif sur le climat et le changement climatique. Le Trambus en lui-même n'engendrera pas d'impact sur les températures, les précipitations et les vents locaux, du fait de sa propulsion électrique. **Le projet s'insère en effet dans une dynamique de transition écologique et d'évolution des modalités de déplacements**. De ce fait, l'augmentation de l'offre de transports en commun entraine **une diminution de l'utilisation des véhicules individuels**, en majeure partie responsable des GES. De plus, la mise en place des parcs-relais (P+R) aux extrémités des deux lignes de Trambus participe à la diminution des flux routiers dans les centres-villes des communes, améliorant de façon significative le cadre de vie (qualité de l'air et nuisances sonores notamment).

Par ailleurs, redonner une place plus grande au végétal permet de contribuer de manière significative à une amélioration du confort thermique, de la biodiversité, de la qualité de l'air et du cadre de vie.

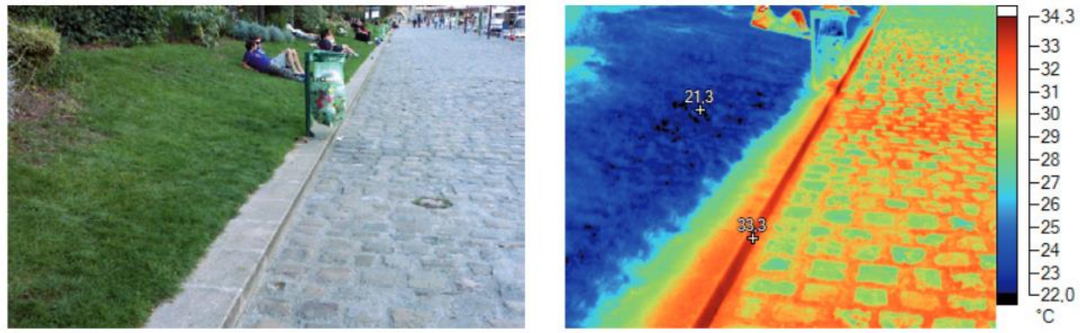
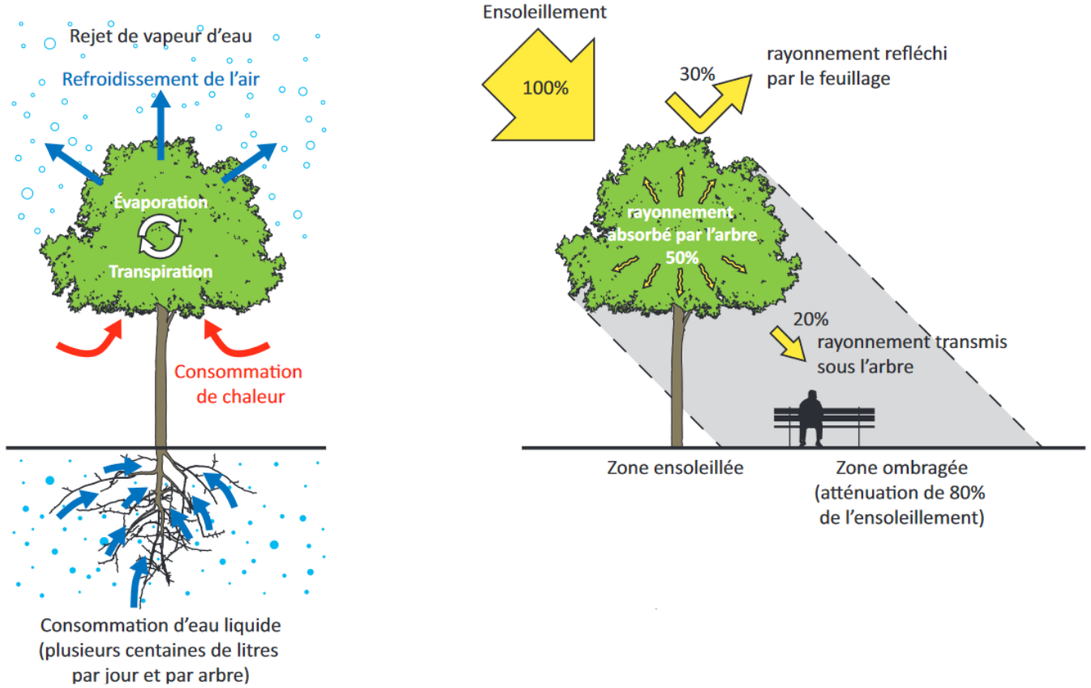


Figure 181 : Exemple de différences de température selon le revêtement du sol (Source : Atténuer les ilots de chaleur urbains, mars 2020, Atelier Parisien d'Urbanisme – APUR)

Les aménagements sont donc associés à une augmentation de la végétalisation de l'espace urbain par le biais des arbres. Cette végétalisation contribue à améliorer le confort thermique, la biodiversité, la qualité de l'air et le paysage. Elle participe également à la réduction de l'effet d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU).



Toutes les formes de végétation jouent un rôle dans le rafraîchissement et notamment les formes diffuses : arbres d'alignement, végétation spontanée, murs végétaux, etc. Si les parcs et jardins ont des caractéristiques communes avec certains espaces naturels et sont donc capables de constituer des îlots de fraîcheur en ville, leurs effets climatiques sont restreints et se limitent pour partie à leurs emprises propres.

L'arbre permet de rendre deux services climatiques essentiels : la protection solaire et le rafraîchissement par évaporation de l'eau contenue dans le sol. Ces deux mécanismes sont actifs uniquement le jour mais leurs effets peuvent se ressentir la nuit de manière différée. Par exemple, un arbre qui ombrage un revêtement minéral freinera le stockage journalier de l'énergie solaire dans le sol et donc son rayonnement différé la nuit.

Figure 182 : Effets positifs des arbres sur le phénomène d'ilot de chaleur urbain (Source : Atténuer les ilots de chaleur urbains, mars 2020, Atelier Parisien d'Urbanisme – APUR)

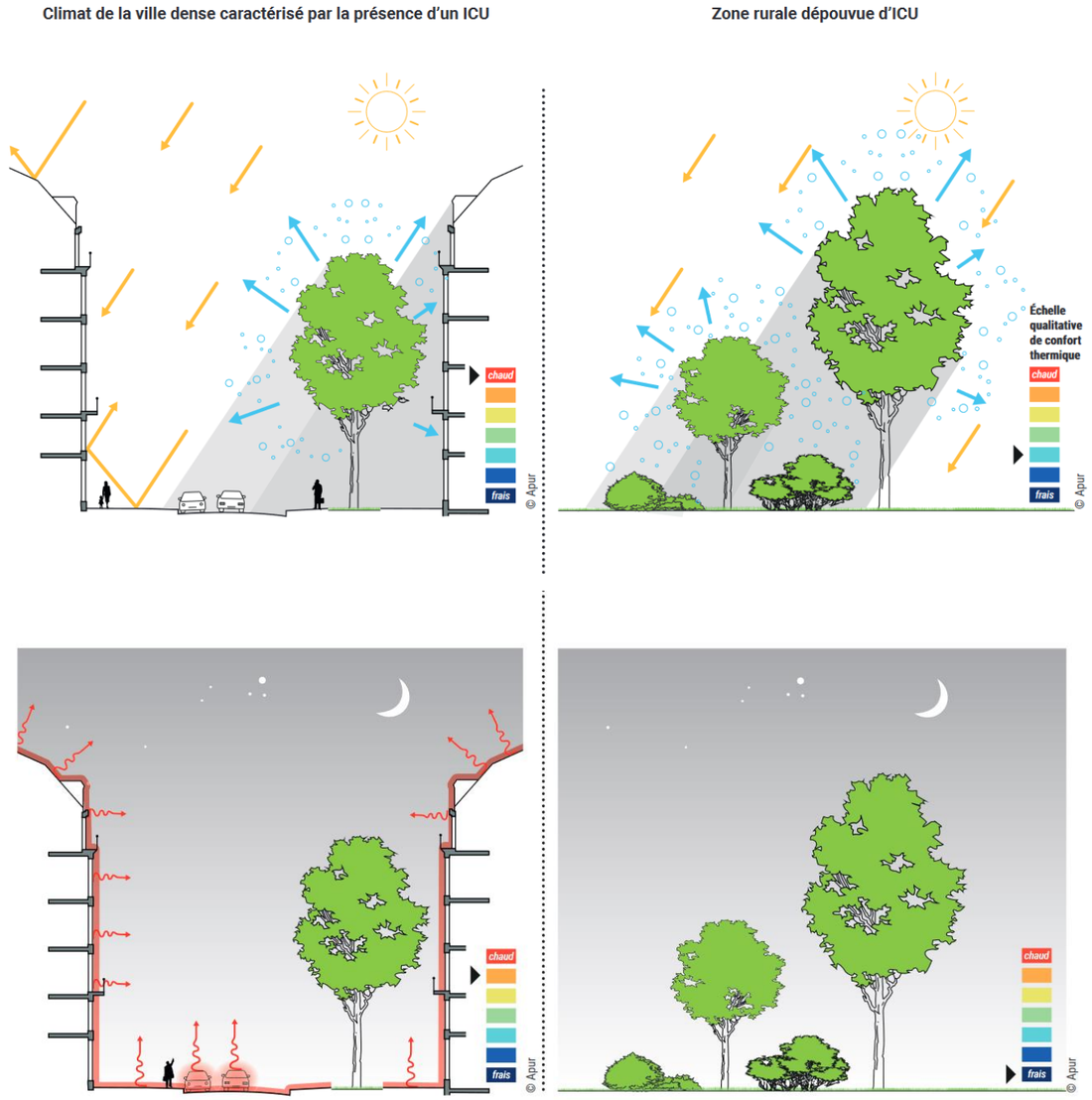


Figure 183 : Comparaison climatique entre ville dense et zone rurale (Source : Atténuer les ilots de chaleur urbains, mars 2020, Atelier Parisien d'Urbanisme – APUR)

2.5 BILAN CARBONE DU PROJET

On notera pour l'aménagement des espaces publics :

- Pour la ligne T1 : 10 158,51 Tonnes de CO_2 ;
- Pour la ligne T2 : 9 525 Tonnes de CO_2.

Soit 19 683 Tonnes de CO_2 au total pour la T1 et T2.

La captation carbone liée aux arbres plantés est de 850 tonnes de CO_2 pour la ligne T1 et 1 324,50 tonnes de CO_2 pour la ligne T2.

Pour le projet global T1 et T2, on notera 1 409,97 tonnes de CO_2/ an supplémentaires pour l'exploitation du matériel spécifique au transport.

L'optimisation du bilan carbone sera étudiée par la suite des études, afin de réduire les émissions.

CHAPITRE 3. INCIDENCES NEGATIVES NOTABLES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT QUI RESULTENT DE LA VULNERABILITE DU PROJET VIS-A-VIS DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS

Ce chapitre correspond au 6° du II de l'article R.122-5 du Code de l'environnement : *« 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 concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ».*

3.1 RISQUES D'ACCIDENTS ET DE CATASTROPHES MAJEURS POTENTIELS POUR LE PROJET

3.1.1 NOTION DE RISQUES MAJEURS

L'existence d'un risque majeur est liée :

- D'une part à la présence d'un événement, qui est la manifestation d'un phénomène naturel ou lié à l'activité humaine ;
- D'autre part à l'existence d'enjeux, qui représentent l'ensemble des personnes et des biens (ayant une valeur monétaire ou non monétaire) pouvant être affectés par un phénomène.

Un risque majeur est caractérisé par un aléa (évènement) très important et par une vulnérabilité des enjeux importante à très importante (nombreuses victimes, dommages importants aux biens et/ ou à l'environnement).

Sont ainsi considérés comme des risques majeurs :

- Les risques naturels ;
- Les risques technologiques.

Les projets, de manière générale, peuvent être confrontés à des risques d'accidents majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (tempête, inondation, mouvements de terrain, etc.) ou technologique (nuage toxique, explosion, radioactivité, 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.

3.1.2 RISQUES MAJEURS IDENTIFIÉS SUR LE SECTEUR D'IMPLANTATION DU PROJET

Le projet est concerné par des risques naturels et technologiques détaillés dans le chapitre consacré à l'état initial de la présente étude d'impact (Partie 4, chapitre 2.5. Risques majeurs). On retiendra par rapport aux risques majeurs que le projet peut être confronté aux risques suivants :

- Pour les risques naturels : inondations (PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet) et mouvements de terrain (retrait-gonflement des argiles faible selon les secteurs) ;
- Pour les risques technologiques : risque de transport de matières dangereuses et risques industriels.

Les évolutions climatiques décrites dans le chapitre précédent relatif aux « Incidences du projet sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique » constituent des facteurs aggravants pour les aléas (fréquence, intensité). Elles peuvent également intensifier la gravité des accidents et catastrophes. Elles augmentent donc la vulnérabilité du projet aux risques et accidents majeurs.

3.2 RISQUES DE CATASTROPHES MAJEURES D'ORIGINE NATURELLE

3.2.1 RISQUE LIE AU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Pour rappel, les terrains argileux superficiels peuvent voir leur volume varier à la suite d'une modification de leur teneur en eau, en lien avec les conditions météorologiques. Ils se « rétractent » lors des périodes de sécheresse (phénomène de « retrait ») et gonflent au retour des pluies lorsqu'ils sont de nouveau hydratés (phénomène de « gonflement »). Le phénomène de retrait-gonflement des argiles peut engendrer des dégâts matériels considérables (la grande majorité des sinistres concernant les maisons individuelles).

Les opérations réalisées lors de la phase travaux des projets d'aménagement peuvent générer des effets de tassement, des modifications de la structure des premières couches du sol et de la stabilité du sol. Cet impact est susceptible de perdurer dans le temps.

Pour rappel, le projet est toutefois peu exposé au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux (risque nul à faible).

Il conviendra notamment de satisfaire une bonne collecte des eaux de ruissellement : la gestion des eaux pluviales du projet sera maitrisée et conforme à la réglementation locale en vigueur.

À noter que de manière générale, les dispositions constructives mises en œuvre permettront d'assurer la pérennité et l'intégrité des aménagements face au risque de mouvements de terrain.

3.2.2 RISQUE D'INONDATION

Les impacts des inondations concernent aussi bien le milieu physique que le milieu naturel, les activités économiques (destruction matérielles, interruption des circulations) et la santé des populations (victimes, risque de propagation de maladies infectieuses).

Le projet se situe sur des terrains sensibles aux inondations, notamment aux abords de la Vilaine et de l'Ille. De ce fait :

-Les eaux pluviales seront gérées en phase travaux ;

-Une mise en sûreté du personnel de chantier et des matériaux, engins, véhicules de chantier sera effectuée hors zone vulnérable aux inondations en cas d'alerte de crue ;

-La conception du projet est compatible avec le règlement du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet, visant à réglementer l'urbanisation sur les secteurs inondables ;

-Le projet intègre un système d'assainissement permettant de gérer les eaux pluviales conformément à la réglementation locale en vigueur.

Concernant le phénomène de remontée de nappe, le projet est concerné majoritairement par des zones soumises au risque de remontée de nappe au-dessous du terrain naturel et dans les structures enterrées de type cave. Ces zones sont situées au droit et aux abords des principaux cours d'eau.

Des données bibliographiques du BRGM recueillies permettent de démontrer que les nappes d'eau souterraine peuvent être présentes à faible profondeur. Les mesures prises en phase travaux concernant les eaux souterraines ont été présentées au chapitre 1.3.3.3 Impacts sur les eaux souterraines et mesures associées. Un suivi piézométrique est notamment en cours sur une année complète. Des piézomètres ont été installés sur des secteurs où la nappe est potentiellement proche du terrain naturel. Les premiers résultats démontrent que la nappe semble assez profonde par rapport aux travaux prévus, à l'exception d'un secteur sur la ligne T2 à Cesson-Sévigné (les travaux sont néanmoins limités sur ce secteur). Cependant, la présence de ces nappes sera à prendre en compte dans le choix du dispositif d'assainissement qui sera mis en place (infiltration des eaux ou non). À noter que les nappes sont plus proches du sol durant la période hivernale et au début du printemps (valeur relevée la plus faible : 1,04 m de profondeur).

Le projet prend en compte le risque d'inondation dans sa conception, permettant ainsi de ne pas aggraver le risque sur son secteur d'implantation.

3.3 RISQUES TECHNOLOGIQUES

3.3.1 RISQUE LIÉ AU TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES (TMD)

Pour rappel, une marchandise dangereuse est une substance qui, par ses caractéristiques ou la nature des réactions qu'elle est susceptible de produire, présente des risques pour l'homme, les biens et/ou l'environnement. Elles peuvent être acheminées par divers moyens : en canalisations, sur les routes, les voies ferrées ou fluviales. Les causes d'accident sont multiples, et leurs conséquences sont souvent très sérieuses : incendie, explosion, nuage toxique, pollution de l'atmosphère, du sol et de l'eau, etc. Elles entraînent des dommages pour l'homme, les constructions, les réseaux et enfin l'environnement.

Plusieurs axes routiers du secteur d'implantation du projet sont concernés par le transport de matières dangereuses (notamment la RN24). Les voies ferrées SNCF, recoupées par le projet, sont également concernées par le TMD. Aucun passage à niveau ne sera réalisé avec les voies ferrées SNCF (absence de risque de collision). Le projet franchira les lignes via des ouvrages d'art déjà existants.

Par ailleurs, les aménagements liés au projet permettront une circulation plus apaisée sur la voirie via le report modal vers les transports en commun. Le trafic routier sera amoindri sur certains axes, diminuant ainsi le risque relatif au TMD. L'impact du projet est donc positif.

3.3.2 RISQUE LIÉ AUX RÉSEAUX

Dans le cadre de la réglementation pour le suivi et la réalisation de travaux à proximité des réseaux, le Maître d'ouvrage du projet est responsable de la mise en classe A de l'ensemble des réseaux présents à proximité des travaux. Une localisation précise des réseaux existants va permettre de détailler les ouvrages qui seront à maintenir et à protéger durant les travaux, ainsi que les ouvrages qu'il sera nécessaire de dévoyer dans le cadre du projet. Selon l'article L.113-3 du Code de la voirie routière, les concessionnaires présents dans l'espace public sont en effet responsables du déplacement de leurs ouvrages, afin que les travaux prévus puissent se réaliser. Ces dévoiements sont à leur charge, et ils en assurent la maîtrise d'ouvrage complète. De ce fait, le Maître d'ouvrage public a peu de leviers pour valider l'implantation des réseaux dévoyés, le planning d'intervention, et la coordination entre les différents concessionnaires devant être dévoyés.

À la suite des dévoiements, plusieurs risques réseaux peuvent apparaitre :

- Un réseau dévoyé n'a pas été « abandonné » (pas de PV, présence de gaz ou d'électricité résiduel dans le réseau…) ;
- Un réseau a été « omis » dans les plans de dévoiements du concessionnaire (problématique d'étude concessionnaire, échanges entre le projet d'aménagement et le projet de dévoiement…) ;
- Un réseau inconnu et non reconnu par les concessionnaires suite aux DT (Déclaration de Travaux) / DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) est présent dans l'emprise (réalisation d'un percement sécurisé par une entreprise spécialisée) ;
- Un réseau amianté est découvert (fourreau amiante, fibro-ciment, …).

Tous ces risques sont probables, les concessionnaires rencontrant des difficultés avérées à connaitre l'ensemble de leurs réseaux actuels, ou de les repérer sur plan et sur site. La présence d'amiante dans les réseaux est également critique, les concessionnaires n'ayant habituellement pas les entreprises compétentes pour effectuer ce type de dépose. La passation de marchés spécifiques pour ces déposes peut alors être relativement longue.

Le risque de présence d'un réseau inconnu et non reconnu dans le chantier, découvert lors des fouilles réalisées dans le cadre de la réalisation des aménagements peut par ailleurs être dangereux : en l'absence de marquage-piquetage du réseau, et en l'absence de grillage avertisseur (qui reste une simple indication), il est possible qu'un engin mécanique heurte un réseau en place, l'endommageant.

En cas d'endommagement d'un réseau sensible, la règle est la suivante :

- Arrêter immédiatement le fonctionnement des engins de chantier ;
- Alerter immédiatement les sapeurs-pompiers puis l'exploitant du réseau concerné ;
- Aménager une zone de sécurité immédiate dans la mesure du possible ;
- Accueillir les secours à leur arrivée et rester à leur disposition autant que nécessaire.

En aucun cas l'exécutant des travaux ne doit intervenir sur les ouvrages endommagés et, en particulier, tenter de colmater une fuite, d'éteindre le gaz enflammé, de remblayer, etc.

Le risque lié aux réseaux est avéré dans le cadre de la présente opération en raison de sa localisation en contexte urbanisé. En effet, de nombreux réseaux de natures variées sont présents au droit des emprises du projet (assainissement, électricité, télécoms, transport de gaz, etc.).

Plusieurs actions seront mises en place :

-Réunions préalables et régulières avec les concessionnaires concernés, pour expliciter le projet d'aménagement et suivre les opérations de dévoiements de réseaux (mission d'OPC (Ordonnance, Pilotage et Coordination) réseau) ;

-Réalisation d'investigations complémentaires (sondages physiques et pas seulement radars), répartis sur l'ensemble du projet ;

-Provisions pour risque de découverte de réseau inconnu ou amianté (anticiper l'intervention d'une entreprise spécialisée pour le percement sécurisé, pour la dépose de réseaux amiantés).

Ainsi, le risque relatif aux réseaux sera pris en considération durant le chantier.

3.3.3 RISQUES INDUSTRIELS

Il s'agit de la probabilité qu'un accident se produise dans un établissement industriel. Ces accidents peuvent être de nature thermique (explosion, combustion, brûlure), mécanique (surpression à la suite d'une onde de choc) ou toxique (lésions graves par la fuite de substances toxiques). Ils peuvent engendrer de graves dégâts sur les infrastructures, les réseaux, les personnes et l'environnement.

De nombreuses installations industrielles dont des ICPE sont recensées dans la zone d'étude. Aucune d'entre elle n'est classée SEVESO. La zone d'étude n'est pas concernée par un PPRT.

Une seule ICPE est localisée en bordure du projet :

Tableau 100 : ICPE localisée en bordure du projet (Source : Géorisques)

NOM	ADRESSE	REGIME ICPE	ETAT
Université de Rennes 1	Chaufferie centrale de Beaulieu - 263 avenue du Général Leclerc 35042 Rennes	Enregistrement	En exploitation avec titre

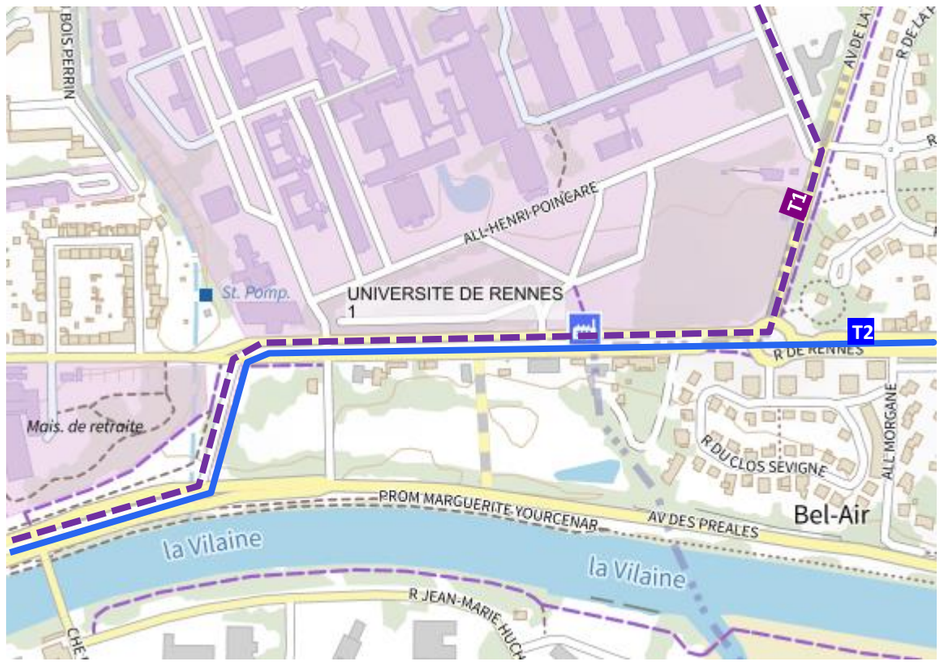


Figure 184 : Localisation de l'ICPE Université de Rennes 1 (Source : Géorisques)

Le projet n'aura toutefois aucun impact sur l'ICPE « Université de Rennes 1 ». Il passera au niveau de la rue de Rennes et de l'avenue de la Touraudais bordant l'université.

À noter qu'au cours de la phase travaux, les substances employées et activités exercées sont susceptibles d'être concernées par la nomenclature ICPE (emploi de liquides inflammables, production de béton, station d'enrobage, stockage de déchets, etc.). Préalablement à la réalisation d'activités ou à l'utilisation de substances classées ICPE en phase travaux, le Maître d'ouvrage veillera à ce que les entreprises travaux sollicitent les éventuelles autorisations ou déclarations requises. Cette obligation sera rendue contractuelle dans le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE). Le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage veilleront au respect des prescriptions fixées dans les arrêtés ICPE.

CHAPITRE 4. EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000

Les incidences sur les espèces communautaires et sur les sites Natura 2000 peuvent être de plusieurs ordres. Nous devons donc évaluer si le projet :

- Peut retarder ou interrompre la progression des objectifs de conservation
- Peut déranger les facteurs qui permettent le maintien du site dans des conditions favorables
- Interfère avec l'équilibre, la distribution et la densité des espèces clés
- Peut changer les éléments de définition vitaux qui définissent la manière dont le site fonctionne en tant qu'écosystème
- Peut changer la dynamique des relations (sol/eau, plantes/animaux…)
- Interfère avec les changements naturels prédits ou attendus sur le site
- Réduit la surface d'habitats clés
- Réduit la population d'espèces clés
- Réduit la diversité du site
- Change l'équilibre entre les espèces
- Engendre des dérangements qui pourront affecter la taille des populations, leur densité
- Entraine une fragmentation des habitats, des populations
- Entraine des pertes ou une réduction d'éléments clés

Après analyse de tous ces points, nous concluons si le projet à une incidence potentielle notable ou non sur chaque population d'espèces et sur le site Natura 2000 considéré.

> **Dans le cas présent, l'évaluation des incidences Natura 2000 porte sur l'ensemble des sites situés dans un rayon de 20 km autour du projet.**

4.1 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZSC FR5300025 « COMPLEXE FORESTIER RENNES-LIFFRÉ-CHEVRÉ, ÉTANG ET LANDE D'OUÉE, FORÊT DE HAUTE SÈVE »

Ce site Natura 2 000 est localisé à environ 5 km de la zone d'étude.

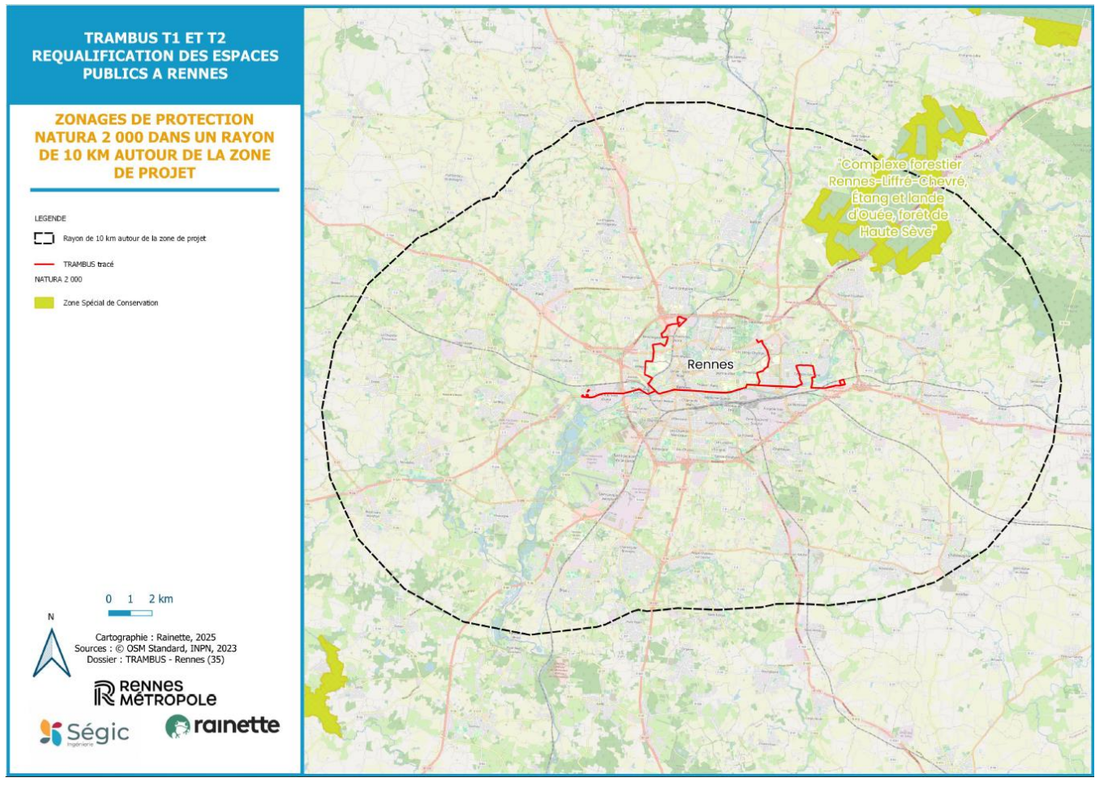


Figure 185 : Localisation du site Natura 2000

4.1.1 ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES HABITATS DE L'ANNEXE I DE LA DIRECTIVE « HABITATS/FAUNE/FLORE » (92/43/CEE)

9 habitats génériques sont identifiés :

- Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à *Ilex* et parfois à *Taxus* (Q*uercion robori-petraeae ou Ilici-Fagenion*) (36,6%) (9120) ;
- Hêtraies de *l'Asperulo-Fagetum* (4,32%) (9130) ;
- Landes sèches européennes (1,92%) (4030) ;
- Landes humides atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix* (1,24%) (4020) ;
- Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)* (0,50%) (91E0) ;
- Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle (0,17%) (720) ;
- Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) (0,07% de recouvrement) (3110) ;
- Tourbières hautes actives (0,07%) (7140) ;
- Tourbières de transition et tremblantes (0,001%) (7140) ;

Aucun habitat parmi la liste des habitats génériques n'a été identifié par les inventaires.

Les incidences du projet sur les habitats génériques du site Natura 2000 « Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève » sont considérées comme non significatives.

4.1.2 ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES ESPÈCES CITÉES À L'ANNEXE II DE LA DIRECTIVE « HABITATS/FAUNE/FLORE » (92/43/CEE)

Les espèces mentionnées à l'article 4 de la directive 79/409/CEE et figurant à l'annexe II de la directive 92/43/CEE et évaluation du site pour celle-ci sont les suivantes :

Tableau 101 : Espèces communautaires justifiant la désignation de la ZSC (source : INPN)

Groupe	Espèce	Type	Abondance	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale
Flore	*Luronium natans*	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	Non significative	/	/	/
Amphibiens	*Triturus cristatus*	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Moyenne
Entomofaune	*Lucanus cervus*	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	Non significative	/	/	/
	Euplagia quadripunctaria	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	Non significative	/	/	/
Crustacées	*Austropotamobius pallipes*	Espèce résidente (sédentaire)	Rare	Non significative	/	/	/
Ichtyofaune	*Lampetra planeri*	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Bonne
	Cottus perifretum	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Bonne
Mammalofaune	*Rhinolophus hipposideros*	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Bonne
	Rhinolophus ferrumequinum	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Bonne
	Barbastella barbastellus	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Bonne
	Myotis emarginatus	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Bonne
	Myotis bechsteinii	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Excellente
	Myotis myotis	Espèce résidente (sédentaire)	Non estimé	2% ≥ p > 0%	Bonne	Population non isolée dans son aire de répartition élargie	Excellente

Aucune espèce présente dans la fiche de l'annexe II n'a été retrouvé sur le site du présent projet.

Notons néanmoins que les espèces chiroptères suivantes sont des espèces potentiellement présentes :

- ***Rhinolophus ferrumequinum ;***
- ***Barbastella barbastellus ;***
- ***Myotis myotis.***

Au regard de la potentialité de présence et des mesures mises en place (notamment les mesures de plantations d'arbres et d'installation de gîtes), le projet n'aura pas d'incidences significatives sur ces espèces.

Les incidences du projet sur les espèces de l'Annexe II de la Directive « Habitats/Faune/Flore » du site Natura 2000 « Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève » sont donc considérées comme non significatives au vu de la nature du site (distance du projet) et des travaux (pas d'aménagements de grande hauteur).

4.1.3 ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LES OBJECTIFS DE GESTION ET DE CONSERVATION DÉFINIS DANS LE DOCOB

Pour rappel, le DOCOB de la ZSC a été élaboré dans sa version définitive en 2022.

Dans le cadre de ce DOCOB, des objectifs de développement durable ont été fixés sur l'ensemble du site. Le site Natura 2 000 a été divisé en 4 parties : « Forêt de Rennes », « Etang d'Ouée », « Lande d'Ouée » et « Forêt de Haute Sève » comprenant chacune un plan de gestion.

Les objectifs généraux sont :

- Objectif 1 : Mise en place d'une gestion conservatoire des habitats et des espèces ;
- Objectif 2 : Valoriser le site, organiser la fréquentation et assurer un développement local respectueux des enjeux de conservation de l'étang d'Ouée ;
- Objectif 3 : Maintenir la qualité de l'eau ;
- Objectif 4 : Maintien des trois principaux rôles de la forêt La protection, la production, l'accueil du public ;
- Objectif 5 : Le maintien des activités militaires garantes de la conservation du site de la lande d'Ouée.

Les incidences du projet sur les objectifs de conservation du site Natura 2000 sont considérées comme non significatives au vu de la distance du site par rapport à la ZSC, mais également au niveau des objectif du DOCOB qui concernent des milieux plus préservés.

Les incidences du projet sur les objectifs de conservation du site Natura 2000 « Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève » sont donc considérées comme non significatives au vu de l'absence d'espèces et d'habitats communs et de la distance du site par rapport à la ZSC.

4.2 CONCLUSION

Les incidences du projet sur le site Natura 2000 « Complexe forestier Rennes-Liffré-Chevré, Étang et lande d'Ouée, forêt de Haute Sève » sont considérées comme non significatives.

CHAPITRE 5. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET REGLEMENTATIONS LOCALES

5.1 COMPATIBILITÉ AVEC LES PLANS, SCHÉMAS ET PROGRAMMES MENTIONNÉS À L'ARTICLE R.122-17 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

5.1.1 MILIEU PHYSIQUE

5.1.1.1 RESSOURCE EN EAU

5.1.1.1.1 Compatibilité avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2022-2027

5.1.1.1.1.1 Orientations et dispositions

Le SDAGE 2022-2027, en fixant l'échelonnement dans le temps de l'atteinte du bon état des eaux, détermine l'ambition de la politique de l'eau du bassin pour six ans. Le programme de mesures contient les mesures nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés par le SDAGE, dont le bon état des eaux :

- Il définit les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ;
- Il fixe les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour chaque cours d'eau, plan d'eau, nappe souterraine, estuaire et secteur littoral ;
- Il détermine les dispositions nécessaires pour prévenir la détérioration et assurer l'amélioration de l'état des eaux et des milieux aquatiques ;
- Il est complété par un programme de mesures qui précise, secteur par secteur, les actions (techniques, financières, réglementaires), à conduire d'ici 2027 pour atteindre les objectifs fixés.

Le programme de mesures 2022-2027 est élaboré à partir de l'état des lieux 2019, arrêté le 20 décembre 2019 par le préfet coordonnateur de bassin. Le 22 octobre 2020, le comité de bassin Loire-Bretagne adopte le projet de SDAGE 2022-2027, pour être ensuite soumis à la consultation du public du 1er mars au 1er septembre 2021.

Le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 adopté par arrêté préfectoral le 18 mars 2022. Les documents s'imposent à toutes les décisions publiques dans le domaine de l'eau, des milieux aquatiques et de l'aménagement du territoire.

Les 14 orientations fondamentales et les orientations applicables au SDAGE 2016-2021 sont similaires à celles définies au projet de SDAGE 2022-2027. Il s'agit notamment :

- 1A Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux ;
- 3A Poursuivre la réduction des rejets directs des polluants organiques et notamment du phosphore ;
- 3C Améliorer l'efficacité de la collecte des effluents ;
- 3D Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée ;
- 6C Lutter contre les pollutions diffuses, par les nitrates et pesticides dans les aires d'alimentation des captages ;
- 7A Anticiper les effets du changement climatique par une gestion équilibrée et économe de la ressource en eau ;
- 8A Préserver les zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités ;
- 8A Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités ;
- 9B Assurer une gestion équilibrée des espèces patrimoniales inféodées aux milieux aquatiques et de leurs habitats ;
- 11A Restaurer et préserver les têtes de bassin versant.

5.1.1.1.1.2 Compatibilité du projet avec les objectifs

Le présent projet se doit de s'inscrire dans une démarche compatible avec les objectifs fixés par le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027.

Le tableau page suivante analyse cette compatibilité du projet vis-à-vis des dispositions du SDAGE, sur les enjeux gestion des eaux pluviales, inondations, zones humides, qualité des milieux aquatiques, ….

Tableau 102 : Compatibilité du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027

ORTIENTATION FONDAMENTALE	ORIENTATION	DISPOSITION	COMPATIBILITE DU PROJET
1 - Repenser les aménagements des cours d'eau	1B – Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux	1B-1 : Lorsque les mesures envisagées ne permettent pas, en application de la séquence ERC, d'éviter, de réduire significativement ou, en dernier recours, de compenser les effets négatifs des projets pour respecter les objectifs des masses d'eau et des zones protégées concernées, au sens du IV de l'article L. 212-1 du code de l'environnement, ceux-ci font l'objet d'un refus, à l'exception des projets répondant à des motifs d'intérêt général (projets inscrits dans le SDAGE, relevant du VII de l'article L. 212-1 et des articles R. 212-16-I bis et R. 212-11 du code de l'environnement). L'effectivité et l'efficacité des mesures doivent être évaluées lors de la réalisation et dans la durée, pour s'assurer de l'atteinte des objectifs de bon état.	Les mesures mises en œuvre, présentées au chapitre 1.3.3 « Impacts sur la ressource en eau et mesures associées », permettent de limiter l'impact du projet sur les milieux aquatiques. A noter que le projet prend place sur des voiries déjà existantes et prévoit la mise en place d'un système d'assainissement des eaux pluviales, favorisant dans la mesure du possible l'infiltration des eaux.
	1D - Assurer la continuité longitudinale des cours d'eau	1D-1 : La mise en œuvre de la présente disposition se fait dans le respect de la législation et de la réglementation, notamment de l'article L. 214-17 du code de l'environnement. Toute opération de restauration, modification ou création d'ouvrage transversal dans le lit mineur des cours d'eau ou en zone estuarienne fait l'objet d'un examen, par le porteur de projet, portant sur l'opportunité du maintien ou de la création de l'ouvrage par rapport, d'une part, aux objectifs de la gestion équilibrée de la ressource en eau, mentionnés à l'article L. 211-1 du code de l'environnement et d'autre part, aux objectifs environnementaux des masses d'eau et axes migratoires concernés, fixés dans le SDAGE.	Le projet traverse les cours d'eau en présence via des ouvrages d'art déjà existants. Il n'est pas prévu de créer de nouveaux ouvrages ou de modifier le gabarit d'ouvrages existants.
	1I - Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et les capacités de ralentissement des submersions marines	1I-1 : De nouveaux systèmes d'endiguement ne peuvent être mis en place que dans la mesure où ils n'engendrent pas une augmentation de la vulnérabilité de la zone protégée et n'induisent pas des impacts significatifs négatifs dans le bassin versant, aussi bien en amont qu'en aval de l'aménagement, ou sur le littoral, à l'extérieur de la zone protégée.	Le projet est concerné par le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet. Ce dernier est compatible avec le règlement des zonages qu'il traverse (voir chapitre 1.3.4.1 « Risques naturels/ Risque d'inondation »). Ainsi, le projet n'est pas susceptible d'augmenter le risque d'inondation sur le secteur d'étude. A noter que le projet s'insère sur des voiries déjà existantes et s'attache à mettre en place des espaces perméables.
3 – Réduire la pollution organique, phosphorée et microbiologique	3D – Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée	3D - Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée à l'urbanisme 3D-1 : Prévenir et réduire le ruissellement et la pollution des eaux pluviales *a. Prévenir et réduire le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements* Les collectivités réalisent, en application de l'article L. 2224-10 du code général des collectivités territoriales, un zonage pluvial délimitant les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement. Ce zonage offre une vision globale des mesures de gestion des eaux pluviales, prenant en compte les prévisions de développement urbain et industriel. Les zonages sont réalisés avant 2026. Il est fortement recommandé de retranscrire les prescriptions du zonage pluvial dans les PLU comme le permet l'article L. 151-24 du code de l'urbanisme. Afin d'encadrer les permis de construire et d'aménager, les documents d'urbanisme prennent dans leur champ de compétence des dispositions permettant de : ▪ Limiter l'imperméabilisation des sols, ▪ Privilégier le piégeage des eaux pluviales à la parcelle et recourir à leur infiltration sauf interdiction réglementaire, ▪ Faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (espaces verts infiltrants, noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées stockantes, puits et tranchées d'infiltration…) en privilégiant les solutions fondées sur la nature,	En situation actuelle, les eaux de voiries sont rejetées quasiment à 100% au réseau pluvial. Le projet prévoit la mise en œuvre d'un système d'assainissement dans le respect de la réglementation en vigueur. Les eaux seront notamment infiltrées dans la mesure du possible. Pour cela, le projet s'attache à intégrer des espaces perméables.

ORTIENTATION FONDAMENTALE	ORIENTATION	DISPOSITION	COMPATIBILITE DU PROJET
		▪ Réutiliser les eaux de ruissellement pour certaines activités domestiques ou industrielles. *b. Déconnecter les surfaces imperméabilisées des réseaux d'assainissement* Il est recommandé de réaliser un schéma directeur des eaux pluviales concomitamment au zonage pluvial. Le cas échéant, ces études sont réalisées dans le cadre de l'élaboration du schéma directeur des eaux pluviales ou des eaux usées susvisé, lequel fixe un objectif chiffré de déconnexion des espaces imperméabilisés (disposition 3C-1). À la suite de ces études, il est recommandé que les collectivités mettent œuvre des programmes de déconnexion des eaux pluviales conformément à l'orientation 3C. Pour cela elles veillent à assurer la transversalité entre les services chargés de l'eau et ceux chargés de l'urbanisme, de la voirie et des espaces verts. Cette démarche pourra utilement renforcer les politiques de développement de la nature en ville et d'adaptation au changement climatique.	
		3D-2 : Limiter les apports d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements. Si les possibilités de gestion à la parcelle sont insuffisantes (infiltration, réutilisation...), le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs des eaux pluviales puis dans le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements par rapport à la situation avant aménagement. En l'absence de SCoT, il est fortement recommandé aux PLU et aux cartes communales de comporter des mesures de même nature. **À défaut d'une étude spécifique précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale et pour une surface imperméabilisée raccordée supérieure à 1/3 ha.**	En situation actuelle, les eaux de voiries sont rejetées quasiment à 100% au réseau pluvial. Le projet prévoit la mise en œuvre d'un système d'assainissement dans le respect de la réglementation en vigueur. Les eaux seront notamment infiltrées dans la mesure du possible. Pour cela, le projet s'attache à intégrer des espaces perméables.
		3D-3 : Traiter la pollution des rejets d'eaux pluviales. Les autorisations portant sur de nouveaux ouvrages permanents ou temporaires de rejet d'eaux pluviales dans le milieu naturel, ou sur des ouvrages existants faisant l'objet d'une modification substantielle au titre de l'article R. 181-46 du code de l'environnement prescrivent que les eaux pluviales ayant ruisselé sur une surface potentiellement polluée par des macropolluants ou des micropolluants sont des effluents à part entière et doivent subir les étapes de dépollution adaptées aux types de polluants concernés. Ces rejets d'eaux pluviales sont interdits dans les puits d'injection, puisards en lien direct avec la nappe. La réalisation de bassins d'infiltration avec lit de sable est privilégiée par rapport à celle de puits d'infiltration.	En situation actuelle, les eaux de voiries sont rejetées quasiment à 100% au réseau pluvial. Le projet prévoit la mise en œuvre d'un système d'assainissement dans le respect de la réglementation en vigueur. Les eaux seront notamment infiltrées dans la mesure du possible. Pour cela, le projet s'attache à intégrer des espaces perméables. En termes de pollution, les espaces enherbés auront un rôle épuratoire. Par ailleurs, la gestion des eaux usées et des eaux pluviales est assurée en régie par la Direction de l'assainissement de Rennes Métropole composée d'environ 200 agents, dont près de 120 agents consacrés exclusivement à la partie exploitation. Toutes les installations sont vérifiées annuellement et les interventions d'entretien sont programmées en fonction des besoins. En cas de pollution accidentelle, une astreinte permanente permet de réagir dans les plus brefs délais. La collectivité possède un parc de matériel suffisant à l'exploitation des réseaux et des infrastructures de traitement ou de stockage (camion, pompe, protection contre les pollutions…).
4 – Maîtriser et réduire la pollution par les pesticides	4B – Promouvoir les méthodes sans pesticides dans les collectivités et sur les infrastructures publiques.	En application de la loi n° 2014-110 du 6 février 2014 visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sur le territoire national, les usages par l'État, les collectivités territoriales et leurs groupements et les établissements publics sont totalement supprimés depuis le 1er janvier 2017 pour l'entretien des espaces verts, de forêts et de promenades, à l'exception des produits de biocontrôle, des produits qualifiés à faible risque conformément au règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, ainsi que des produits dont l'usage est autorisé en agriculture biologique.	Les produits phytosanitaires seront interdits pour l'entretien des aménagements paysagers.

ORTIENTATION FONDAMENTALE	ORIENTATION	DISPOSITION	COMPATIBILITE DU PROJET
Chapitre 8 - Préserver et restaurer les zones humides	8B – Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités	8B-1 : Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide. À défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités. À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones humides, cumulativement : ▪ Équivalente sur le plan fonctionnel ; ▪ Équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité ; ▪ Dans le bassin versant de la masse d'eau. En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité. Conformément à la réglementation en vigueur et à la doctrine nationale « éviter, réduire, compenser », les mesures compensatoires sont définies par le maître d'ouvrage lors de la conception du projet et sont fixées, ainsi que les modalités de leur suivi, dans les actes administratifs liés au projet (autorisation, récépissé de déclaration…). La gestion et l'entretien de ces zones humides compensées sont de la responsabilité du maître d'ouvrage et doivent être garantis à long terme.	Le projet a fait l'objet d'un diagnostic zones humides ayant permis de confirmer la présence de telles zones sur certains secteurs. Une démarche d'évitement a été entreprise afin de ne pas impacter les zones humides identifiées (voir chapitre 1.3.3.6 « Impacts sur les zones humides et mesures associées ». Ainsi, aucun impact n'est recensé.
9 – Préserver la biodiversité aquatique	9D – Contrôler les espèces envahissantes	9D-2 : En fonction des pressions exercées par les espèces exotiques envahissantes, susceptibles de compromettre l'atteinte des objectifs environnementaux, les gestionnaires de milieux aquatiques peuvent : ▪ Mettre en place des opérations de suivi de ces espèces, afin de prévenir l'extension des fronts de colonisation, ▪ Engager des opérations de régulation des espèces, dans l'optique de maintenir la fonctionnalité des milieux et la biodiversité (notamment afin d'éviter des fermetures d'habitats). Si elles ont lieu, de telles opérations pourront s'appuyer sur les stratégies adaptées aux enjeux locaux et élaborées dans les territoires par les groupes locaux dédiés aux espèces exotiques envahissantes. En outre, elles devront faire l'objet d'un suivi dédié permettant de vérifier l'atteinte des objectifs et l'efficience de l'opération. Une attention particulière doit être portée aux « espèces émergentes » (listées par le groupe de bassin dédié aux espèces exotiques envahissantes), afin de prévenir leur prolifération et d'être en mesure de mener des opérations précoces dès leur détection, pour contenir les nouveaux foyers de présence de ces espèces.	La mesure écologique MR9 « Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes » présentée au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées » sera mise en œuvre.

Le projet est compatible avec le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027.

5.1.1.1.2 Compatibilité avec le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Vilaine

Le projet se situe sur le territoire d'application du **SAGE Vilaine.** Celui-ci a été approuvé le 1er avril 2003. La première révision du SAGE a été approuvée le 2 juillet 2015. Le territoire du SAGE s'étend sur environ 11 000 km^2 et est réparti sur 6 départements : Côtes d'Armor, Ille-et-Vilaine, Loire-Atlantique, Morbihan, Maine-et-Loire et Mayenne.

La structure porteuse du SAGE est l'Etablissement Public Territorial de Bassin (EPTB) Eaux et Vilaine.

La Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE Vilaine a validé, lors de sa séance du 3 février 2022, une nouvelle mise en révision du SAGE, avec un objectif d'en finir la rédaction en 3 ans. **La SAGE apposable actuellement est donc toujours la version du 2 juillet 2015.**

5.1.1.1.2.1 Projet d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD)

Les orientations et dispositions applicables au projet sont présentées dans le tableau suivant. La compatibilité du projet avec ces dernières est également explicitée.

Tableau 103 : Orientations et dispositions du SAGE applicables au projet (Source : PAGD du SAGE Vilaine)

CHAPITRE	ORIENTATION	DISPOSITION	COMPATIBILITE DU PROJET
Zones humides	Orientation 1 : Marquer un coup d'arrêt à la destruction des zones humides	*Disposition 1 : Protéger les zones humides dans les projets d'aménagement et d'urbanisme* -Identification et protection des zones humides par les maîtres d'ouvrage. -Concerne toutes les zones humides, qu'elles soient impactées directement ou indirectement, quel que soit leur degré d'altération, leur fonctionnalité et leur surface. -**Evitement à rechercher en premier lieu**.	Le projet a fait l'objet d'un diagnostic zones humides ayant permis de confirmer la présence de telles zones sur certains secteurs. Une démarche d'évitement a été entreprise afin de ne pas impacter les zones humides identifiées (voir chapitre 1.3.3.6 « Impacts sur les zones humides et mesures associées ». Ainsi, aucun impact n'est recensé.
		Disposition 2 : Compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées -**Recours à la compensation uniquement si toutes les autres solutions alternatives ont été étudiées.** -**Les mesures compensatoires proposées intègrent la restauration des zones humides** afin que le bilan global de l'échange soit positif pour le milieu, tant en termes de surface que de fonctions (hydrologique, bio-géochimique et écologique). -**Compensation à réaliser au plus près de la zone impactée et au pire dans le sous-bassin concerné.** -**Le projet de compensation** qui décrit le programme de restauration et l'ensemble des actions compensatoires est établi pour une durée de 5 ans au maximum. Il prévoit pour cela un calendrier, et la description des moyens techniques et financiers mis en œuvre. Ce projet décrit également **les modalités de suivi et de gestion devant être assurées a minima 5 ans** après la mise en place des actions de compensation. -Le gestionnaire doit être clairement identifié, ainsi que la structure en charge du suivi et de l'évaluation des actions prévues.	
	Orientation 3 : Mieux gérer et restaurer les zones humides	*Disposition 8 : Appliquer des principes de gestion pour optimiser les fonctions des zones humides* Afin d'optimiser les fonctions bio-géochimiques des zones humides, qui permettent une régulation et une rétention des nutriments et toxiques, la CLE conseille aux propriétaires et gestionnaires de zones humides, de respecter les principes suivants : -Maintenir en herbe les prairies humides en évitant le retournement du sol ; -Ne pas apporter ou limiter fortement l'apport de fertilisant minéral ; -Ne pas apporter de pesticides sur les zones humides ; -Préserver, restaurer ou créer des haies avec talus, en ceinture des zones humides ; -Faciliter la connexion des zones humides avec le réseau hydrographique. L'EPTB Vilaine tiendra à disposition des porteurs de projets une bibliographie sur les expériences de gestion des zones humides.	*Non concerné*
Cours d'eau	Orientation 1 : Connaitre et préserver les cours d'eau	*Disposition 12 : Préserver les cours d'eau* -Le principe de non détérioration de l'existant est réaffirmé pour tout cours d'eau, qu'il soit impacté directement ou indirectement, quel que soit le degré de l'altération, et quels que soient son intérêt fonctionnel et sa taille.	Le projet traverse les cours d'eau en présence via des ouvrages d'art déjà existants. Il n'est pas prévu de créer de nouveaux ouvrages ou de modifier le gabarit d'ouvrages existants. De plus, les mesures mises en œuvre, présentées au chapitre 1.3.3 « Impacts sur la ressource en eau et mesures associées », permettent de limiter l'impact du projet sur les milieux aquatiques. A noter que le projet prend place sur des voiries déjà existantes et prévoit la mise en place d'un système d'assainissement des eaux pluviales, favorisant dans la mesure du possible l'infiltration des eaux.
		Disposition 13 : Réduire et compenser les atteintes qui ne peuvent être évitées -**Préservation des cours d'eau = règle ; dégradation et destruction = exception.** -Les projets soumis à déclaration ou autorisation loi sur l'eau doivent éviter et réduire l'impact sur les cours d'eau. Le porteur de projet doit démonter qu'il a tout mis en œuvre pour éviter de porter atteinte aux milieux aquatiques et qu'il a retenu le projet le moins impactant. -Il est souhaitable que le projet soit élaboré en concertation avec l'opérateur de bassin concerné, plus particulièrement dans le cadre de travaux liés à des franchissements de cours d'eau par divers réseaux (routiers, ferrés, etc.). -Les atteintes aux cours d'eau doivent être compensées : -La compensation d'entend comme la réalisation, sur le même sous-bassin, de tous travaux permettant de restaurer la surface et les fonctionnalités des habitats du cours d'eau équivalentes à celles perdues (linéaire équivalent d'un cours d'eau de même largeur, surface équivalente et frayère recrée…) ; -Cette compensation est planifiée dans le temps et fait l'objet d'un suivi avant et après travaux à la charge du porteur de projet, afin de s'assurer que la mesure compensatoire réalisée est conforme au résultat attendu ; -La mesure est réalisée dans la mesure du possible avant les travaux.	

CHAPITRE	ORIENTATION	DISPOSITION	COMPATIBILITE DU PROJET
	Orientation 2 : Reconquérir les fonctionnalités des cours d'eau en agissant sur les principales causes d'altération C – Intervenir sur la continuité et la ligne d'eau	*Disposition 29 : Agir sur les buses et autres ouvrages de franchissement de cours d'eau* Sauf impossibilité technique ou financière clairement démontrée, toutes les interventions de rétablissement de la continuité écologique effectuées sur les ouvrages busés ont pour objectif de les rendre transparents aux écoulements en privilégiant notamment leur remplacement progressif par des passerelles, ponts ou ponts cadre, radiers et passages à gué aménagés, ou pour les petits cours d'eau en recalant et redimensionnant les busages incriminés. De même, les actions de restauration de la continuité écologique engagée sur les autres ouvrages de voirie (radiers de ponts, etc.) privilégient des solutions d'effacement compatible avec l'orientation de rétablissement de la continuité écologique. Les solutions d'aménagement de dispositifs de franchissement piscicole ne seront appliquées qu'en dernier recours, si l'impossibilité de l'effacement des ouvrages est techniquement ou financièrement démontrée. Ces réaménagements pourront être efficacement réalisés à l'occasion de programmes de restauration et d'entretien de cours d'eau, ou lors de travaux de réfection de la voirie. Dans ce dernier cas, les aménageurs associent l'opérateur du bassin.	*Non concerné*
L'altération de la qualité par les pesticides	Orientation 3 : Promouvoir des changements de pratiques	*Disposition 121 : Réduire l'usage des pesticides pour la gestion de voiries* Les gestionnaires de voiries routières et ferroviaires mènent une démarche de réduction de l'usage des pesticides, et visent le « zéro pesticides » […].	Cette disposition sera respectée pour l'entretien des aménagements paysagers.
L'altération de la qualité par les rejets de l'assainissements (eaux pluviales et usées)	Orientation 2 : Limiter les rejets d'assainissement et les réduire dans les secteurs prioritaires D – Optimiser la gestion des eaux pluviales	*Disposition 134 : Limiter le ruissellement lors des nouveaux projets d'aménagement* -**Les rejets d'eaux pluviales relevant de la « nomenclature Eau » (projets supérieurs à 1 ha) respectent la valeur maximale de débit spécifique de 3 L/s/ha pour une pluie d'occurrence décennale.** -Cette valeur peut être localement adaptée, dans les limites du respect de la disposition 3D2 du SDAGE Loire-Bretagne : en fonction des conclusions des schémas directeurs eaux pluviales, en cas d'impossibilité technique ou foncière ou si les techniques alternatives (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées, etc.) adaptées ne peuvent être mises en œuvre, s'il est démontré que le débit spécifique à l'état naturel (ou l'état antérieur en cas de renouvellement urbain) du bassin concerné est supérieur à 3 L/s/ha c'est la valeur de l'état naturel ou antérieur qui est prise comme référence (la situation existante ne doit pas être aggravée). Dans tous les cas, le maître d'ouvrage justifie le nouveau débit de fuite dans le document d'incidence de son dossier loi sur l'eau.	En situation actuelle, les eaux de voiries sont rejetées quasiment à 100% au réseau pluvial. Le projet prévoit la mise en œuvre d'un système d'assainissement dans le respect de la réglementation en vigueur. Les eaux seront notamment infiltrées dans la mesure du possible. Pour cela, le projet s'attache à intégrer des espaces perméables.
		Disposition 135 : Limiter le ruissellement en développant des techniques alternatives à la gestion des eaux pluviales -Afin de réduire le ruissellement à la source, les aménageurs publics et privés, dont les projets sont soumis à déclaration ou autorisation au titre de l'article L.214-1 du Code de l'environnement (rubrique 2.1.5.0) doivent réaliser dans les documents d'incidences une analyse technico-économique de la faisabilité de la mise en œuvre de techniques alternatives au réseau de collecte traditionnelle (rétention à la parcelle, techniques de construction alternatives type toits terrasse ou chaussée réservoir, tranchée de rétention, noues, bassins d'infiltration, etc.).	
L'altération des milieux par les espèces invasives	Orientation 2 : Lutter contre les espèces invasives	*Disposition 138 : Respecter les règles d'actions communes* -Les actions les moins traumatisantes pour l'écosystème (ex : arrachage manuel) sont privilégiées lorsqu'elles sont possibles. De même, les moyens de protection spécifiques sont mis en place lors des chantiers d'enlèvement.	Cette disposition sera respectée.
		Disposition 141 : Stopper l'utilisation ornementale d'espèces invasives L'utilisation de l'ensemble des espèces invasives mentionnées en annexe 9 du PAGD est à proscrire.	Aucune espèce invasive ne sera implantée pour les aménagements paysagers.
Prévenir le risque d'inondations	Orientation 1 : Améliorer la connaissance et la prévision des inondations	*Disposition 150 : Connaitre et prendre en compte le ruissellement* -La gestion des eaux pluviales en milieu urbanisé recoupe le thème de l'assainissement (dispositions 133 à 135). La fixation des débits spécifiques est prévue dans la disposition 134.	Le projet prévoit la mise en œuvre d'un système d'assainissement dans le respect de la réglementation en vigueur. Les eaux seront notamment infiltrées dans la mesure du possible. Les eaux non infiltrées seront rejetées au réseau pluvial dans le respect du débit autorisé.
	Orientation 2 : Renforcer la prévention des inondations C – Mieux intégrer le risque inondation dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme	*Disposition 154 : Encadrer l'urbanisme et l'aménagement du territoire pour se prémunir des inondations* La prévention des inondations suppose d'améliorer la prise en compte du risque inondation dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme, en respectant les principes suivants : -Arrêter l'extension de l'urbanisation, et des infrastructures qui y sont liées, dans les zones inondables qu'elles soient ou non protégées, pour ne pas augmenter la vulnérabilité des populations et des biens ; -Les travaux et ouvrages de protection ne doivent pas entraîner la création de nouvelles zones d'urbanisation ; -**Préserver et restaurer les capacités des zones d'expansion des crues afin de ne pas aggraver ou accélérer le phénomène d'inondation**, sur des sites qui présentent souvent par ailleurs un fort intérêt écologique ; -Réduire la vulnérabilité des enjeux (logements, équipements publics, entreprises) existants en zone inondable.	Le projet est concerné par le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet. Ce dernier est compatible avec le règlement des zonages qu'il traverse (voir chapitre 1.3.4.1 « Risques naturels/ Risque d'inondation »). Ainsi, le projet n'est pas susceptible d'augmenter le risque d'inondation sur le secteur d'étude. A noter que le projet s'insère sur des voiries déjà existantes et s'attache à mettre en place des espaces perméables.

CHAPITRE	ORIENTATION	DISPOSITION	COMPATIBILITE DU PROJET
		Disposition 159 : Compenser la dégradation des zones d'expansion de crues -Pour les projets soumis à autorisation ou déclaration loi sur l'eau, conduits, sans alternative avérée, à la disparition ou diminution d'une zone d'expansion des crues, **les mesures compensatoires proposées doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones d'expansion des crues équivalentes sur le plan fonctionnel.** -Le site de compensation sera préférentiellement recherché à proximité du projet et pour le moins dans le sous-bassin impacté.	Le projet n'est pas concerné par la mise en place de mesures de compensation pour les zones d'expansion des crues.

5.1.1.1.2.2 Règlement

Pour rappel, aucune règle issue du Règlement du SAGE ne concerne le projet.

Le projet est compatible avec le SAGE Vilaine.

5.1.1.2 RISQUES NATURELS

5.1.1.2.1 Compatibilité avec le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) du bassin Loire-Bretagne 2022-2027

Le PGRI du bassin Loire-Bretagne a été approuvé par arrêté de la Préfète coordonnatrice du bassin du 15 mars 2022. Le PGRI présente 6 objectifs, énumérés ci-après :

- Objectif n°1 : préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et les capacités de ralentissement des submersions marines ;
- Objectif n°2 : planifier l'organisation et l'aménagement du territoire en tenant compte du risque ;
- Objectif n°3 : réduire les dommages aux personnes et aux biens implantés en zone inondable ;
- Objectif n°4 : intégrer les ouvrages de protection contre les inondations dans une approche globale ;
- Objectif n°5 : améliorer la connaissance et la conscience du risque d'inondation ;
- Objectif n°6 : se préparer à la crise et favoriser le retour à la normale.

Le projet tient compte des réglementations locales en termes d'assainissement. Le système d'assainissement pluvial a donc été conçu en accord avec ces dernières.

De plus, ce dernier est compatible avec le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet, dont la compatibilité est exposée au chapitre suivant.

Le risque d'inondation a donc été pris en considération dans le cadre des études de définition du projet. Ce dernier est donc compatible avec le PGRI du bassin Loire-Bretagne.

5.1.1.2.2 Compatibilité avec le Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi) du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet

La compatibilité du projet avec le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet (approuvé le 10 décembre 2007) est présentée ci-après.

La zone d'étude immédiate traverse des zones rouges, rouges tramées, zones bleues et bleues croisillons, localement situées en bordure de voirie (non incluse) (exemples : à Cesson-Sévigné en bordure des rues de Paris et de la Chalotais et à Le Rheu proche du franchissement de la Flume par la RN24).

En **zones rouge** et **rouge tramée** et en **zone bleue**, sont autorisés les travaux d'infrastructures (voirie, ouvrages d'art et réseaux divers).

En **zone bleue croisillon**, sont autorisées les constructions et installations de toute nature hormis celles interdites à l'article 1.1 du règlement (le projet n'en faisant pas partie).

Les prescriptions associées aux règlements des zones doivent être respectées.

Dispositions générales

Le risque ne doit pas être aggravé et l'écoulement des crues ne doit pas être perturbé ;

- La sécurité des personnes doit être assurée ;
- Les remblais sont interdits en zone inondable sauf lorsqu'ils sont expressément autorisés par le règlement ;
- Les constructions autorisées doivent prendre en compte la cote de référence, c'est-à-dire la cote de crue centennale à laquelle il convient d'ajouter 30 cm. Cette surcote correspond à la hauteur estimée d'une dalle de plancher, de sorte que la cote de référence coïncide avec la cote du dessus du plancher.

L'impact des travaux réalisés sur les inondations sera très limité, voire totalement neutre. Aucun nouvel ouvrage ne sera construit sur le réseau hydrographique, et les ouvrages existants ne feront pas l'objet de modifications. Par ailleurs, au droit des secteurs réaménagés, les voiries resteront proches des cotes existantes, avec seulement quelques adaptations pour les trottoirs et les arrêts par exemple. Ces aménagements entraîneront des remblais de l'ordre de +/- 15 cm, et uniquement sur des emprises limitées.

Parmi l'ensemble des aménagements prévus sur les lignes, on retrouve principalement, en zone inondable, la requalification ou l'agrandissement de cinq stations de bus. Le parking relais Trois Marches, situé à l'extrémité ouest de la ligne T2, se trouve également en zone inondable, le secteur étant soumis aux débordements du cours d'eau de la Flume.

En conclusion, l'aménagement ne constitue pas un obstacle à l'écoulement des crues ni accentue le risque en zone inondable. Ces conclusions seront précisées dans le cadre des études en cours et qui seront transmises à la Police de l'eau, avec notamment une modélisation hydraulique à mener au niveau du P+R en limite Ouest de la T2 et concerné par la zone inondable de la Flume.

Zones rouges

Principes généraux

- Le risque ne doit pas être aggravé et l'écoulement des crues ne doit pas être perturbé ;
- La sécurité des personnes doit être assurée ;
- Les constructions autorisées supposent la prise en compte des cotes de référence, c'est-à-dire celles de la crue centennale +30 cm (dessus de plancher) ;
- Les extensions, changements de destination et reconstructions sont traités dans l'article relatif à l'existant ;
- Par « existant », il est entendu « à la date d'approbation du présent PPRi » ;
- Lorsqu'une unité foncière est « à cheval » sur plusieurs zones, chacune des parties de l'unité foncière doit se voir appliquer la réglementation afférente à chacune de ces zones.

Le projet de Trambus peut à la foi être concerné par les dispositions applicables aux projets nouveaux et à celles concernant les biens et activités existantes.

Dispositions applicables aux projets nouveaux

Seules sont cités les dispositions applicables au projet de Trambus.

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

- Toute construction dont le niveau du dessus du plancher est situé sous la cote de référence ;
- La création de locaux habitables ;
- Les activités nécessitant des affouillements et des mises en remblais, telles les carrières en vallées alluviales à proximité immédiate des cours d'eau, à l'exception des reprises ou extension limitées de carrières […] ;
- Les essences caractérisées par la fragilité de leur enracinement ou de leur cime, telles que les conifères, robiniers faux acacia, les peupliers en rive des cours d'eau, etc. ;
- Les constructions, ouvrages, utilisations du sol, remblais et affouillements autres que ceux prévus à l'article 1-2 ci-après.

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence, les constructions étant réalisées sur pilotis ou vide sanitaire :

- Les créations d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Les affouillements de sols liés aux mesures compensatoires prescrites lors de constructions ou d'aménagements nouveaux ;
- Les constructions strictement nécessaires au fonctionnement des services publics et qui ne sauraient être implantées en d'autres lieux : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable et épuration ;
- Les travaux d'infrastructures : voiries, ouvrages d'arts et réseaux divers ;
- Les clôtures, y compris les haies, sous réserve de préserver le bon écoulement de l'eau.

Concernant les règles de construction et d'utilisation (article 2), on notera tout particulièrement les règles suivantes :

Sont interdits en dessous de la cote de référence les installations électriques, sanitaires et techniques sauf si toutes les dispositions sont prises pour garantir l'étanchéité des constructions, ainsi que le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants dans un souci de préservation du milieu aquatique.

Mesures sur les biens et activités existantes

Seules sont cités les dispositions applicables au projet de Trambus.

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

Les constructions, ouvrages ou utilisations du sol autres que ceux prévus à l'article 1-2 ci-après.

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence, les constructions étant réalisées sur pilotis ou vide sanitaire :

- Les travaux d'infrastructure : voirie, ouvrages d'art, réseaux divers, liés à l'adaptation des ouvrages ;
- Les travaux nécessaires au fonctionnement des services publics : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable ou d'épuration ;
- Les extensions d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Le déplacement ou la reconstruction des clôtures, y compris les haies existantes, sous réserve de préserver les conditions du bon écoulement de l'eau.

Le projet est autorisé au droit de la zone rouge étant donné que « les travaux d'infrastructure : voirie, ouvrages d'art, réseaux divers » sont autorisés.

Le projet ne perturbera pas l'écoulement des crues et n'aggravera de ce fait pas le risque d'inondation.

Zones rouges tramées

Principes généraux

- Le risque ne doit pas être aggravé et l'écoulement des crues ne doit pas être perturbé ;
- La sécurité des personnes doit être assurée ;
- Les constructions autorisées supposent la prise en compte des cotes de référence, c'est-à-dire celles de la crue centennale +30 cm (au-dessus du plancher) ;
- Les extensions, changements de destination et reconstructions sont traités dans l'article relatif à l'existant ;
- Par « existant », il est entendu « à la date d'approbation du présent PPRi » ;
- Lorsqu'une unité foncière est « à cheval » sur plusieurs zones, chacune des parties de l'unité foncière doit se voir appliquer la réglementation afférente à chacune de ces zones.

Dispositions applicables aux projets nouveaux

Seules sont cités les dispositions applicables au projet de Trambus.

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

- Toute construction dont le niveau du dessus du plancher est situé sous la cote de référence ;
- La création de locaux habitables ;
- Les activités nécessitant des affouillements et des mises en remblais, telles les carrières en vallées alluviales à proximité immédiate des cours d'eau, à l'exception des reprises ou extension limitées de carrières […] ;
- Les essences caractérisées par la fragilité de leur enracinement ou de leur cime, telles que les conifères, robiniers faux acacia, les peupliers en rive des cours d'eau, etc. ;
- Les constructions, ouvrages, utilisations du sol, remblais et affouillements autres que ceux prévus à l'article 1-2 ci-après.

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence, les constructions étant réalisées sur pilotis ou vide sanitaire :

- Les créations d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Les affouillements de sols liés aux mesures compensatoires prescrites lors de constructions ou d'aménagements nouveaux ;
- Les constructions strictement nécessaires au fonctionnement des services publics et qui ne sauraient être implantées en d'autres lieux : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable et épuration ;
- Les travaux d'infrastructures : voiries, ouvrages d'arts et réseaux divers ;
- Les clôtures, y compris les haies, sous réserve de préserver le bon écoulement de l'eau.

Concernant les règles de construction et d'utilisation (article 2), on notera tout particulièrement les règles suivantes :

Sont interdits en dessous de la cote de référence les installations électriques, sanitaires et techniques sauf si toutes les dispositions sont prises pour garantir l'étanchéité des constructions, ainsi que le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants dans un souci de préservation du milieu aquatique.

Mesures sur les biens et activités existantes

Seules sont cités les dispositions applicables au projet de Trambus.

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

Les constructions, ouvrages ou utilisations du sol autres que ceux prévus à l'article 1-2 ci-après.

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence, les constructions étant réalisées sur pilotis ou vide sanitaire :

- Les travaux d'infrastructure : voirie, ouvrages d'art, réseaux divers, liés à l'adaptation des ouvrages ;
- Les travaux nécessaires au fonctionnement des services publics : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable ou d'épuration ;
- Les extensions d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Le déplacement ou la reconstruction des clôtures, y compris les haies existantes, sous réserve de préserver les conditions du bon écoulement de l'eau.

Concernant les règles de construction et d'utilisation (article 2), on notera tout particulièrement les règles suivantes :

Sont interdits en dessous de la cote de référence les installations électriques, sanitaires et techniques sauf si toutes les dispositions sont prises pour garantir l'étanchéité des constructions, ainsi que le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants dans un souci de préservation du milieu aquatique.

Le projet est autorisé au droit de la zone rouge tramée étant donné que « les travaux d'infrastructure : voirie, ouvrages d'art, réseaux divers » sont autorisés.

Le projet ne perturbera pas l'écoulement des crues et n'aggravera de ce fait pas le risque d'inondation.

Le projet respectera de plus les prescriptions concernant les installations électriques, sanitaires et techniques ainsi que celles sur le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants.

Zones bleues croisillons

Principes généraux

- Une zone protégée est potentiellement inondable par surverse en cas de crue supérieure à la crue centennale ou par rupture des ouvrages de protection ;
- La sécurité des personnes doit y être assurée ;
- Le risque ne doit pas être aggravé et l'écoulement des crues ne doit pas être perturbé ;
- Les constructions autorisées supposent la prise en compte des cotes de référence, c'est-à-dire celles de la crue centennale +30 cm (au-dessus du plancher) ;
- Les extensions, changements de destination et reconstructions sont traités dans l'article relatif à l'existant ;
- Par « existant », il est entendu « à la date d'approbation du présent PPRi » ;
- Lorsqu'une unité foncière est « à cheval » sur le PLU ou le POS, et la zone bleue croisillons, c'est la règle du coefficient d'occupation du sol qui est appliquée sur l'ensemble de l'emprise. Il est toutefois conseillé d'utiliser la partie du terrain la moins vulnérable.

Dispositions applicables aux projets nouveaux

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

- La création de locaux habitables en-dessous de la cote de référence ;
- Les essences caractérisées par la fragilité de leur enracinement ou de leur cime, telles que les conifères, robiniers faux acacia, les peupliers en rive des cours d'eau, etc. ;

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence :

- Les créations d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Les affouillements de sols liés aux mesures compensatoires prescrites lors de constructions ou d'aménagements nouveaux ;
- Les constructions et installations de toute nature hormis celles interdites à l'article 1-1
- Les constructions strictement nécessaires au fonctionnement des services publics et qui ne sauraient être implantées en d'autres lieux : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable et épuration.

Mesures sur les biens et activités existantes

Seules sont cités les dispositions applicables au projet de Trambus.

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

Aucune interdiction ne s'applique au Trambus.

1-2 Sont autorisés :

- Les extensions et aménagements de toute nature hormis ceux interdits au paragraphe 1-1, sous réserve que le niveau de plancher rez-de-chaussée soit au-dessus de la cote de référence ;
- La réalisation de remblais à l'arrière des protections.

Le projet est autorisé au droit de la zone bleue croisillon. Le projet ne perturbera pas l'écoulement des crues et n'aggravera de ce fait pas le risque d'inondation.

Zones bleues

Principes généraux

- Le risque de doit pas être aggravé et l'écoulement des crues ne doit pas être perturbé ;
- La sécurité des personnes doit être assurée ;
- Les constructions autorisées supposent la prise en compte des cotes de référence, c'est-à-dire celles de la crue centennale +30 cm (au-dessus de plancher) ;
- Les extensions, changements de destination et reconstructions sont traités dans l'article relatif à l'existant ;
- Par « existant », il est entendu « à la date d'approbation du présent PPRi » ;
- Lorsqu'une unité foncière est « à cheval » sur plusieurs zones, chacune des parties de l'unité foncière doit se voir appliquer la réglementation afférente à chacune de ces zones ;

- Sur la partie de la construction concernée par le PPRi : application du pourcentage du PPRi (20% en zone bleue) ;
- Sur l'ensemble de la construction, application du coefficient du PLU ou du POS.

Dispositions applicables aux projets nouveaux

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

- Toute construction dont le niveau du dessus du plancher est situé sous la cote de référence ;
- La création de locaux habitables en-dessous de la cote de référence ;
- Les activités nécessitant des affouillements et des mises en remblais, telles les carrières en vallées alluviales à proximité immédiate des cours d'eau, à l'exception des reprises ou extension limitées de carrières […] ;
- Les essences caractérisées par la fragilité de leur enracinement ou de leur cime, telles que les conifères, robiniers faux acacia, les peupliers en rive des cours d'eau, etc. ;
- Les constructions, ouvrages, utilisations du sol, remblais et affouillements autres que ceux prévus à l'article 1-2 ci-après.

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence, les constructions étant réalisées sur pilotis ou vide sanitaire :

Les constructions, ouvrages et travaux nouveaux, pour une emprise au sol maximale de 20% de la surface de la partie de l'unité foncière incluse dans la zone. L'unité foncière considérée est celle existante à la date d'approbation du PPRI ;

- Les créations d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Les affouillements de sols liés aux mesures compensatoires prescrites lors de constructions ou d'aménagements nouveaux ;
- Les constructions strictement nécessaires au fonctionnement des services publics et qui ne sauraient être implantées en d'autres lieux : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable et épuration ;
- Les travaux d'infrastructures : voiries, ouvrages d'arts et réseaux divers ;
- Les clôtures, y compris les haies, sous réserve de préserver le bon écoulement de l'eau.

Concernant les règles de construction et d'utilisation (article 2), on notera tout particulièrement les règles suivantes :

Sont interdits en dessous de la cote de référence les installations électriques, sanitaires et techniques sauf si toutes les dispositions sont prises pour garantir l'étanchéité des constructions, ainsi que le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants dans un souci de préservation du milieu aquatique.

Mesures sur les biens et activités existantes

Seules sont cités les dispositions applicables au projet de Trambus.

Article 1 – Règles d'urbanisme

1-1 Sont interdits :

Les constructions, ouvrages ou utilisations du sol autres que ceux prévus à l'article 1-2 ci-après.

1-2 Sont autorisés :

Sous réserve que le niveau du plancher du rez-de-chaussée des constructions autorisées se situe au-dessus de la cote de référence, les constructions étant réalisées sur pilotis ou vide sanitaire :

- Les travaux d'infrastructure : voirie, ouvrages d'art, réseaux divers, liés à l'adaptation des ouvrages ;
- Les travaux nécessaires au fonctionnement des services publics : pylônes, postes de transformation, stations de pompage, de relevage ou de refoulement des eaux potables, usées ou pluviales, stations de traitement d'eau potable ou d'épuration ;
- Les extensions d'aires de stationnement sans exhaussement ni imperméabilisation du sol, sauf à respecter le coefficient d'imperméabilisation autorisé par le PLUi ;
- Le déplacement ou la reconstruction des clôtures, y compris les haies existantes, sous réserve de préserver les conditions du bon écoulement de l'eau.

Concernant les règles de construction et d'utilisation (article 2), on notera tout particulièrement les règles suivantes :

Sont interdits en dessous de la cote de référence les installations électriques, sanitaires et techniques sauf si toutes les dispositions sont prises pour garantir l'étanchéité des constructions, ainsi que le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants dans un souci de préservation du milieu aquatique.

Le projet est autorisé au droit de la zone bleue étant donné que « les travaux d'infrastructure : voirie, ouvrages d'art, réseaux divers » sont autorisés.

Le projet ne perturbera pas l'écoulement des crues et n'aggravera de ce fait pas le risque d'inondation.

Le projet respectera de plus les prescriptions concernant les installations électriques, sanitaires et techniques ainsi que celles sur le stockage de produits dangereux, polluants ou flottants.

Le projet est compatible avec le règlement du PPRI du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet.

5.1.1.3 CLIMAT, AIR ET ÉNERGIE

Les lignes-directrices des documents de planification ainsi que la compatibilité / cohérence du projet sur la thématique Air sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S) CONCERNANT LE THÈME AIR DU DOCUMENT	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SRADDET Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2021)	Région Bretagne	À l'issue de trois années de co-construction avec et dans les territoires, le Conseil régional a adopté le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) le 18 décembre 2020. Comportant des orientations stratégiques, 38 objectifs, mais aussi des mesures à caractère réglementaire applicable aux documents de planification locaux, le SRADDET a été approuvé par arrêté du Préfet de Région et rendu exécutoire le 16 mars 2021. Concernant la qualité de l'air et l'impact environnemental des transports en commun, on y retrouve 7 objectifs stratégiques, appartenant aux thèmes « UNE BRETAGNE DE LA SOBRIÉTÉ » et « FAIRE VIVRE UNE BRETAGNE DES PROXIMITÉS ». Ces dernier (uniquement) sont listés ci-dessous : Objectif 16. Améliorer collectivement l'offre de transports publics 16.1 Rendre les transports publics plus performants (service, coût, impact environnemental, sécurité) en impliquant tous les acteurs concernés 16.2 Assurer la bonne lisibilité des offres de mobilité (publiques et privées) Objectif 17. Inventer et conforter les mobilités alternatives à la voiture solo et répondre aux besoins de toutes les typologies de territoires 17.1 Atteindre un taux de remplissage moyen de 1,5 personne par véhicule à l'horizon 2040. 17.2 Atteindre une part des modes actifs (vélo, marche à pied) de 15 % à l'échelle régionale pour les déplacements domicile travail 17.3 Développer des solutions de mobilité innovantes et sur mesure pour les territoires peu denses et/ou à saisonnalité marquée 17.4 Garantir la mobilité pour tout es en tenant compte des spécificités des publics (femmes, jeunes, séniors, personnes en difficulté sociale, personnes en situation de handicap, ...) et des territoires Objectif 20. Transformer/revisiter le développement des mobilités au regard des enjeux climatiques et de la qualité de l'air 20.1 Mettre en cohérence les politiques transports des collectivités bretonnes avec les objectifs du facteur 4 (division des gaz à effet de serre par 4 à horizon 2050) 20.2 Accompagner le report de trafic (passager et fret) vers des alternatives décarbonées en tenant compte des impacts réels de chaque type de transports sur les enjeux climatiques Objectif 21. Améliorer la qualité de l'air intérieur et extérieur 21.1 Former, informer et agir sur les principales sources existantes de pollution dégradant la qualité de l'air intérieur et extérieur 21.2 Réduire les émissions de polluants atmosphériques Objectif 22. Déployer en Bretagne une réelle stratégie d'adaptation au changement climatique 22.1 Adapter l'aménagement du territoire et la gestion des risques 22.2 Adapter la gestion des ressources naturelles et de la biodiversité 22.3 Adapter les différents secteurs économiques Objectif 23. Accélérer l'effort breton pour l'atténuation du changement climatique 23.1 Diviser par deux les émissions de gaz à effet de serre en Bretagne à horizon 2040 23.2 Augmenter la capacité de stockage de carbone, en activant des mécanismes de solidarité entre les territoires. Objectif 25. Tendre vers le « zéro phyto » à horizon 2040	Le projet des TramBus T1 et T2 répond aux objectifs 16.1 ; 20.1 ; 21.2 du SRADDET par les faits suivants : ▪ un matériel roulant 100 % électrique, zéro émission directe de gaz à effet de serre ▪ Passages fréquents, grande amplitude des horaires
PPA Plan de protection de l'Atmosphère (2022-2027)	Rennes Métropole	Le préfet d'Ille-et-Vilaine a approuvé le 3e Plan de protection de l'atmosphère (PPA) du territoire de Rennes Métropole le 20 décembre 2022. Ce document de planification opérationnel, prévu par le Code de l'environnement, vise à s'assurer du bon respect des exigences réglementaires en matière de qualité de l'air extérieur. Il s'articule en 3 enjeux et 24 actions : **ENJEUX D'ABAISSEMENT DES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS** ACTION 1A : Mettre en œuvre les actions du PDU ACTION 1B : Limiter les congestions, développer l'attractivité des modes de transport collectifs (voies réservées TC et covoiturage), faciliter le déploiement des parkings relais et des pôles d'échanges multimodaux. ACTION 2A : Faire évoluer la flotte de véhicule de l'État. ACTION 2B : Faire évoluer les flottes de véhicules de la Ville de Rennes, Rennes Métropole et du réseau STAR ACTION 3A : Réaliser une campagne d'information préalable des entreprises de transport ACTION 3B : Sensibiliser et accompagner les entreprises et services vers de nouvelles pratiques d'organisation des temps de travail plus favorables à la qualité de l'air ACTION 3C : Promouvoir activement le télétravail, notamment en période d'épisode de pollution ACTION 4A : Favoriser la rénovation thermique de l'habitat et le raccordement au réseau de chaleur ACTION 4B : Valoriser les bénéfices en matière de qualité de l'air des aides à la rénovation énergétique ACTION 5A : Agir auprès des acteurs de la filière bois / énergie	Le projet de TramBus T1 et T2 répond aux objectifs des actions 1B et 18 du PPA par les faits suivants : ▪ Passages fréquents, grande amplitude des horaires ▪ 30 à 60 % de voies aménagées (selon les lignes) et réservées aux TramBus afin de gagner en temps de parcours et en régularité ▪ Priorité aux feux et dans les carrefours ▪ Parcs relais P+R situés près des stations TramBus afin d'encourager l'intermodalité

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S) CONCERNANT LE THÈME AIR DU DOCUMENT	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		ACTION 5B : Relayer localement les actions du Plan national chauffage au bois ACTION 5C : Optimiser le fonctionnement du parc de chaufferies bois sur Rennes Métropole ACTION 5D : Réguler l'usage des cheminées d'agrément, en période d'épisode de pollution aux particules fines ACTION 6 : Analyser les émissions d'ammoniac sur les unités de méthanisation ACTION 7A : Caractériser les émissions de polluants atmosphériques issues des chantiers et élaborer un guide de bonnes pratiques ACTION 7B : Expérimenter le guide opérationnel de bonnes pratiques sur des chantiers métropolitains ACTION 8A : Renforcer l'interdiction de brûlage à l'air libre (déchets verts, agricoles, chantiers etc.), détailler les pratiques alternatives, et former les autorités compétentes à l'application des sanctions ACTION 8B : Promouvoir des alternatives au brûlage à l'air libre des branchages lors de l'entretien des haies ou des vergers ACTION 9A : Favoriser l'appropriation par les exploitants des bonnes pratiques agricoles, favorables à la qualité de l'air ACTION 9B : Évaluer la performance des moteurs du parc de tracteurs ACTION 9C : Accompagner les agriculteurs dans l'organisation des épandages plus favorables à la qualité de l'air ACTION 10 : Intégrer la question des polluants atmosphériques dans les différentes démarches menées par Rennes Métropole en faveur d'une agriculture durable ACTION 11 : Établir une doctrine vis-à-vis des événements organisés en période d'épisode de pollution et adapter le dispositif préfectoral de gestion des épisodes de pollution **ENJEUX D'AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE** ACTION 12 : Soutenir le développement et les innovations dans le domaine de la mesure et la surveillance de la qualité de l'air ACTION 13 : Adapter le réseau de surveillance d'Air Breizh ACTION 14 : Élaborer et actualiser un modèle trafic à l'échelle de Rennes Métropole ACTION 15 : Élaborer des cartes de modélisation biannuelles de la pollution sur Rennes Métropole ACTION 16 : Exploiter les données récentes de modélisations pour définir les secteurs à enjeux sur Rennes Métropole ACTION 17 : Élaborer et partager les retours d'expérience d'Air Breizh ACTION 18 : Réaliser une évaluation quantitative des impacts sanitaires de la pollution sur Rennes Métropole ACTION 19 : Étudier l'évolution des particules fines secondaires issues des activités agricoles durant la période d'épandage ACTION 20 : Réaliser une étude visant à caractériser les émissions liées à la combustion de la biomasse et identifier les périmètres à enjeu ACTION 21 : Positionner Rennes Métropole et notamment le site de Mordelles comme territoire favorable à la poursuite de l'étude exploratoire nationale sur les pesticides ACTION 22 : Surveiller les pesticides sur Rennes Métropole **ENJEUX DE SENSIBILISATION ET DE MOBILISATION** ACTION 23 : Poursuivre la démarche Ambassad'air ACTION 24 : Construire et mettre en œuvre une stratégie de communication sur la qualité de l'air	▪ Places privilégiées pour les voitures avec plusieurs personnes à bord (encourage le covoiturage) ▪ Dans le cadre de cette étude, réalisation d'une étude de risques sanitaires
PDU Plan de déplacement Urbains (2019-2030)	Rennes métropole	Plan de déplacements urbains adopté le 30 janvier 2020 par le conseil de Rennes Métropole. Ce document obligatoire dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants, fixe, pour 10 ans, l'organisation des mobilités et les actions en matière de transports et déplacements sur le territoire. Il prépare l'évolution des déplacements pour répondre aux besoins de mobilité de tous, en équilibre avec l'environnement. **Priorité A : Provoquer des changements de comportements en matière de mobilité quotidienne par la sensibilisation de tous** Action 1 Communiquer, sensibiliser tous les publics Action 2 Coordonner les offres de solutions de mobilité, mettre en relation les usagers Action 3 Faciliter l'expérimentation en faveur de l'écomobilité / des nouvelles solutions de mobilité Action 4 Faciliter l'expérimentation en faveur des systèmes de transports par véhicules autonomes Action 5 Mettre en œuvre le Réseau Express Vélo en cohérence avec le Schéma directeur vélo Action 6 Promouvoir les liaisons vélos du Schéma directeur vélo en lien avec les actions locales Action 7 Développer les services de mobilité à vélo et l'usage des Vélos à assistance électrique Action 8 Affecter des voies pénétrantes de l'agglomération aux covoitureurs dans le cadre d'expérimentations Action 9 Établir une politique de stationnement en faveur du covoiturage Action 10 Renforcer la rotation des véhicules dans l'hypercentre Action 11 Développer une politique de stationnement en faveur des usages les moins polluants **Priorité B : Garantir une mobilité pour tous en contribuant à l'amélioration de la santé publique, notamment par l'amélioration de la qualité de l'air, et à la « transition énergétique »** Action 12 Résorber la congestion routière sur les points noirs de circulation Action 13 Réduire les besoins de mobilité en expérimentant de nouvelles organisations des temps de vie Action 14 Améliorer la sécurité routière et la prévention	Le projet satisfait les exigences définies dans les actions 3, 7, 9, 16, 17, 21 et 23 du PDU, en se basant sur les éléments suivants : ▪ Parcs relais P+R situés près des stations TramBus afin d'encourager l'intermodalité, places privilégiées pour les voitures avec plusieurs personnes à bord ▪ Pour chaque ligne, des aménagements et des équipements vélo sont étudiés (jusqu'à 80 km sur l'ensemble des lignes) ▪ 10 arrêts en commun entre les lignes T1 et T2 sur leur partie centrale en centre-ville (la plus fréquentée)

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S) CONCERNANT LE THÈME AIR DU DOCUMENT	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		Action 15 Réaliser et mettre en œuvre des référentiels techniques d'aménagements, notamment en faveur des modes actifs Action 16 Participer au développement d'une logistique urbaine plus durable Action 17 Développer une flotte bus 100 % « propre » Action 18 Lancer les études pour une future mise en place d'une Zone à Faibles Émissions (ZFE) à Rennes Action 19 Mettre en œuvre une stratégie métropolitaine en matière d'accessibilité **Priorité C : Hiérarchiser et territorialiser les modes de déplacements selon la zone de pertinence de leurs usages ; assumer une géographie différenciée des solutions de mobilité (hiérarchisation des voies et plan de modération des vitesses, fonctions et rôles des pôles d'échanges...)** Action 20 Améliorer les liaisons de bus et la performance des transports collectifs (Cœur de Métropole) Action 21 Améliorer l'accès en transports collectifs au cœur de métropole Action 22 Aménager des pôles d'échanges multimodaux principaux Action 23 Améliorer le rabattement vers les transports collectifs grâce aux parcs relais **Priorité D : Renforcer l'intermodalité à l'échelle du bassin de vie rennais par l'émergence d'une culture partagée de la mobilité entre acteurs du territoire** Action 24 Structurer les partenariats à grande échelle (covoiturage, intermodalité) Action 25 Animer les réseaux d'acteurs Action 26 Structurer et favoriser le partage des données publiques mobilités/transports entre les acteurs du territoire	
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021) **PNSE 4** (suite) Plan National Santé Environnement (2021)	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme. Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement. Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes : **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes** Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire** Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides Action 15 : Réduire l'exposition au bruit **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires** Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes** Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses	Les actions évoquées dans le PNSE 4 n'ont pas de lien direct avec la qualité de l'air extérieure.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S) CONCERNANT LE THÈME AIR DU DOCUMENT	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PRSE 4 Plan Régional Santé Environnement (2023-2027)	Région Bretagne	Le plan régional santé environnement concourt, par l'impulsion d'actions et la mise en réseau des acteurs, à répondre aux enjeux identifiés en Bretagne. Il a été approuvé 22 décembre 2023. **Axe 1 Favoriser les interactions positives entre la santé humaine, la santé animale et la santé des écosystèmes dans une approche « One Health » (Une Seule Santé) et dans un contexte de changement climatique** Objectif 1. Favoriser la coopération des acteurs en faveur du "One Health" (Une seule santé) Objectif 2. Accompagner la mise en œuvre des démarches « One Health » (Une seule santé) dans les territoires Objectif 3. Réduire la pression quantitative sur la ressource en eau Objectif 4. Améliorer la qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine Objectif 5. Sensibiliser sur les risques encourus par les expositions aux particules à risques et améliorer les capacités à agir Objectif 6. Réduire les émissions et les expositions aux particules à risques Objectif 7. Améliorer et diffuser la connaissance sur les effets des pesticides, en termes de santé et d'environnement Objectif 8. Renforcer le dialogue et la réponse concernant les effets des pesticides Objectif 9. Renforcer la lutte contre la prolifération des espèces animales et végétales, exotiques et locales, à risque dont les animaux à vecteur Objectif 10. Prévenir le risque de transmission des zoonoses Objectif 11. Accompagner la montée en compétence des collectivités dans la qualité des eaux littorales Objectif 12. Limiter l'impact des algues vertes sur la santé humaine et la santé des écosystèmes **Axe 2 Développer la prise en compte de la Santé Environnement et des enjeux liés au changement climatique dans les évolutions des territoires bretons** Objectif 13. Favoriser pour tous les EPCI bretons la réalisation d'un diagnostic Santé Environnement et d'un plan d'action opérationnel en s'appuyant notamment sur les contrats locaux de santé Objectif 14. Favoriser la mise en réseau des collectivités sur la Santé-Environnement Objectif 15. Renforcer les capacités des collectivités et des professionnels de l'aménagement à prendre en compte la Santé-Environnement dans l'urbanisme Objectif 16. Promouvoir des mobilités favorables à l'environnement et à la santé dans tous les territoires Objectif 17. Développer les actions d'éducation et de promotion de la santé favorisant le lien à la nature Objectif 18. Accompagner les actions de renaturation des villes en veillant à prendre en compte l'ensemble des enjeux en matière de Santé-Environnement **Axe 3 Favoriser des pratiques professionnelles et des modes de vie favorables à la santé et à l'environnement des bretons** Objectif 19. Améliorer la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments Objectif 20. Sensibiliser la population sur la qualité de l'air intérieur et améliorer sa capacité à agir Objectif 21. Améliorer la lisibilité de la politique de l'alimentation en Bretagne Objectif 22. Développer des comportements alimentaires favorables à la santé et l'environnement Objectif 23. Soutenir l'appropriation des outils de prévention et de promotion de la santé par les professionnels de santé Objectif 24. Accompagner les transitions écologique et énergétique du système de santé (TEES)	Les arguments cités pour les autres documents répondent globalement à l'objectif 16.

5.1.2 MILIEU NATUREL

A l'échelle de la région, le secteur concerné par le projet fait partie du grand ensemble n°26 « Le bassin de Rennes » dont l'objectif est de « Restaurer la fonctionnalité écologique des milieux naturels, dans un contexte de forte pression urbain » et se caractérise par un niveau de connexion des milieux naturels très faible, lié à l'extension des espaces urbains. Il est quadrillé par des voies de communication fracturantes (rocade de Rennes, voies ferrées, etc.).

Le tracé étudié, est concerné par 3 corridors écologiques aquatiques et des routes fragmentantes.

A l'échelle du SCOT du Pays de Rennes, le tracé se situe dans un secteur principalement urbanisé. Il longe la Vilaine, identifiée comme une continuité naturelle à favoriser en espace urbain.

A l'échelle de la métropole, en plus des cours d'eau identifiés à l'échelle régionale, des enjeux de trame verte sont identifiés à l'échelle de la métropole : une grande diagonale verte Nord-Est/Sud-Ouest et 5 continuités écologiques et paysagères à assurer traversent ou longent le tracé.

Le projet **n'impacte aucune continuité écologique identifiée par la région, le SCOT ou la métropole**. Il s'implante principalement le long de routes et voiries existantes, avec quelques élargissements limitant les phénomènes de fragmentation.

Seuls 60 mètres linéaires correspondent à la création d'une nouvelle voirie, entraînant une fragmentation partielle des habitats entre la Maison Départementale des Sports et l'Avenue Charles et Raymonde Tillon.

Par ailleurs, bien que le projet implique l'abattage de 71 arbres d'alignement, il en prévoit la replantation de 187, soit 2,5 fois plus, contribuant ainsi à l'amélioration des continuités écologiques dans ce secteur urbain.

Le projet n'aura pas un impact significatif sur les continuités écologiques.

5.1.3 DÉPLACEMENTS : PLAN DE DÉPLACEMENT URBAIN (PDU) 2019-2030 DE RENNES MÉTROPOLE

***Nota** : le SRADDET le SCoT tiennent compte des problématiques de déplacements. La compatibilité du projet avec ces derniers est exposée aux chapitres 5.2. Compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme.*

Le Plan de déplacements urbains (PDU), document obligatoire dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants, fixe, pour 10 ans, l'organisation des mobilités et les actions en matière de transports et déplacements sur le territoire. Il prépare l'évolution des déplacements pour répondre aux besoins de mobilité de tous, en équilibre avec l'environnement. Le PDU s'applique aux 43 communes de la métropole rennaise, pour la période 2019-2030.

Le PDU comprend une série d'action qui répondent aux besoins de déplacements en accordant une plus grande place au covoiturage et à l'autopartage, aux transports collectifs, aux modes actifs, à l'intermodalité et en accompagnant le changement des comportements. L'objectif est de favoriser les pratiques alternatives à la voiture solo.

Concernant les transports collectifs, l'action 20 « Améliorer les liaisons de bus et la performance des transports collectifs (Cœur de Métropole) » vise notamment à :

- Renforcer l'attractivité des lignes de transports collectifs ;
- Améliorer la liaison en transport en commun entre l'Est et l'Ouest de Rennes ;
- Rendre plus attractifs les transports en commun en agissant sur leur vitesse commerciale et leur ponctualité.

Pour le 2ème point cité ci-dessus, le PDU indique la nécessité de **réaliser une étude visant à renforcer l'attractivité de l'axe de transports collectifs performant sur l'axe Est-Ouest - notamment entre la Zone d'Activités Ouest (RN24) et Cesson-Sévigné-La Rigourdière.**

A noter que le PDU a également pour objectif de favoriser le report modal vers les transports collectifs et les modes actifs mais aussi de faciliter la promotion des modes les moins polluants. Il s'agit pour cela notamment :

- De limiter le stationnement sur voiries publiques, notamment aux abords des stations de métro ;
- Développer le stationnement pour les vélos ;
- Favoriser le report des pendulaires vers les parcs relais et les parcs publics en ouvrage.

Pour ce qui est des déplacements vélos, l'action 6 « Promouvoir les liaisons vélos du Schéma directeur vélo, en lien avec les actions locales » indique les éléments suivants :

« Pour développer la pratique du vélo et atteindre l'objectif de part modale fixé par le PDU, les liaisons cyclables à usage quotidien sont à développer. Le PDU s'appuie pour cela sur un Schéma Directeur Vélo métropolitain, qui

propose, en plus des liaisons du Réseau Express Vélo (REV) entre le cœur d'agglomération et la seconde ceinture, des liaisons cyclables complémentaires depuis les communes périphériques vers le REV ou entre communes périphériques. L'ensemble du Schéma Directeur constitue ainsi un programme de liaisons cyclables d'intérêt métropolitain à réaliser d'ici 2030. »

De plus, il est demandé d'intégrer le vélo dans le plan de hiérarchisation du réseau routier.

Le projet prévoit la réalisation/ le confortement de voies cyclables, prenant en compte le réseau REV de la Métropole.

Le projet s'inscrit pleinement dans l'objectif du PDU de réaliser une étude visant à renforcer l'attractivité de l'axe de transports collectifs performant sur l'axe Est-Ouest - notamment entre la Zone d'Activités Ouest (RN24) et Cesson-Sévigné-La Rigourdière.

Le projet intègre la réalisation/ confortement de voies cyclables, en cohérence avec le réseau REV et le schéma directeur cyclable de la Métropole.

Le projet prévoit des P+R situés le long des deux lignes de Trambus favorisant le report modal vers les trambus. Le bilan stationnement est négatif : le projet prévoit moins de place de stationnement qu'en situation actuelle, ce qui répond à l'objectif de limiter le stationnement sur les voiries publiques.

Le projet est donc compatible avec le PDU.

5.1.4 COMPATIBILITÉ AVEC LES RÉGLEMENTATIONS LOCALES LIÉES À LA RESSOURCE EN EAU

5.1.4.1 COMPATIBILITÉ AVEC LES PÉRIMÈTRES DE PROTECTION DE CAPTAGES D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE (AEP)

Pour rappel, le projet n'est pas concerné par un périmètre de captage AEP.

5.1.4.2 COMPATIBILITÉ AVEC LA ZONE DE RÉPARTITION DES EAUX (ZRE)

Pour rappel, le projet n'est pas concerné par une ZRE.

5.2 COMPATIBILITÉ AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME

5.2.1 SCHÉMA RÉGIONAL D'AMÉNAGEMENT, DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET D'EGALITE DES TERRITOIRES (SRADDET) DE LA RÉGION BRETAGNE

Le SRADDET de la Région Bretagne a été approuvé par arrêté du Préfet de Région et rendu exécutoire le 16 mars 2021. Il a pour vocation de définir le projet de territoire à l'horizon 2040. Il comprend plusieurs orientations, objectifs et règles en matière d'environnement, de transports, de logements, de services ….

Les objectifs suivants concernent le projet. Le détail de chaque objectif a été présenté en Partie 4 État initial (chapitre 6.2.1.1 Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalite des Territoires (SRADDET) de la Région Bretagne).

- **L'objectif 16 : Améliorer collectivement l'offre de transports publics**

Le projet répond pleinement à cet objectif en proposant deux nouvelles lignes de Trambus, bénéficiant d'une voie de circulation dédiée sur certains secteurs et d'une priorité aux carrefours.

- **Objectif 20 : Transformer/revisiter le développement des mobilités au regard des enjeux climatiques et de la qualité de l'air**

  Et

- **Objectif 22 : Déployer en Bretagne une stratégie d'adaptation au changement climatique**

Le projet permet de répondre à ces deux objectifs en proposant une alternative à l'utilisation de la voiture particulière de par la réalisation des Trambus mais également par la création de pistes cyclables continues et sécurisées sur certains secteurs.

De plus, le Trambus est un mode de transport 100% électrique, dont les émissions de gaz à effet de serre sont plus limitées qu'un bus classique.

Objectif 25 : Tendre vers le « zéro phyto » à horizon 2040

L'utilisation des produits phytosanitaires sera proscrite pour l'entretien des aménagements paysagers du projet.

Objectif 26 : Intégrer les enjeux de l'eau dans tous les projets de développement et d'aménagement

Le risque naturel le plus important est le risque d'inondation lié à la présence de cours d'eau tels que la Vilaine et l'Ille. A ce titre, le projet traverse des zonages du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet et est compatible avec le règlement de ce dernier. Le projet n'aggravera pas le risque d'inondation sur le secteur.

Par ailleurs, le projet comprend la réalisation d'un système d'assainissement des eaux pluviales du projet, permettant de ne pas aggraver le risque d'inondation sur le territoire.

Objectif 29 : Préserver et reconquérir la biodiversité en l'intégrant comme une priorité des projets de développement et d'aménagement

Le projet s'inscrit dans un contexte fortement urbanisé. Néanmoins, une étude écologique a été réalisée afin de déterminer les enjeux de ce territoire et les impacts potentiels du projet sur ces derniers.

Les impacts ont abouti à la définition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ». On notera par exemple les mesures suivantes :

- ME1 : Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités ;
- ME2 : Balisage des zones à enjeux ;
- MR5 : Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir ;
- MR8 : Plantations d'arbres et d'alignements ;
- MA1 : Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet
- MA2 : Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité.

Objectif 30 : Garantir comme une règle prioritaire l'obligation de rechercher l'évitement des nuisances environnementales, avant la réduction puis en dernier lieu la compensation

Le projet s'inscrit dans un contexte fortement urbanisé. Les enjeux du territoire d'implantation ont été recensés et pris en compte dans la conception du projet. Ainsi, en cas de nécessité, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation ont été définies en fonction des impacts du projet sur chacun de ces enjeux.

L'ensemble des impacts du projet et des mesures mises en œuvre a été présenté dans les chapitres précédents.

Le projet est compatible avec le SRADDET de la Région Bretagne.

5.2.2 SCHÉMA DE COHÉRENCE TERRITORIALE (SCOT) DU PAYS DE RENNES

Le territoire de Rennes Métropole est couvert par **le SCoT du Pays de Rennes**, approuvé le 29 mai 2015. Il comprend :

- Un Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) ;
- Un Document d'Orientions et d'Objectifs (DOO).

À noter qu'une révision générale du SCoT a été prescrite en date du 15 novembre 2022. Le calendrier de mise en œuvre n'est pas précisé sur le site internet du SCoT (www.paysderennes.fr).

5.2.2.1 COMPATIBILITÉ AVEC LE PADD

Les objectifs du PADD pouvant s'appliquer au projet sont présentés ci-après. Le détail de chaque objectif a été présenté en Partie 4 État initial (chapitre 6.2.1.2 Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du pays de Rennes).

➢ **Chapitre 1 - Un pays « ville archipel » : une organisation pertinente du territoire**

❖ Objectif 5 : Renforcer la biodiversité à travers la trame verte et bleue

Le projet s'inscrit dans un contexte fortement urbanisé. Néanmoins, une étude écologique a été réalisée afin de déterminer les enjeux de ce territoire et les impacts potentiels du projet sur ces derniers.

Les impacts ont abouti à la définition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ». On notera par exemple les mesures suivantes :

- ME1 : Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités ;
- ME2 : Balisage des zones à enjeux ;
- MR5 : Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir ;
- MR8 : Plantations d'arbres et d'alignements ;
- MA1 : Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet
- MA2 : Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité.

❖ Objectif 2 : Des dispositifs de mobilité sobres, efficaces et adaptés à la diversité territoriale

❖ Objectif 3 : Être acteur de la transition énergétique

❖ Objectif 4 : Favoriser une qualité de l'air satisfaisante

Le projet permet de répondre à ces trois objectifs en proposant une alternative à l'utilisation de la voiture particulière de par la réalisation des Trambus mais également par la création de pistes cyclables continues et sécurisées sur certains secteurs.

De plus, le Trambus est un mode de transport 100% électrique, dont les émissions de gaz à effet de serre sont plus limitées qu'un bus classique.

❖ Objectif 5 : Protéger et gérer de manière durable le sol et les ressources du sous-sol

Le tracé du projet reprend quasi intégralement des axes routiers existants et limite donc de ce fait l'artificialisation des sols. De plus, le projet s'attache à intégrer des espaces perméables dans la mesure du possible.

Le projet est donc compatible avec le PADD du SCoT.

5.2.2.2 COMPATIBILITÉ AVEC LE DOCUMENT D'ORIENTIONS ET D'OBJECTIFS (DOO)

Le projet est concerné par les orientations et objectifs présentés ci-après. Le détail de chaque objectif a été présenté en Partie 4 État initial (chapitre 6.2.1.2 Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du pays de Rennes).

➢ **Chapitre 1 – Un pays « Ville archipel » : une organisation pertinente du territoire**

❖ Thème 6 : Biodiversité et capital environnemental

Le projet s'inscrit dans un contexte fortement urbanisé. Néanmoins, une étude écologique a été réalisée afin de déterminer les enjeux de ce territoire et les impacts potentiels du projet sur ces derniers.

Les impacts ont abouti à la définition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ». On notera par exemple les mesures suivantes :

- ME1 : Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités ;
- ME2 : Balisage des zones à enjeux ;
- MR5 : Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir ;
- MR8 : Plantations d'arbres et d'alignements ;
- MA1 : Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ;
- MA2 : Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité.

➢ **Chapitre 2 – Un développement assumé, soutenable et propre**

❖ Thème 8 : L'optimisation des déplacements

Le projet répond pleinement à cet objectif en proposant un transport en commun performant (fiabilité de temps de parcours) mais également la création de pistes cyclables et de trottoirs continus et sécurisés sur certains secteurs.

❖ Thème 9 : Vers un territoire « bas carbone »

Le Trambus est un mode de transport 100% électrique dont les émissions de gaz à effet de serre sont plus limitées qu'un bus classique.

❖ Thème 10 : La préservation des ressources et la prévention des risques

On notera les sous-objectifs suivants :

- Améliorer la gestion des eaux de pluies : le projet comprend la réalisation d'un système d'assainissement prenant en charge les eaux pluviales du projet. L'infiltration des eaux pluviales est mise en place dans la mesure du possible. Les eaux non infiltrées seront rejetées au réseau pluvial. A noter que les eaux de voiries sont quasiment rejetées au réseau à 100% en situation actuelle ;
- Prévenir les risques naturels : le projet tient compte des risques naturels du territoire dans lequel il s'inscrit. Le risque naturel le plus important est le risque d'inondation lié à la présence de cours d'eau tels que la Vilaine et l'Ille. A ce titre, le projet traverse des zonages du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet et est compatible avec le règlement de ce dernier. Le projet n'aggravera pas le risque d'inondation sur le secteur ;
- Prévenir les risques naturels en intégrant la préservation des zones inondables dans le développement de l'espace urbain ou aggloméré : *voir argumentaire ci-dessus* ;
- Prévenir les risques pour la santé publique (qualité de l'air et nuisances sonores) : une étude de qualité de l'air et une étude acoustique ont été menées dans le cadre du projet :
  - L'étude de qualité de l'air démontre que la réalisation du projet induit une diminution des émissions de tous les principaux polluants routiers par rapport à la situation au Fil de l'Eau (ans projet) correspondante. Concernant les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 (hors polluants spécifiques à l'EQRS), la mise en place du projet entraîne une diminution moyenne (tous polluants confondus) des émissions de polluants routiers en 2040 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante ;
  - L'étude acoustique a démontré l'absence de dépassement de seuils réglementaires en situation projetée. Aucune protection acoustique n'est donc nécessaire.

Le projet est compatible avec le DOO du SCoT.

Le projet est compatible avec le SCoT du Pays de Rennes.

5.2.3 PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL (PLUI) DE RENNES MÉTROPOLE

Le PLUi de Rennes Métropole est le document opposable à l'échelle intercommunale sur le territoire de la métropole. Il a été approuvé le 19 décembre 2019. La dernière procédure approuvée est la modification simplifiée n°3 du 4 avril 2024.

Une procédure est en cours pour la modification n°2 du PLUi, l'enquête publique se déroulant entre le 17 décembre 2024 et le 22 janvier 2025.

5.2.3.1 PLAN DE ZONAGE ET RÈGLEMENT

Le règlement graphique comprend :

- Le plan de zonage ;
- Des plans thématiques :
  - Hauteurs ;
  - Coefficient de végétalisation ;
  - Gestion des eaux pluviales ;
  - Stationnement ;
  - Santé, risques et sécurité ;
  - Mixité sociale ;
  - OAP Périmètres.

5.2.3.1.1 Plan de zonage

Le projet traverse de nombreux types de zonages du PLUi, listés dans le tableau suivant.

Tableau 104 : Zonages traversés par le projet

TYPE DE ZONE	TRAMBUS T1 UNIQUEMENT	TRAMBUS T2 UNIQUEMENT	TRAMBUS T1 ET T2
Zones urbaines	UE2e UI1b UI1d UI3 UO3	UB1b UD1a UD2a UE1a UI1a(d) UI1e UG2b	UA1a UA1a(m) UA1h(e) UB1a UC1 UC2 UE2c UE2c(d) UE4 UI1a UI2 UG1a UG2a UG2h UGf UGI UO1 UP
Zones à urbaniser		1AU	
Zones agricoles	A (une zone agricole concernée à l'extrémité Nord de la T1 Est. La zone d'étude immédiate reste néanmoins cantonnée à la route)		
Zones naturelles		N (au niveau de l'échangeur RN136/ RN24 sur la T2 Ouest)	Ne (un secteur au Nord de la T1 Ouest, un secteur au niveau ddu raccordement T1 Ouest et T2 Est, Quelques secteurs sur la T2 Est

Certaines thématiques ou plans spécifiques sont également distingués, au besoin, par l'ajout d'un indice en lettre minuscule :
- (e) = plan d'épannelage
- (d) = plan de détail
- (m) = plans masse

Ces zones sont détaillées ci-après :

- **Zone A** : zone correspond aux espaces agricoles ;
- **Zone N** : zone de protection des espaces naturels en raison de leur intérêt environnemental, des espaces forestiers ou des espaces paysagers. Deux sous-secteurs concernent également le projet :

- Zone Ne : permettant de protéger les parcs et coulées vertes tout en permettant des aménagements de loisirs, des équipements, etc. compatibles avec le maintien du caractère naturel de la zone ;

- **Zone UA1** : correspond aux parties de centre-ville ou centre bourg marquées par une imbrication forte du bâti avec un premier front de construction en bordure de rue et des constructions implantées à l'arrière. Elle comprend 4 sous-secteurs. Ceux concernant le projet sont les suivants :

- UA1a : Les constructions constituent un front bâti en majorité à l'alignement de la rue et seules les annexes sont autorisées à l'arrière ;
- UA1h : Les constructions s'insèrent dans un tissu bâti existant de caractère historique constituant un front bâti sur la rue. De nouvelles constructions peuvent s'implanter à l'arrière ;

- **Zone UB** : zone des voies de faubourgs. Ils correspondent aux voies historiques d'extension de centre et de lieu d'entrée de la ville : collectifs et individuels denses avec commerces, bureaux et services le cas échéant. Les sous-secteurs concernant le projet sont les suivants :

- UB1a : Les constructions constituent un front bâti mêlant des discontinuités ponctuelles. Les fonds de terrains sont préservés. La capacité de construction permet une évolution des nouvelles constructions vers du collectif ;

  UB1b : Les constructions constituent un front bâti mêlant des discontinuités ponctuelles. Les fonds de terrains sont préservés. La capacité de construction permet une évolution des nouvelles constructions vers du collectif. Elle est plus importante que le secteur UB1a pour permettre une adaptation des nouvelles constructions au contexte urbain.

- **Zone UC** : zone des ensembles collectifs implantés librement dans le cadre d'un plan de composition d'ensemble. Les sous-secteurs concernant le projet sont les suivants :

- UC1 : correspond aux ensembles collectifs implantés librement au cœur d'un espace libre le plus souvent végétalisé ;
- UC2 : correspond aux ensembles collectifs implantés librement au cœur d'un espace vert public. Ces constructions ne comportent pas ou très peu d'espace privé en pied d'immeuble ;

- **Zone UD** : zone des secteurs d'extension du centre-ville ou centre bourg ou d'extension urbaine composés d'immeubles collectifs et individuels denses structurants l'espace public. Les sous-secteurs concernant le projet sont les suivants :

- UD1 : correspond aux secteurs autorisant des immeubles collectifs sur voies structurantes ou voies de quartier. Ces voies se caractérisent par un bâti parfois hétérogène mais majoritairement en bordure de voie pouvant mêler différentes formes urbaines et époques de construction. Le sous-secteur UD1a correspond aux zones où les constructions constituent un front bâti mêlant des discontinuités ponctuelles. Les fonds de terrains sont préservés. La capacité de construction permet une évolution des nouvelles constructions vers des constructions collectives intermédiaires ;
- UD2 : correspond aux secteurs d'extension du centre-ville accueillant un tissu hétérogène composé de collectifs et d'individuel. Le sous-secteur UD2a correspond aux zones où les constructions constituent un front bâti en bordure de la rue ou légèrement en recul et seules les annexes sont autorisées à l'arrière. La bande d'implantation et de hauteur des constructions est limitée à 20 m.

- **Zone UE** : zone urbaine essentiellement résidentielle composée principalement de forme urbaine d'habitat pavillonnaire, maison de ville, maison groupée ou isolée, … Les sous-secteurs concernant le projet sont les suivants :

- UE1 : zone couvrant les secteurs de maisons de ville. Elles forment un bâti homogène, le plus souvent en bordure de rue. Les jardins sont essentiellement situés en fond de terrain ;
- UE2 : correspond notamment aux lotissements pavillonnaires et aux opérations d'habitat groupé. Les maisons sont souvent en recul des voies ou respectent un ordonnancement par rapport à la rue. Dans le sous-secteur UE2c, l'implantation sur voie suit l'ordonnancement existant ou à créer ou la façade avant des constructions voisines et seules les annexes sont autorisées à l'arrière. Dans le sous-secteur UE2e, l'implantation sur voie suit l'ordonnancement existant ou à créer et des extensions partielles sont autorisées à l'avant ;
- UE4 : s'applique aux secteurs d'habitat majoritairement individuel à restructurer. Ils sont partiellement bâtis, peu structurés et parfois peu équipés mais insérés dans des tissus urbains constitués ou soumis à des nuisances liées au bruit ou la pollution atmosphérique.

- **Zone UI** : zone d'activités scindée en zone UI1 pour les parcs d'activités industrielles, UI2 pour l'artisanat et le commerces de détail, UI3 pour les parcs d'activités dédiés aux bureaux, UI4 pour le parc des expositions et UI5 pour les zones d'activités à restructurer. Les sous-secteurs concernant le projet sont les suivants :

- UI1 : cette zone regroupe les secteurs et parcs d'activités dédiés aux activités artisanales et industrielles et peuvent accueillir selon les cas certains équipements d'intérêt collectif et services publics ;
- UI2 : cette zone est dédiée aux centres commerciaux et supermarchés ;
- UI3 : cette zone est dédiée aux parcs d'activités de bureaux.

- **Zone UG** : zone à vocation principale d'équipements d'intérêt collectif et de services publics. Des zones UG spécifiques permettent l'accueil d'autres sous-destinations. Les sous-secteurs concernant le projet sont les suivants :

- UG1 : cette zone regroupe essentiellement les équipements d'intérêt collectif et de services publics et quelques hébergements et activités liés à la vocation de la zone. Dans le sous-secteur UG1a, les constructions constituent un front bâti en bordure de rue qu'il convient de conforter en permettant des constructions à l'arrière et des règles de prospect encadrent la hauteur et l'implantation des constructions aux abords des autres zones limitrophes ;
- UG2 : cette zone regroupe essentiellement les équipements d'intérêt collectif et de services publics et quelques hébergements et activités liés à la vocation de la zone. Dans le sous-secteur UG2a, les constructions s'implantent librement mais des règles de prospect encadrent la hauteur et l'implantation des constructions aux abords des voies et des autres zones limitrophes. Dans le sous-secteur UG2b, les constructions s'implantent librement. Le sous-secteur UG2h correspond aux secteurs d'équipements à fort enjeu patrimonial. La volumétrie des nouvelles constructions s'intègre harmonieusement à celle des constructions patrimoniales existantes sur le terrain ou sur les terrains voisins ;
- UGf : cette zone correspondant au domaine ferroviaire aux abords des gares ou pour les grandes emprises ferroviaires ;

- UGI : cette zone correspond aux équipements d'intérêt collectif et autres types d'activités liées aux sports, loisirs et hébergements touristiques.

- **Zone UO** : zone opérationnelle aménagée par le biais d'une opération d'aménagement d'ensemble ou de plusieurs opérations d'aménagement. Cette zone comprend 4 secteurs distincts par les destinations et sous-destinations des constructions possibles. Le projet est concerné par UO1 et UO3 ;
- **Zone UP** : zone de composition urbaine homogène à fort enjeu patrimonial ;
- **Zone 1AU** : zone ouverte à l'urbanisation dès lors que les conditions cumulées suivantes sont réunies :

- Compatibilité avec les orientations d'aménagement et de programmation ;
- Desserte par les réseaux.

Les constructions y sont autorisées soit lors de la réalisation d'une opération d'aménagement d'ensemble, soit au fur et à mesure de la réalisation des équipements internes à la zone.

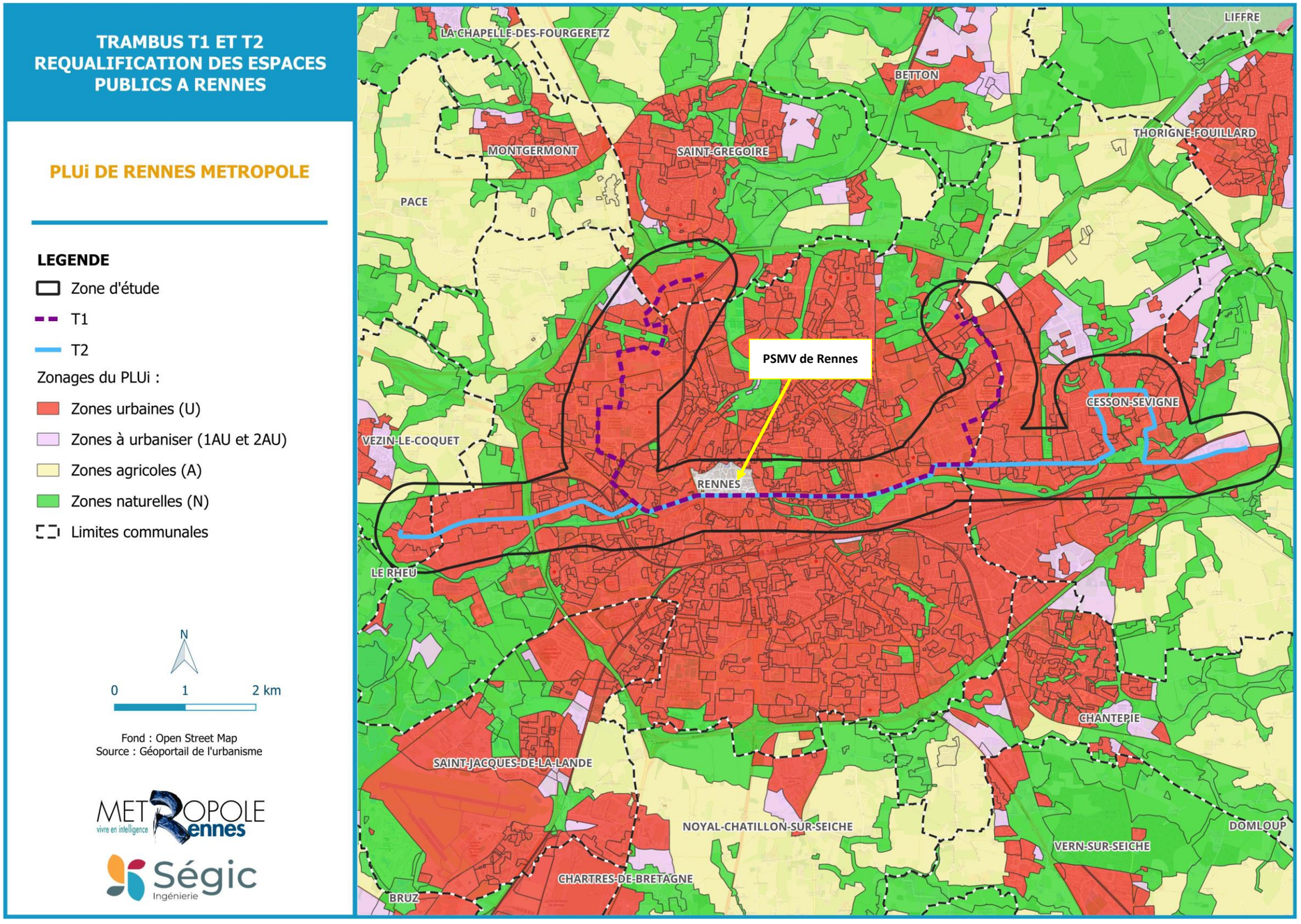


Figure 186 : Plan de zonages réglementaires (Source : PLUi de Rennes Métropole)

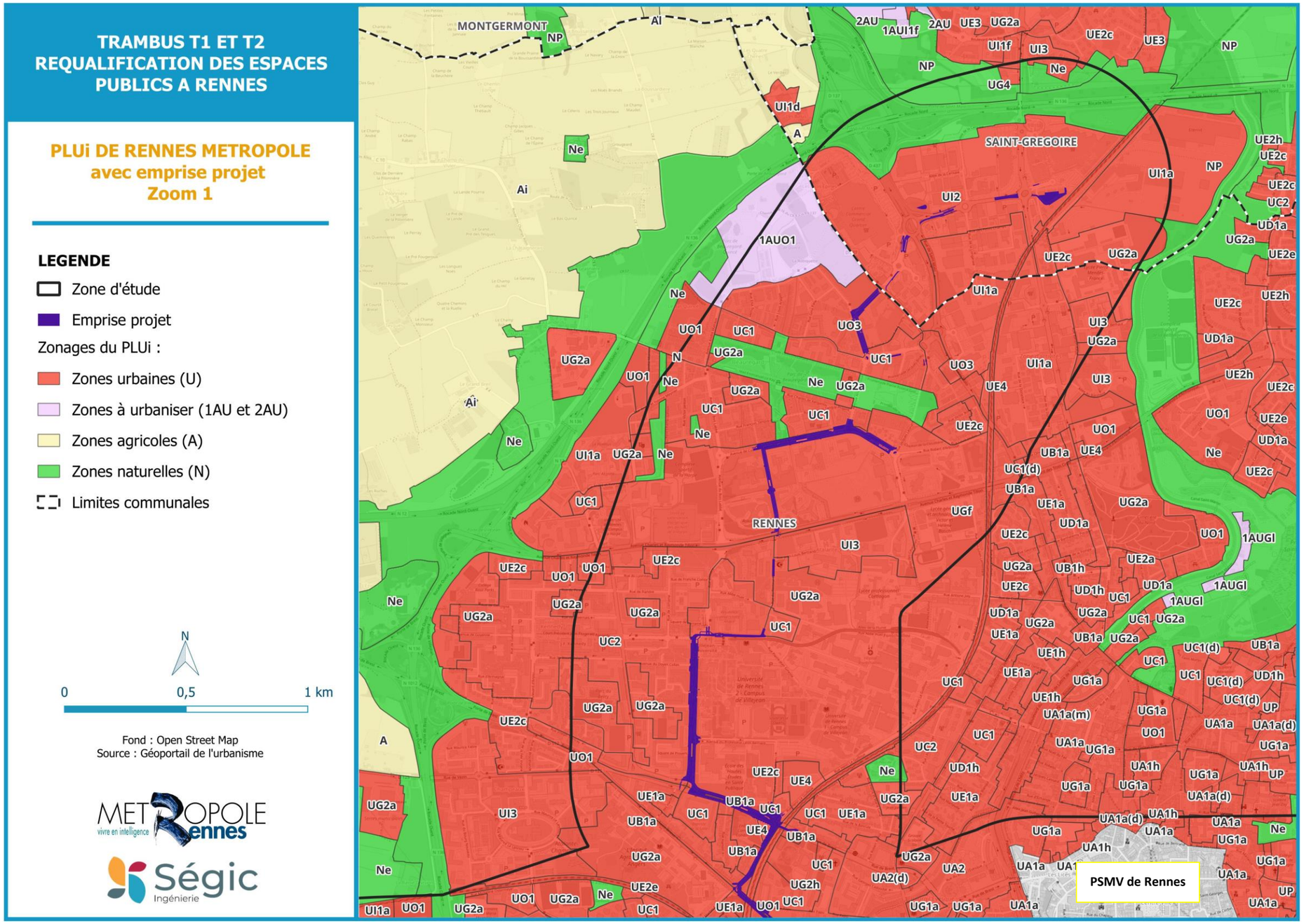


Figure 187 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 1 (Source : PLUi de Rennes Métropole)

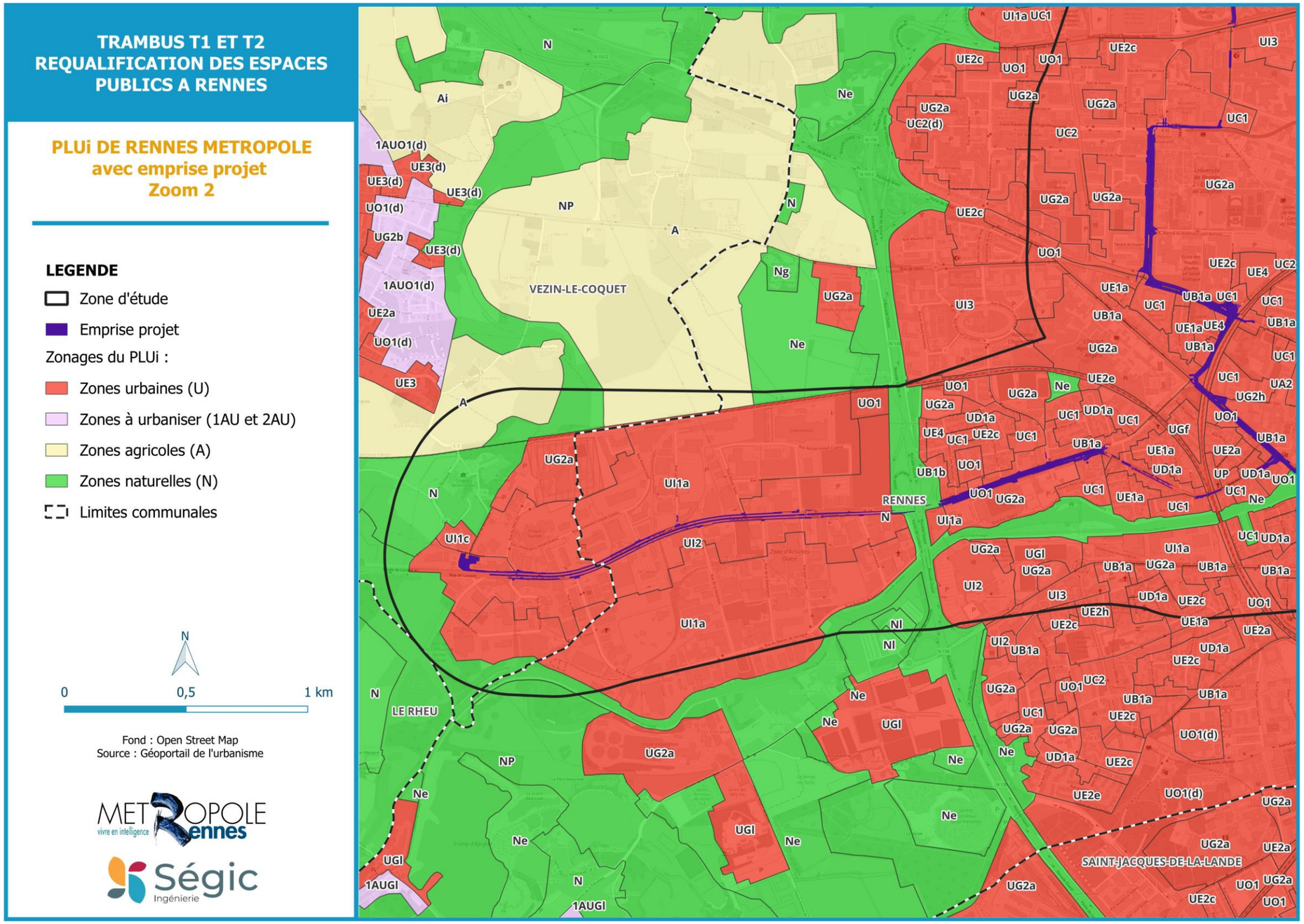


Figure 188 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 2 (Source : PLUi de Rennes Métropole)

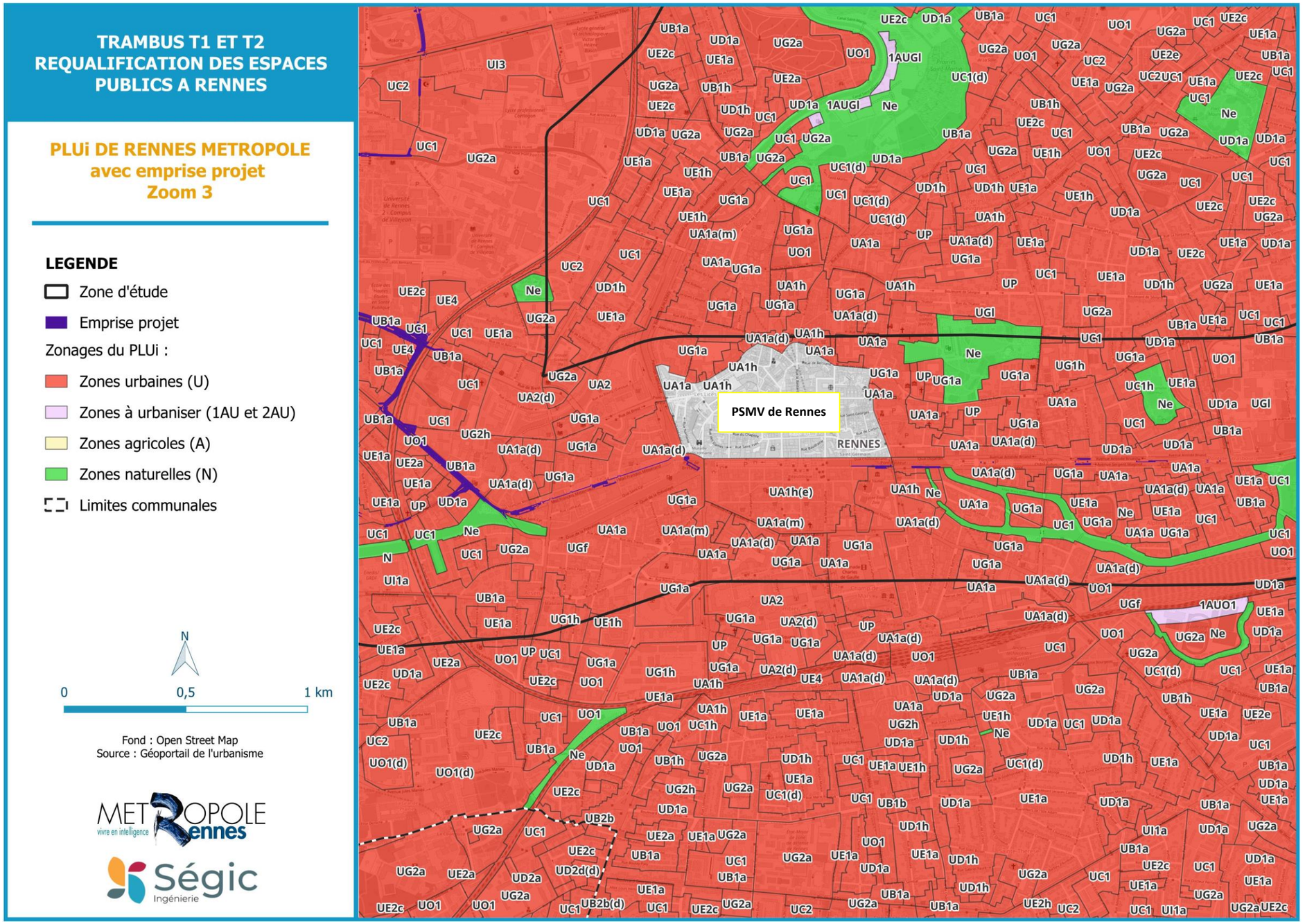


Figure 189 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 3 (Source : PLUi de Rennes Métropole)

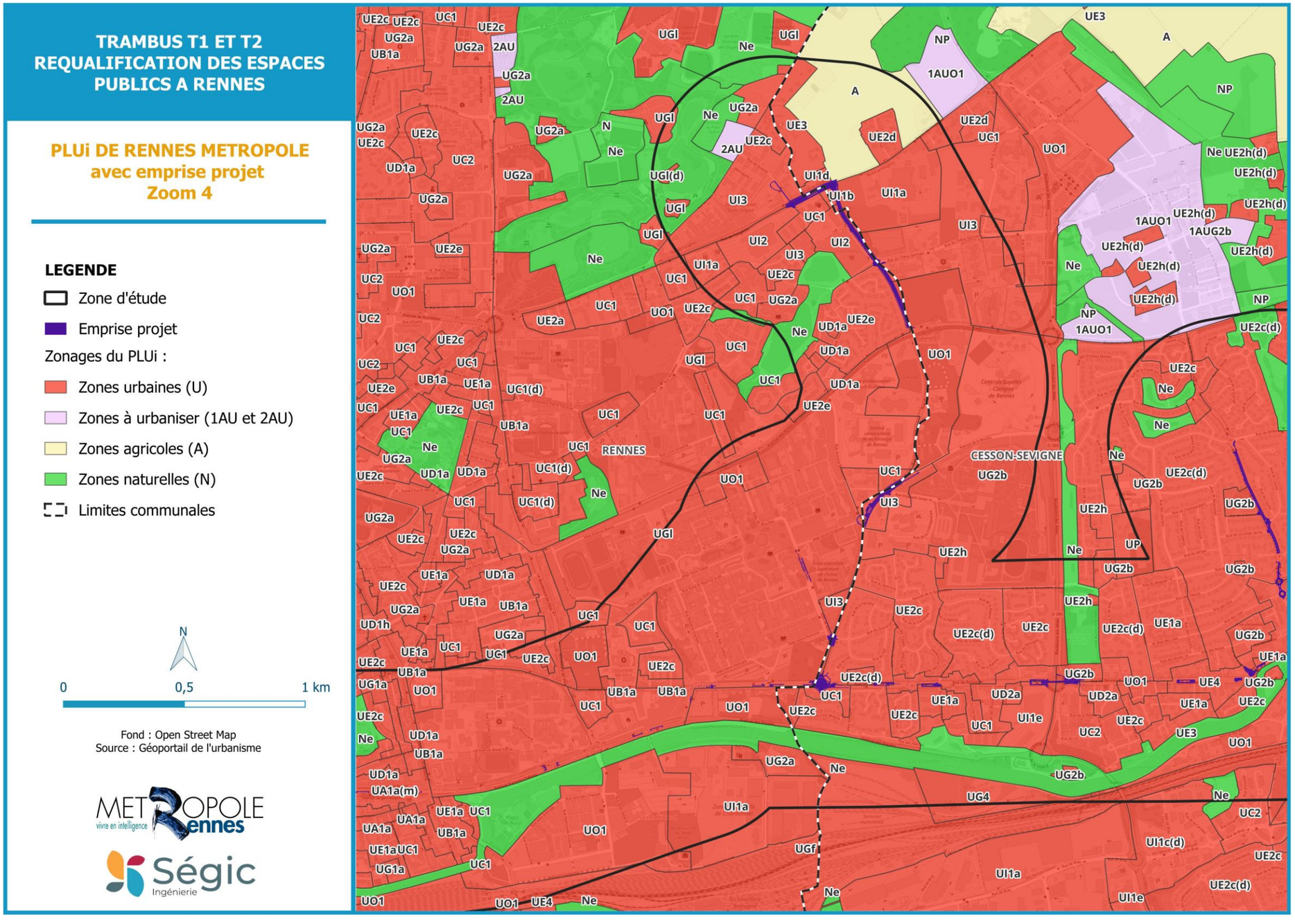


Figure 190 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 4 (Source : PLUi de Rennes Métropole)

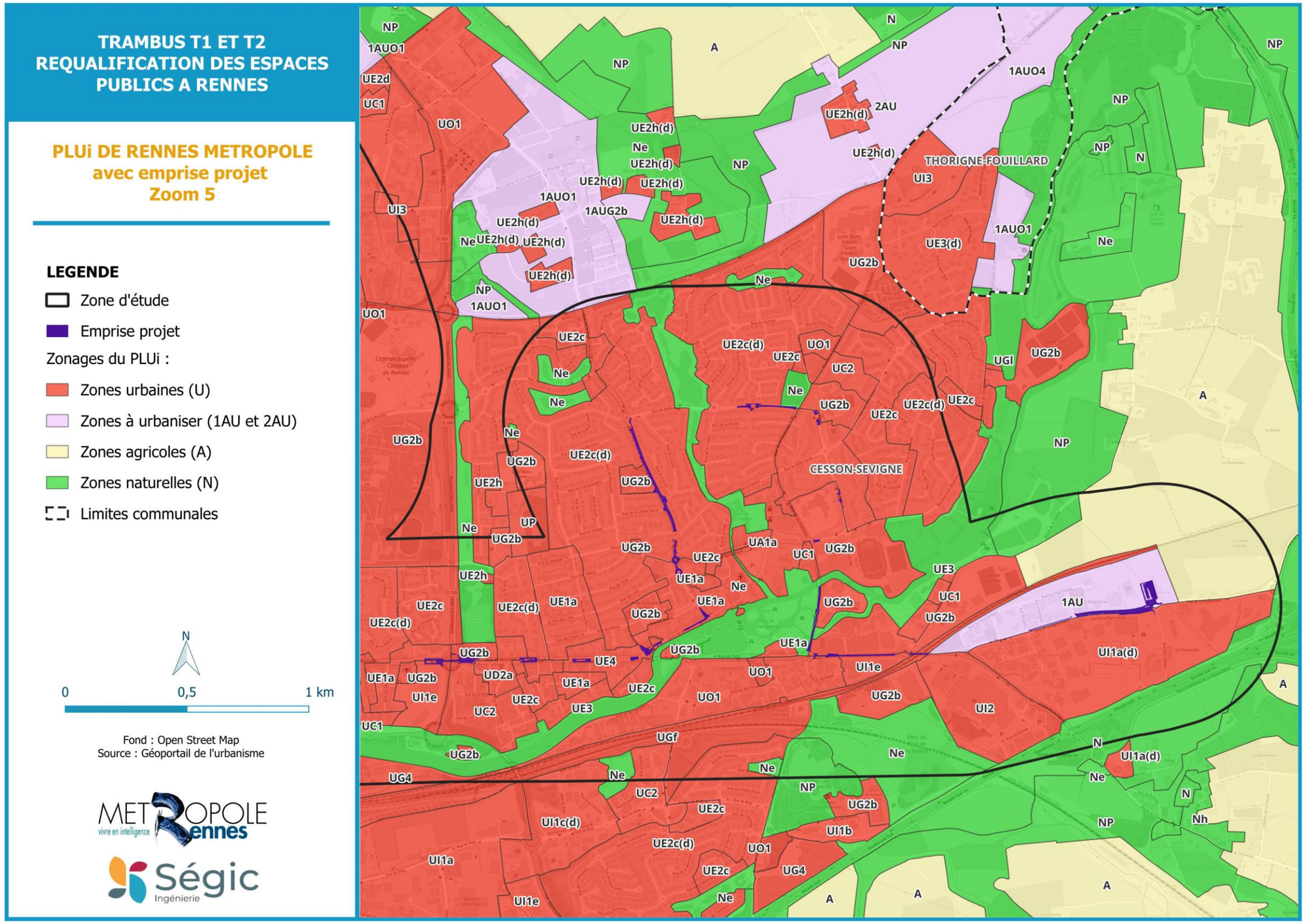


Figure 191 : Plan de zonages réglementaires – Zoom 5 (Source : PLUi de Rennes Métropole)

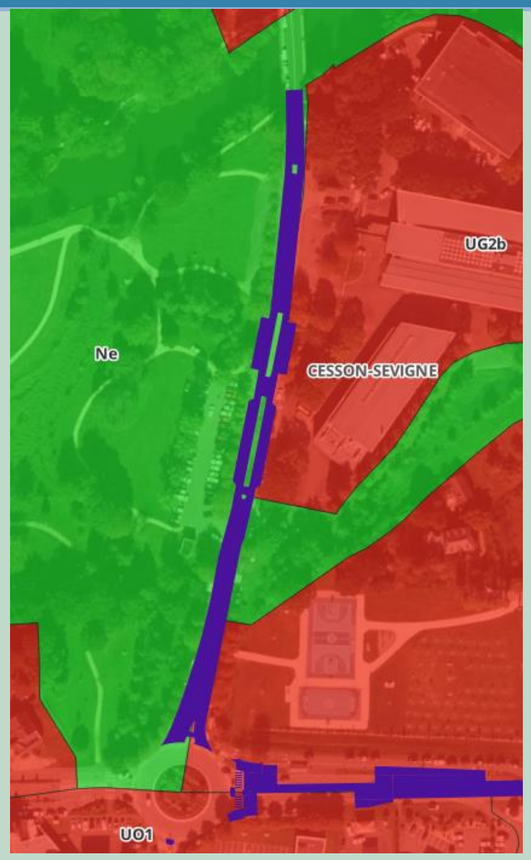
Tableau 105 : Occupations et utilisations du sol interdites et autorisées sous conditions particulières (source : Règlement du PLUi de la Métropole de Rennes)

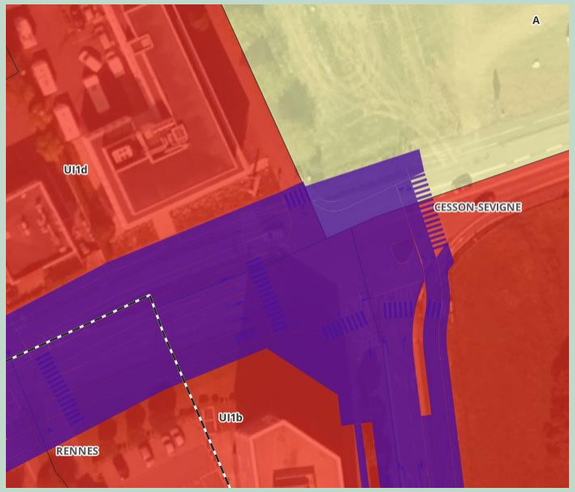
ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
Dans toutes les zones	Sont interdits : 1. Les constructions, ouvrages ou travaux incompatibles avec les orientations d'aménagement et de programmation ; 2. Les affouillements et exhaussements des sols, hors secteurs Nc et Ne, qui ne sont pas liés aux constructions, ouvrages, travaux ou aménagement admis dans la zone. 3. Les dépôts de matériaux qui ne sont pas liés aux constructions, ouvrages, travaux ou aménagement admis dans la zone ; 4. Les destinations et sous-destinations interdites dans le tableau décliné par zone ci-après ; 5. Les constructions, ouvrages ou travaux interdits par les règles graphiques spécifiques (axes de flux, zone inondable, …) ; 6. À l'intérieur des périmètres de captage d'eau potable reportés sur le plan des annexes E-1-1, les constructions, ouvrages ou travaux à l'exception de ceux autorisés par les arrêtés d'utilité publique portant autorisation d'utiliser les eaux de captage.	Pour les nouvelles constructions, changement de destination et extensions, les destinations et sous-destinations autorisées éventuellement sous condition sont déclinées par zone et par secteur ci-après.	/	*Voir ci-après par zonage.*
ZONES URBAINES				
UA1a *UA1a(m)* *UA1h(e)* *UB1a* *UB1b* *UC1* *UC2*	Dans les zones U, sont interdits : 1. Les installations classées entraînant un périmètre de protection dans toutes les zones U sauf pour les équipements d'intérêt collectif et services publics et/ou pour les zones UG3, UG4, UGf, UI1, UI2, UI3 et UI4 ; 2. Le changement de destination des constructions existantes ainsi que les constructions, ouvrages ou travaux autres que ceux soumis à condition particulière dans les zones UE4 et UI5.	Dans les zones U, sont autorisés : 1. Les extensions des constructions existantes même si leur destination n'est pas autorisée dans les tableaux déclinés par zone, y compris par changement de destination pour le même usage ; **2. L'usage des sols et les natures d'activités qui ne sont pas interdites ou soumises à condition particulières dans les règles graphiques ou dans les tableaux.**	Les projets routiers ou de transports en commun ainsi que les parkings ne sont pas cités dans les occupations et utilisations du sol soumises à conditions.	**OUI** Les projets routiers ou de transports en commun ainsi que les parkings ne sont pas cités dans les occupations et utilisations du sol soumises à conditions ni dans les occupations du sol interdites. Sont autorisés en zone U « L'usage des sols et les natures d'activités qui ne sont pas interdites ou soumises à condition particulières dans les règles graphiques ou dans les tableaux ». Le projet est donc compatible avec les zones U qu'il traverse.

ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
UD1a	3. La transformation d'une annexe en logement dans les cas où seules les annexes et/ou extensions sont autorisées.			
UD2a				
UE1a				
UE2c				
UE2c(d)				
UE2e				
UE4				
UI1a				
UI1a(d)				
UI1b				
UI1d				
UI1e				
UI2				
UI3				
UG1a				
UG2a				
UG2b				
UG2h				
UGI				
UGf				
UO1				
UO3				
UP				

ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
ZONES À URBANISER				
1AU	Sont interdits les constructions, ouvrages ou travaux autres que ceux soumis à condition particulière.	Sont autorisés : Dans toute la zone : les extensions des constructions existantes sont autorisées. En outre, Dans les secteurs 1AU : **les occupations ou utilisations du sol admises sont fixées par les orientations d'aménagement et de programmation concernées, sous réserve du respect des conditions d'aménagement et d'équipement fixées dans les orientations d'aménagement et de programmation**. […]	/	**OUI** La seule zone 1AU traversée par le projet est l'OAP « Le Haut Grippé » à Cesson-Sévigné, au niveau du P+R de la Rigourdière de la ligne T2. Le projet ne remet pas en cause cette OAP (voir chapitre 5.2.3.3 « Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)) ». Il est donc compatible avec la zone 1AU.
ZONES NATURELLES				
N	Sont interdits : 1. Les constructions, ouvrages, travaux ou utilisations du sol autres que ceux autorisés sous condition particulière s'ils sont compatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière, ou considérés comme le prolongement de l'activité agricole ou forestière. 2. La transformation d'une annexe en logement si elle n'est pas identifiée au titre du patrimoine bâti d'intérêt local et sous réserve de respecter les conditions exigées.	Sont autorisés : 1. Dans les marges de recul au titre de l'article L111-6 et L111-8 du code de l'urbanisme applicables le long des autoroutes, routes express, routes à grande circulation et leurs déviations en dehors des parties actuellement urbanisées, les constructions, ouvrages ou travaux autorisés par dérogation dans ces espaces dans les zones A et N et leurs secteurs par le présent règlement (voir Titre III – Légende du règlement graphique) sont admis. 3. Les changements de destination en zone N et NP sont soumis à l'avis de la commission départementale de la nature des sites et des paysages (CDNPS). 4. Les plans d'eau compatibles avec les orientations du SAGE en vigueur dès lors qu'ils maintiennent les caractéristiques topographiques du site. 5. Les voies, les aménagements et ouvrages à condition que leur localisation et leur aspect ne dénaturent pas le caractère des sites, ne compromettent pas leur qualité architecturale et paysagère, ne portent pas atteinte à la préservation des milieux : - voies, franchissements, …	Les projets routiers ou de transports en commun ainsi que les parkings ne sont pas cités dans les occupations et utilisations du sol soumises à conditions.	**OUI** Le projet traverse des zones N au niveau de la RN24 à Rennes (T2 Ouest). Le projet s'insère cependant sur les voiries existantes, sans impact sur les abords. *RN24/ échangeur de la sortie 10 de rocade* Le projet rentre dans le point 5 suivants : *« 5. Les voies, les aménagements et ouvrages à condition que leur localisation et leur aspect ne dénaturent pas le caractère des sites, ne compromettent pas leur qualité architecturale et paysagère, ne portent pas atteinte à la préservation des milieux ».* Le projet est calé au niveau du terrain actuel.

ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
		- cheminements piétons, aire de stationnement, … ni bitumés, ni cimentés, - objets mobiliers destinés à l'accueil ou à l'information du public, - poste d'observation de la faune et de la flore, - -… 6. Les ouvrages nécessaires à la protection phonique ou à la protection ou gestion des inondations et des eaux pluviales. 7. Les affouillements et exhaussements des sols autorisés dans la zone, hors secteurs Nc et Ne, dès lors qu'ils maintiennent les caractéristiques topographiques du site sauf s'ils participent à la restauration des cours d'eau ou des zones humides ainsi qu'à la renaturation ou la confortation des corridors écologiques, 8. Les dépôts de matériaux liés aux travaux de construction ou d'aménagement autorisés dans la zone hors secteurs Nc, Ne. 9. Le stockage de matériaux inertes sous réserve qu'il ne perturbe pas la qualité paysagère des lieux et qu'un retour à l'activité agricole reste possible hors secteurs Nh, Ng, Ni, Nl, Ny, Ness. 10. L'aménagement d'aires de sports et de loisirs de plein air (ex : aire de jeux, ...), sans construction. 12. De plus, dans les secteurs Ne, les affouillements et exhaussements des sols.		Il est compatible avec la zone N.
Ne				**OUI** Le projet traverse des zones Ne au niveau de la rue Louis Guilloux à Rennes (T1 et T2 Ouest), de la rue de Bellevue et de la rue de la Chalotais à Cesson-Sévigné (T2 Est). *Rue Louis Guilloux* *Rue de Bellevue*

ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
				 *Rue de la Chalotais* À noter que le projet jouxte une zone Ne au niveau de l'avenue de Cucillé à Rennes mais n'a pas d'emprise sur cette dernière. Le projet rentre dans le point 5 suivants : *« 5. Les voies, les aménagements et ouvrages à condition que leur localisation et leur aspect ne dénaturent pas le caractère des sites, ne compromettent pas leur qualité architecturale et paysagère, ne portent pas atteinte à la préservation des milieux ».* Aucun dépôt de matériaux n'aura lieu dans ces zones durant le chantier. Le projet est compatible avec la zone Ne.

ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
ZONES AGRICOLES				
A	Sont interdits : 1. Les constructions, ouvrages, travaux ou utilisations du sol autres que ceux autorisés sous condition particulière s'ils sont compatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière, ou considérés comme le prolongement de l'activité agricole ou forestière. 2. La transformation d'une annexe en logement si elle n'est pas identifiée au titre du patrimoine bâti d'intérêt local et sous réserve de respecter les conditions exigées.	Sont autorisés : 1. Dans les marges de recul au titre de l'article L111-6 et L111-8 du code de l'urbanisme applicables le long des autoroutes, routes express, routes à grande circulation et leurs déviations en dehors des parties actuellement urbanisées, les constructions, ouvrages ou travaux autorisés par dérogation dans ces espaces dans les zones A et N et leurs secteurs par le présent règlement (voir Titre III – Légende du règlement graphique sont admis. 2. Les changements de destination en zone A sont soumis à l'avis de la commission départementale de la préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers (CDPENAF). 4. Les plans d'eau compatibles avec les orientations du SAGE en vigueur dès lors qu'ils maintiennent les caractéristiques topographiques du site. 5. Les voies, les aménagements et ouvrages à condition que leur localisation et leur aspect ne dénaturent pas le caractère des sites, ne compromettent pas leur qualité architecturale et paysagère, ne portent pas atteinte à la préservation des milieux : - voies, franchissements, … - cheminements piétons, aire de stationnement, … ni bitumés, ni cimentés, - objets mobiliers destinés à l'accueil ou à l'information du public, - poste d'observation de la faune et de la flore, - -… 6. Les ouvrages nécessaires à la protection phonique ou à la protection ou gestion des inondations et des eaux pluviales. 7. Les affouillements et exhaussements des sols autorisés dans la zone, hors secteurs Nc et Ne, dès lors qu'ils maintiennent les caractéristiques topographiques du site sauf s'ils participent à la restauration des cours d'eau ou	Les projets routiers ou de transports en commun ainsi que les parkings ne sont pas cités dans les occupations et utilisations du sol soumises à conditions.	**OUI** Le projet traverse une zone A au niveau du croisement Rue des Fougères/ Rue du Clos Courtel à Cesson-Sévigné. Cependant, l'emprise projet y est très limitée et se cantonne à la route existante, sans impact sur le champ.  Le projet rentre dans le point 5 suivants : *« 5. Les voies, les aménagements et ouvrages à condition que leur localisation et leur aspect ne dénaturent pas le caractère des sites, ne compromettent pas leur qualité architecturale et paysagère, ne portent pas atteinte à la préservation des milieux ».* Le projet est compatible avec la zone A.

ZONE	OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES	OCCUPATIONS DU SOL AUTORISEES SOUS CONDITIONS	COMPATIBILITE DU PROJET
		des zones humides ainsi qu'à la renaturation ou la confortation des corridors écologiques, 8. Les dépôts de matériaux liés aux travaux de construction ou d'aménagement autorisés dans la zone hors secteurs Nc, Ne 9. Le stockage de matériaux inertes sous réserve qu'il ne perturbe pas la qualité paysagère des lieux et qu'un retour à l'activité agricole reste possible hors secteurs Aa, Aen, Ah, Ag, Ai, Al, Ay. 10. L'aménagement d'aires de sports et de loisirs de plein air (ex : aire de jeux, ...), sans construction.		

Le projet est compatible avec les règlements des zonages qu'il traverse.

Plans thématiques

Le Règlement graphique des zonages du PLUi s'accompagne de plans thématiques :

- Hauteurs : hauteurs de bâtiments maximales autorisées ;
- Coefficient de végétalisation ;
- Gestion des eaux pluviales : réglementation applicable selon les zonages en termes d'infiltration des eaux pluviales ;
- Stationnement : réglementation de certains secteurs en termes de stationnement pour les nouveaux logements ;
- Santé, Risques et Sécurité :
  - Zones de vigilance Air/bruit lignes électrique (servitude I4) HT/THT (Haute Tension/ Très Haute Tension) ;
  - Mouvements de terrain (retrait-gonflement des argiles) ;
- Mixité sociale : plan des secteurs de mixité sociale ;
- OAP Périmètres : plan des OAP intercommunales et de quartier.

Les plans thématiques concernant le projet sont présentés ci-après.

Gestion des eaux pluviales

Le PLUi de Rennes Métropole fixe les prescriptions en termes de gestion des eaux pluviales (infiltration) des projets d'aménagement. Les prescriptions sont présentées dans le chapitre 8.2 « Desserte par les réseaux » du Règlement du PLUi, paragraphe « Gestion des eaux pluviales ».

Le chapitre 2.4.6.4 de la Partie 4 État initial de l'Étude d'impact présente ce plan.

Le système d'assainissement défini pour le projet tient compte de ce plan et, de manière générale, des règlementations locales de gestion des eaux pluviales.

Santé, Risques et Sécurité

Le projet n'est pas concerné par des zones à risque de retrait-gonflement des argiles identifiées sur le plan.

Le projet est concerné par des lignes électriques aériennes soumises à une servitude de type I4 (Trambus T2 Est).

Le projet est compatible avec les lignes aériennes (voir chapitre 5.3.1 « Compatibilité avec les Servitudes d'Utilité Publique (SUP) »).

Coefficient de végétalisation

Ce plan fixe les % de végétalisation à atteindre pour les nouveaux projets selon les secteurs.

Dans le règlement littéral, il est noté que le coefficient de végétalisation ne s'applique pas à certains types de travaux, notamment les :

- Constructions, ouvrages, installations sur l'espace public (terrasse, kiosque, construction ou installation provisoire, …) ;
- Voies et/ou emprises ouvertes au public y compris le stationnement associé.

Ce coefficient ne s'applique donc pas au projet.

OAP Périmètres : plan des OAP intercommunales et de quartier

Les OAP sont présentées au chapitre 5.2.3.3.4 Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP).

5.2.3.1.2 Prescriptions particulières

Le PLUi définit de nombreuses prescriptions particulières figurant sur le plan de zonage. Sont présentées ci-après uniquement celles concernant le projet.

Les cartes des prescriptions sont disponibles à la fin de ce chapitre.

➢ Règles liées aux équipements, réseaux et servitudes

❖ Emplacements réservés

Le PLUi comprend de nombreux emplacements réservés (ER). Beaucoup d'emplacements réservés à proximité du projet appartiennent à Rennes Métropole.

7 emplacements réservés sont impactés par l'emprise projet, dont 6 appartenant à Rennes Métropole et 1 à la commune de Rennes.

Tableau 106 : Emplacements réservés interceptés par le projet

N°ER	CARACTERISTIQUES	COMMUNE	SUPERFICIE (en m²)	BENEFICIAIRE	LIGNE CONCERNEE
119	Augmentation de 2 m de la largeur du trottoir	Cesson-Sévigné	414	Rennes Métropole	T2
120	Aménagement de l'axe Est-Ouest	Cesson-Sévigné	4135	Rennes Métropole	T2
410	Élargissement pour création de couloir bus	Rennes	1331	Rennes Métropole	T1
433	Élargissement ponctuel de 28 à 30 m en rive Nord Aménagement du carrefour Marbeuf / Lorient Carrefour giratoire à l'intersection de la bretelle d'accès à la rocade	Rennes	433	Rennes Métropole	T2
454	Liaison et desserte du secteur administratif de Beauregard et intersection avec l'avenue Charles Tillon : création d'une voie	Rennes	7460	Rennes Métropole	T1
568	Élargissement et aménagement de la voie pour passage des transports collectifs	Rennes	537	Commune	T1
625	Élargissement de la rue Chesnay Beauregard	Saint-Grégoire	2947	Rennes Métropole	T1

Le projet de trambus reprend l'objectif de ces ER et est donc compatible avec ces derniers.

A noter que le projet jouxte de nombreux ER sans toutefois les impacter.

❖ Servitude de localisation

Le projet intercepte une servitude de localisation et jouxte une autre.

Tableau 107 : Servitudes de localisation interceptées par le projet

N° SL	CARACTERISTIQUES	COMMUNE	LOCALISATION
V8	Création d'une voie de liaison Nord-Sud dans la ZI Ouest	Rennes	T2 Est :de la rue Manoir de Servigné à la route de Lorient. L'emprise projet jouxte cette SL sans l'impacter.
Leclerc	*Non mentionnées dans le PLUi opposable actuellement.* *La modification n°2 du PLUi en cours viendra apporter des informations. Il s'agit de la création d'un cheminement piétons-cycles reliant Beauregard et les centres commerciaux.*	Saint-Grégoire	T1 Ouest Nord : au niveau du P+R prévu à Leclerc.

En violet : emprise projet ; En hachuré bleu : SL.

Figure 192 : SL V8 par rapport au projet

En violet : emprise projet ; En hachuré bleu : SL.

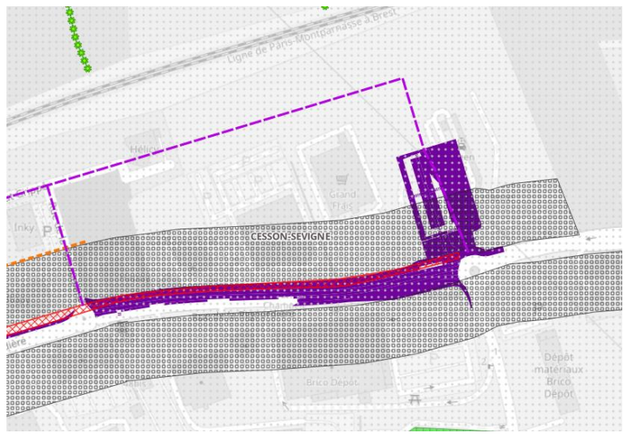
Figure 193 : SL au niveau de Leclerc (T1 Ouest Nord)

Cette SL est sans impact pour le projet car même si l'emplacement est très large, il n'est prévu que pour une hypothétique liaison douce qui s'insérera en tenant compte des aménagements du trambus.

❖ Voie de circulation à conserver ou à créer

Le projet jouxte des voies de circulation à conserver ou à créer. Une seule est impactée par l'emprise projet, au niveau du P+R de la Rigourdière à Cesson-Sévigné (T2 Est).

Cependant, il s'agit de l'emplacement d'un autre projet d'aménagement. Cette prescription n'est pas bloquante pour le projet de Trambus.



En violet : emprise projet ; En violet pointillés : Voie de circulation à conserver ou à créer.

Figure 194 : Voie de circulation à conserver ou à créer au niveau de la Rigourdière

❖ Chemin piétons-cycles à conserver

Le projet jouxte des chemins piétons-cycles à conserver. **Aucun d'entre eux n'est impacté.**

❖ Chemin piétons-cycles à créer

Le projet jouxte des chemins piétons-cycles à créer. **Aucun d'entre eux n'est impacté.**

❖ Axe du métro et secteur de nécessité de service public

Le projet recoupe l'axe du métro à 4 reprises. Cela implique les prescriptions suivantes :

« Conformément à la loi du 03/01/02 relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et au décret N°2003-425 du 09/05/2003 relatif à la sécurité des transports publics guidés, dans une bande de 50 mètres autour des ouvrages du métro, les projets de constructions, ouvrages ou travaux doivent prendre en compte la préservation des ouvrages, et ne pas compromettre la sécurité des usagers et le bon fonctionnement de l'infrastructure. Par ailleurs, toute construction ne peut être implantée à moins de cinq mètres du viaduc du métro, à l'exception des ouvrages techniques liés aux différents réseaux ».

Les travaux du projet n'auront aucun impact sur le métro.

❖ Servitude d'établissement pénitentiaire

Une servitude d'établissement pénitentiaire est située dans la zone d'étude à l'extrémité Ouest du T2. **Le projet n'est pas concerné par cette dernière.**

➢ Règles relatives aux espaces verts, à l'environnement et à l'énergie

❖ Espaces boisés classés (EBC)

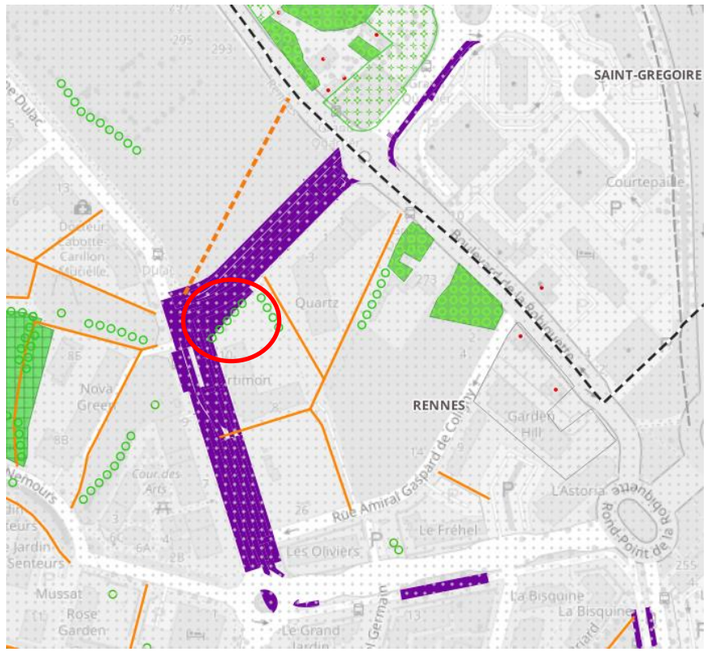
Quelques EBC sont situés en bordure de voiries concernées par le projet. **Le projet n'impactera aucun d'entre eux.** Seules quelques remises en état d'espaces verts en bordure de voirie sont prévues.

LEGENDE :

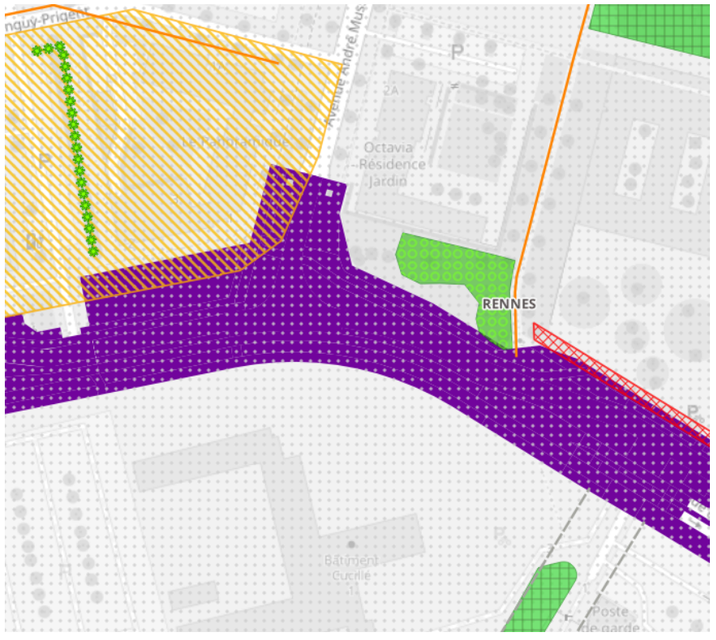
Emprise projet

Espace boisé classé

Espace boisé classé

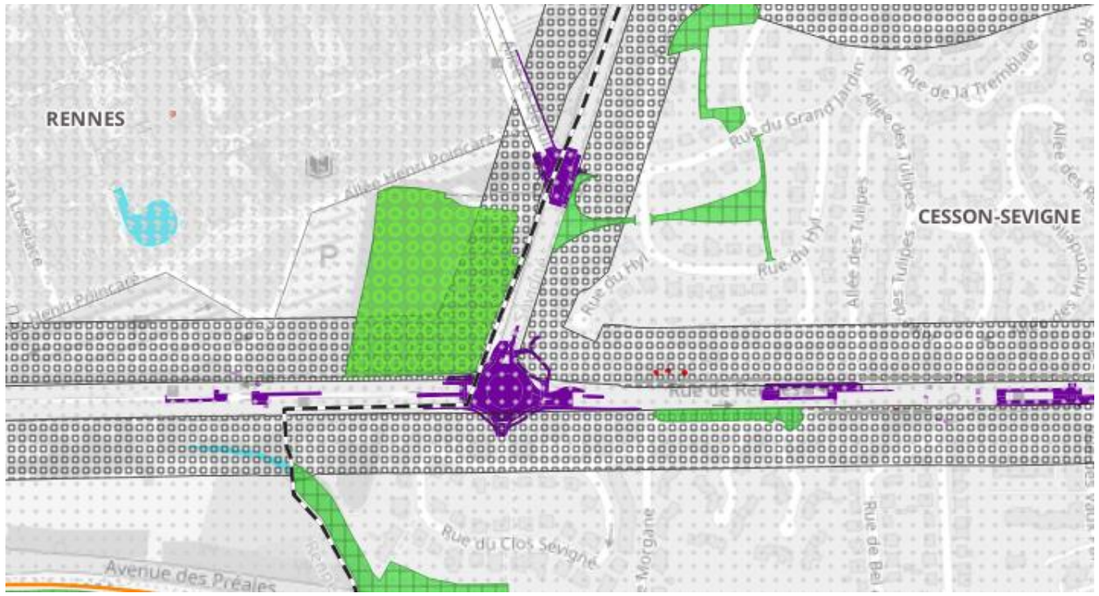


Rue Duvivier (T1 Ouest Nord)



Avenue de Cucillé (T1 Ouest Nord)

Rue Louis Guilloux (T1 Ouest Sud)



Rue de Rennes (T2 Est)

Figure 195 : EBC à proximité du projet (non impactés)

❖ Espaces d'intérêt paysager ou écologique

Des espaces d'intérêt paysager ou écologique sont situés en bordure du projet.

Les terrains couverts par un Espaces d'Intérêt Paysager ou Écologique (EIPE) sont inconstructibles sauf pour :

- Les constructions, ouvrages et travaux ne compromettant pas le caractère de ces espaces, notamment les locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés, l'aménagement des berges, la protection contre les crues et les protections phoniques, l'accueil du public, l'entretien de ces espaces, leur réorganisation éventuelle et leur mise en valeur, ...etc.
- Les voies d'accès et de sécurité ;
- Les constructions, ouvrages ou travaux sous réserve de respecter les conditions suivantes :
  - Sa suppression partielle est limitée à 30% de sa superficie ou de son linéaire ;
  - Cette suppression partielle est compensée par une surface ou un linéaire au minimum équivalent, aménagé soit dans la continuité de la partie conservée, soit à proximité de celle-ci dans le cadre d'un projet d'ensemble ;
  - Tout arbre de haute tige supprimé présentant une qualité végétale avérée (qualité du port et de la couronne végétale au regard des enjeux de biodiversité, de l'essence, du potentiel, de l'état phytosanitaire, …) doit être remplacé par 2 arbres de qualité équivalente ou supérieure en termes d'essence sur la base d'un arbre par 20 m² de pleine terre minimum ;
  - L'aménagement paysager sera réalisé, soit dans le respect de la composition végétale d'ensemble existante, soit en recherchant une composition d'ensemble présentant une qualité équivalente.

Les nouvelles aires de stationnement (aérien et souterrain) ne sont pas autorisées dans ces espaces.

Un recul des constructions par rapport aux arbres peut être exigé dans la limite de la projection au sol de leurs couronnes.

En outre, toute destruction partielle d'un Espace d'Intérêt Paysager ou Écologique délimité aux documents graphiques doit préalablement faire l'objet d'une déclaration préalable, sauf dans le cas de situation d'urgence menaçant la sécurité des biens et des personnes ainsi que la sureté du système électrique.

Certains EIPE sont impactés par l'emprise du projet.

Le projet rentre dans le critère « ouvrages ou travaux avec possibilité de porter atteinte jusqu'à 30% ». Il est prévu de faire une déclaration de projet ponctuelle pour tous les cas où il y aura un impact non évitable, en respectant la règle des 30% et la compensation à mettre en œuvre.

LEGENDE

Emprise projet

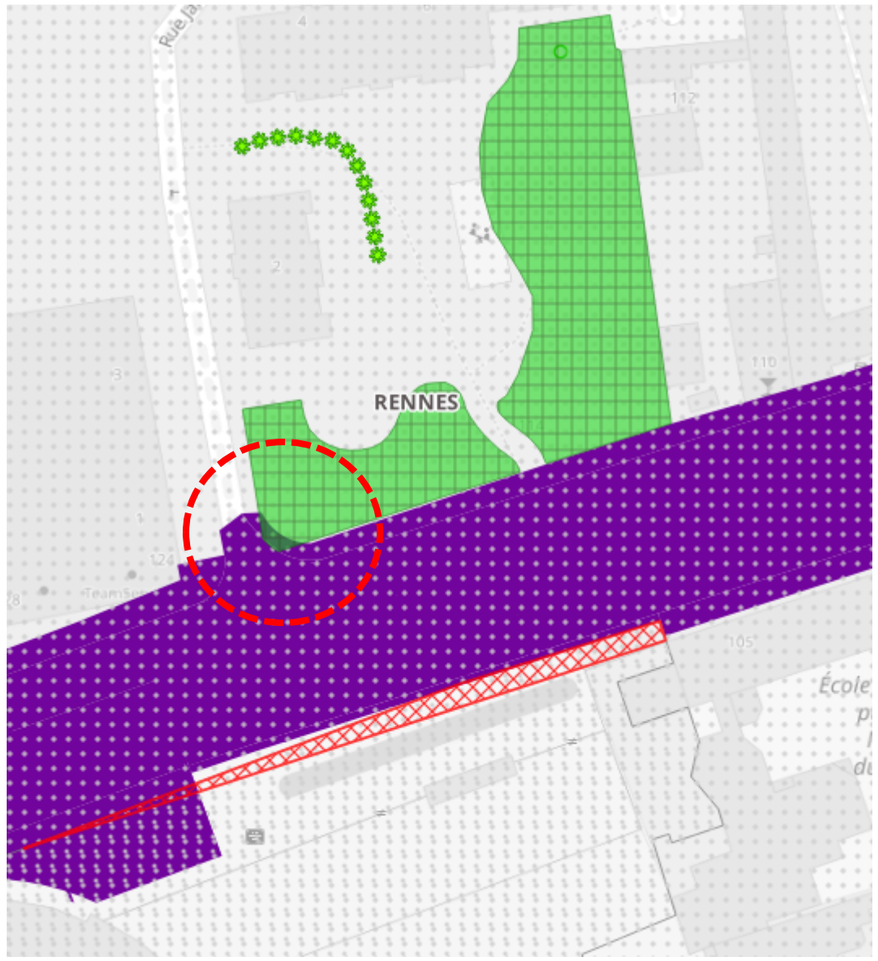
Espace d'intérêt paysager ou écologique

Espace d'intérêt paysager ou écologique

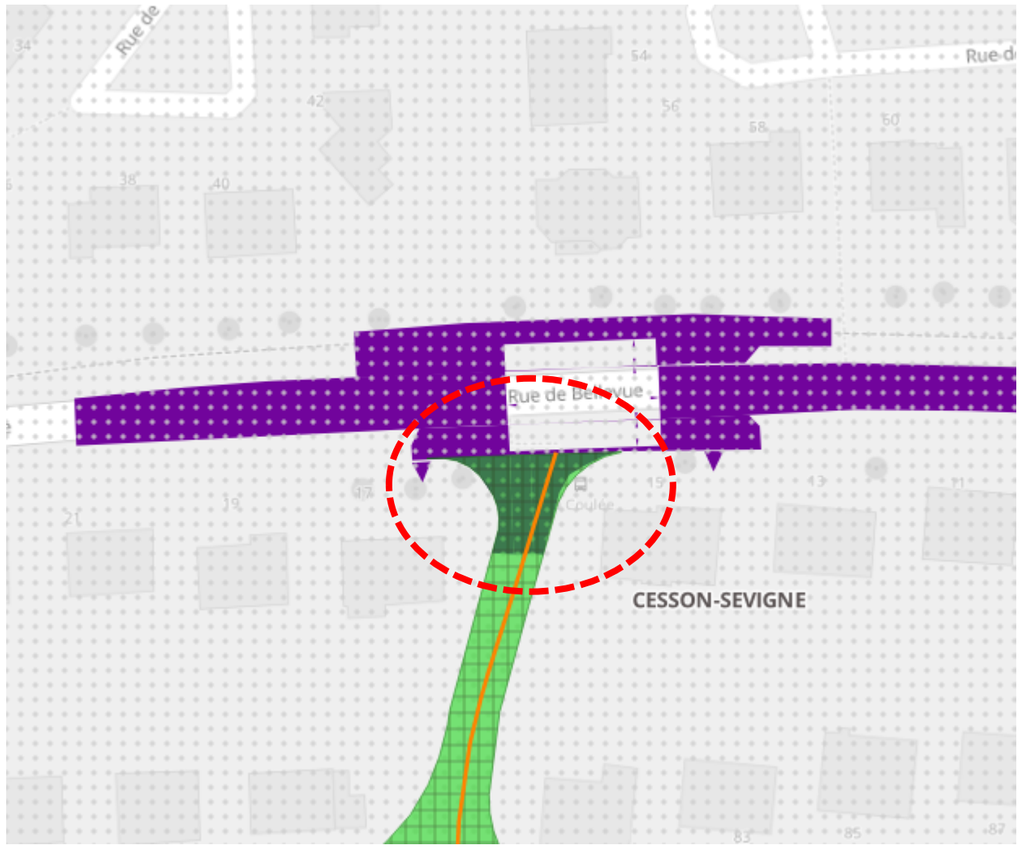
Parc administratif à Rennes (T1 Ouest Nord)

Rue Louis Guilloux à Rennes (T1 Ouest Sud)

Avenue Gaston Berger à Rennes (T1 Ouest Sud)



Rue de Lorient/ RN24 à Rennes (T2 Ouest Intra Rocade)



Rue de Bellevue à Cesson-Sévigné (T2 Est)

Figure 196 : Espaces d'intérêt paysager ou écologique impactés par le projet

❖ Plantation ou espace libre paysager à réaliser

Le projet jouxte un secteur de plantation ou espace libre paysager à réaliser au niveau de la rue du Chesnay Beauregard (extrémité Ouest du Trambus T1). **Il n'impacte cependant pas ce dernier.**

Figure 197 : Plantation ou espace libre paysager à réaliser au niveau de la rue du Chesnay Beauregard

❖ Zone humide du SAGE Vilaine

Le projet se situe à proximité de quelques secteurs de zones humides identifiées dans le SAGE Vilaine.

Aucun impact n'est cependant recensé.

➢ Secteurs de risques et de nuisances

❖ Périmètres d'application des PPRi

Le projet se situe dans le périmètre d'application du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet. **Le projet respecte les prescriptions de ce dernier (voir chapitre 1.3.4 « Impacts des risques majeurs et mesures associées / Impacts du risque d'inondation en phase exploitation et mesures associées »).**

❖ Zones inondables hors PPRi

Le projet traverse également des zones inondables hors PPRi, non identifiées sur le plan des prescriptions (donnée cartographique non disponible). Celles-ci figurent sur le plan suivant.

Dans ces secteurs, sont interdits en dessous de la cote de référence, ou à défaut dans l'ensemble du secteur couvert par cette trame :

- La création de locaux habitables hors emprises de circulation des parties communes ;
- Les installations électriques, sanitaires, techniques : chaudières, moteurs, machines fixes, compteurs électriques dont les détériorations pourraient créer une situation dangereuse sauf si toutes les dispositions sont prises pour garantir l'étanchéité des constructions : positionnement des rampes d'accès, trémies d'escalier et toute ouverture au-dessus de la cote de référence ;
- Le stockage des produits dangereux, polluants ou flottants dans un souci de préservation du milieu aquatique ;

Dans ces secteurs, quand une cote de référence existe, sont autorisés :

- Les extensions, aménagements et changements de destination qui ne sont pas interdits ci-dessus, dès lors que le niveau du plancher du rez-de-chaussée est situé au-dessus de la cote de référence.

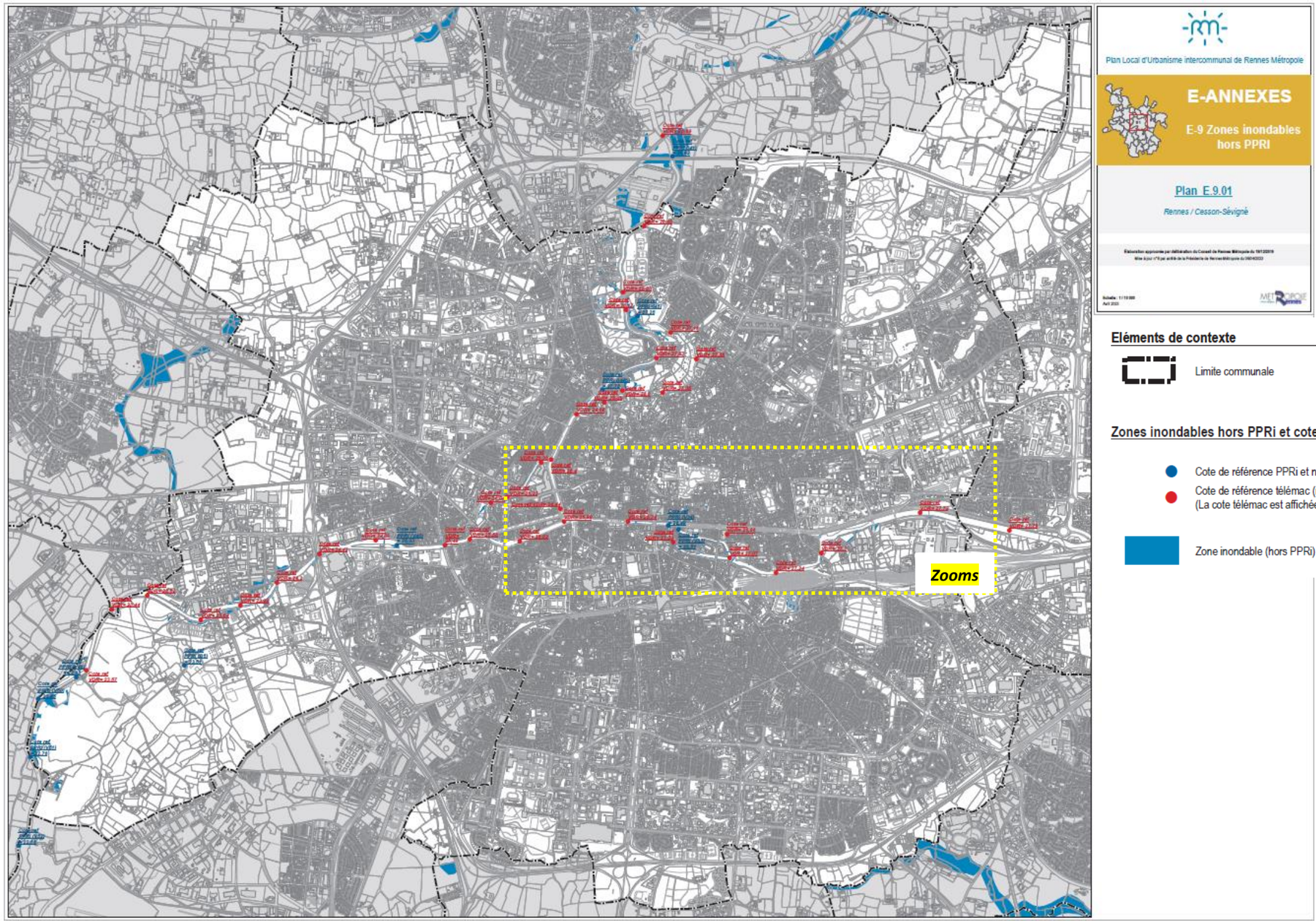
Dans ces secteurs, sont prescrits :

- La mise hors d'eau de toutes installations sensibles à l'eau dont le dysfonctionnement en cas de submersion pourrait avoir des conséquences sur la sécurité des personnes et des biens, telles que machineries d'ascenseurs, installations électriques, installations de chauffage, installations de groupes électrogènes ;
- La mise hors d'eau des postes de transformation d'énergie électriques, moyenne et basses tensions, en veillant à ce qu'ils restent facilement accessibles en cas d'inondation, ainsi que des branchements et des compteurs des particuliers ;
- L'étanchéification des réseaux et l'installation de clapets anti-retour au droit des points de rejet des réseaux d'assainissement ;
- Pour toutes les installations susceptibles de flotter (cuves, citernes), l'implantation au-dessus de la cote de référence ou, lorsque cela n'est pas envisageable, le lestage et l'ancrage résistant à la pression hydrostatique. Les débouchés d'évents (équipés de clapets anti-retour) et les bassins de rétention (étanches) seront prolongés au-dessus de la cote de référence. Les cuves situées en sous-sol en particulier seront arrimées sous la dalle du rez-de-chaussée.

- La mise hors d'eau des dépôts, stocks et décharges de produits périssables, polluants ou dangereux présentant des risques potentiels pour la sécurité ou la salubrité publiques (hydrocarbures, solvants organiques, peintures, produits chimiques, phytosanitaires…) ou, dans le cas où cela n'est pas envisageable, l'installation en fosse étanche et arrimée, résistant à la pression hydrostatique et équipées d'un système de surveillance ou encore des mesures d'évacuation au-delà d'une cote d'alerte (voir le plan d'alerte et de secours communal quand il existe). Les autres biens et produits (mobiliers urbains, …) devront être protégés d'un emportement par les crues ;
- Pour toutes extensions et lors de travaux de rénovation et changement de destination d'un bâtiment (sauf si ce changement est de nature à réduire les risques) :
  - La mise hors d'eau du premier niveau utile destiné à l'habitation ou à l'activité (au-dessus de la cote de référence) quand cela est techniquement possible ;
  - Toutes les mesures de limitation du risque économiquement envisageables seront prises.

Les côtes de référence à respecter sont mentionnées sur le plan suivant (Annexe E du PLUi de Rennes Métropole).

Les aménagements réalisés pour le projet au droit des zones de l'AZI sont ponctuels et respecteront les prescriptions. Le projet sera notamment calé au niveau du terrain actuel et aucun dépôt ni stockage de produits et matériaux n'aura lieu sur ces zones durant le chantier.



Eléments de contexte

Limite communale

Parcelle et bâti cadastral

Zones inondables hors PPRi et cote de référence

Cote de référence PPRi et nom du point

Cote de référence télémac (résultat télémac + 0.3) pour la Q100
(La cote télémac est affichée que si elle est supérieure à la cote du PPRi)

Zone inondable (hors PPRi)

Figure 198 : Annexe E-9 Zones inondables hors PPRi (Source : PLUi de Rennes Métropole)

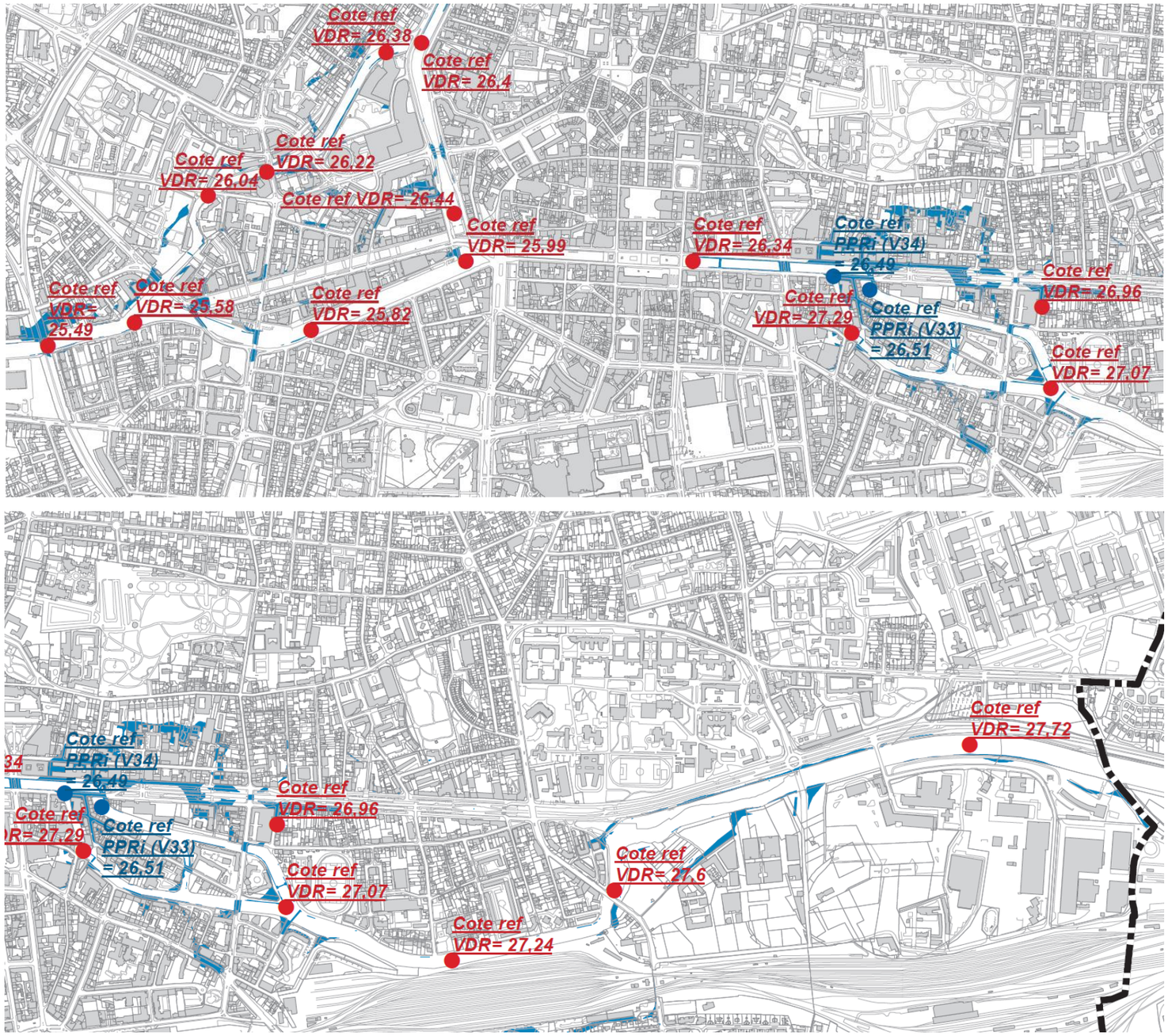


Figure 199 : Annexe E-9 Zones inondables hors PPRi – zooms (Source : PLUi de Rennes Métropole)

➢ Règles relatives à l'ordonnancement, la construction et la mixité fonctionnelle

Ces règles sont regroupées dans les prescriptions suivantes :

- Espaces inconstructibles ;
- Périmètre de démolition avant construction ;
- Règles architecturales particulières ;
- Périmètre concerné par un guide de recommandations ;
- Axe de flux ;
- Centralité ;
- Marge de recul ;
- Linéaire commercial.

Ces prescriptions s'appliquent aux constructions. **Le projet n'est donc pas concerné.**

➢ Règles relatives au patrimoine

❖ Monuments historiques du règlement graphique

La zone d'étude comprend de nombreux monuments historiques, notamment au niveau du centre de Rennes. Le projet traversera donc certains périmètres de protection de ces monuments historiques.

L'ABF a déjà été rencontrée dans le cadre du projet. À noter que les périmètres de protection des monuments historiques pourraient évoluer dans le cadre de la révision du PLUi.

L'ABF sera reconsultée au stade du Permis d'aménager, mais cela concernera surtout les abords du parc de Saint-Cyr (et donc la rue Louis Guilloux à Rennes). L'ABF n'a pas émis de remarque particulière mais sera attentive à la localisation des stations Trambus par rapport aux co-visibilités avec les monuments concernés.

❖ Patrimoine bâti d'intérêt local

La zone d'étude comprend de nombreux bâtis appartenant d'intérêt local, notamment au niveau du centre de Rennes. **Le projet jouxte un bon nombre d'entre eux sans les impacter.**

LEGENDE

Zone d'étude

Limites communales :

Prescriptions surfaciques :

- Axe de flux
- Axe du métro et secteur de nécessité de fonctionnement du service public lié au métro
- Centralité
- Emplacement réservé
- Emprise constructible restreinte
- Espace inconstructible
- Equipement d'intérêt général à créer ou un espace vert à créer ou un espace public à créer (principe de localisation)
- Espace boisé classé
- Espace d'intérêt paysager ou écologique
- Espace vert à créer
- Plantations ou espaces libres paysagers à réaliser
- Monument historique du règlement graphique (plan de zonage)
- Périmètre concerné par un guide de recommandations
- Périmètre d'application d'un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) indiqué au règlement graphique du PLUi (plan de zonage)
- Secteur de risque du Plan de Gestion du Risques d'Inondation (PGRI)
- Périmètre de démolition avant construction
- Secteur de risques et de nuisances technologiques
- Servitude d'établissement pénitentiaire
- Servitude de localisation
- Site naturel de compensation
- Terrain cultivé à protéger
- Zone humide du SAGE

Prescriptions linéaires :

- Chemin piétons-cycles à conserver (principe de localisation)
- Chemin piétons-cycles à créer
- Ensemble urbain patrimonial : séquence urbaine
- Espace boisé classé
- Espace d'intérêt paysager ou écologique
- Haie seule
- Marge de recul
- Plantations ou espaces libres paysagers à réaliser
- Règle architecturale particulière (RA+n°)
- Voie de circulation à conserver ou à créer (principe de localisation)

Prescriptions ponctuelles :

- Espace boisé classé
- Espace d'intérêt paysager ou écologique
- Patrimoine Bâti d'Intérêt Local (PBIL)

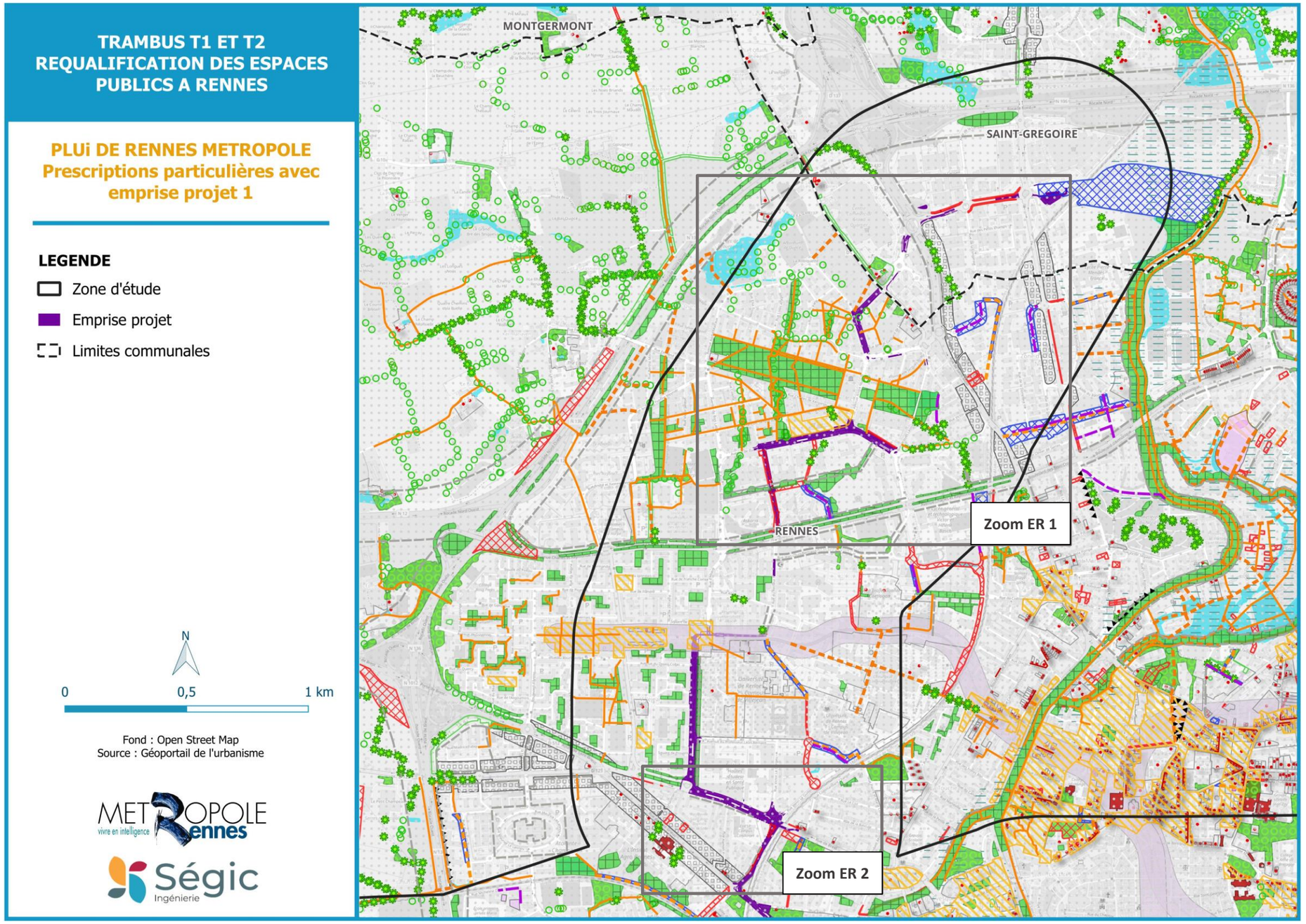


Figure 200 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 1 (Source : SEGIC Ingénierie)

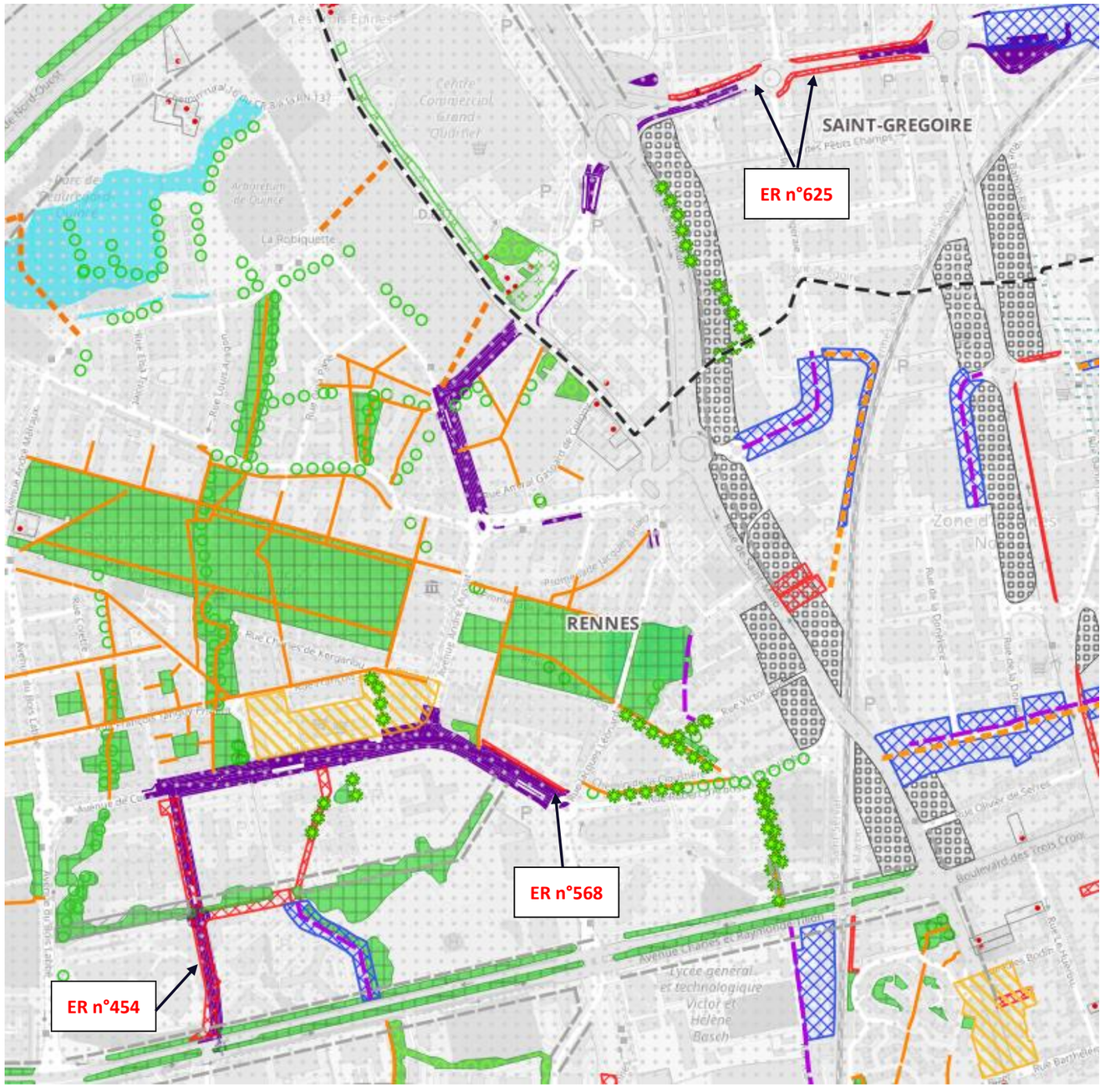


Figure 201 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 1 – zoom ER 1 (Source : SEGIC Ingénierie)

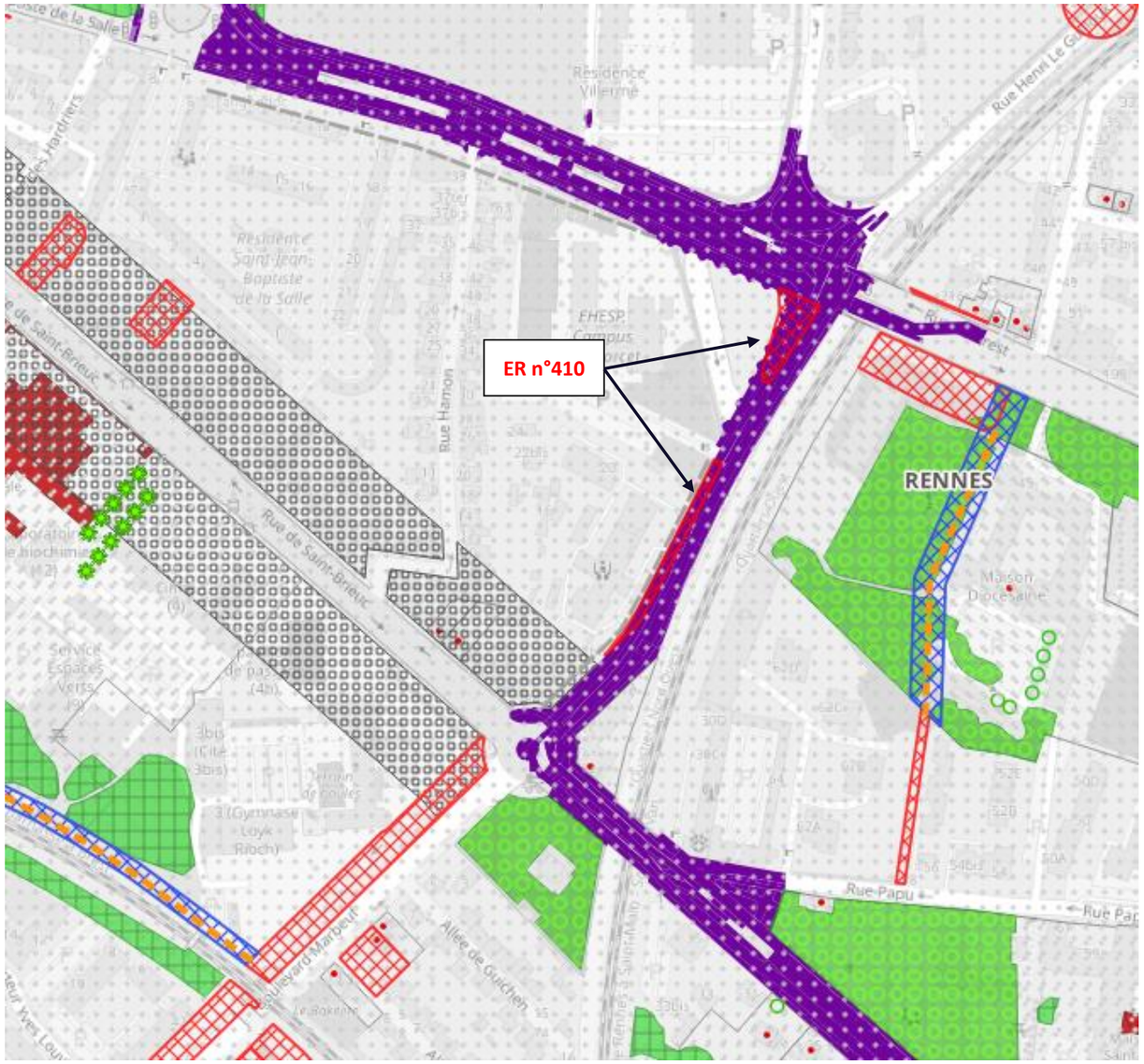


Figure 202 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 1 – zoom ER 2 (Source : SEGIC Ingénierie)

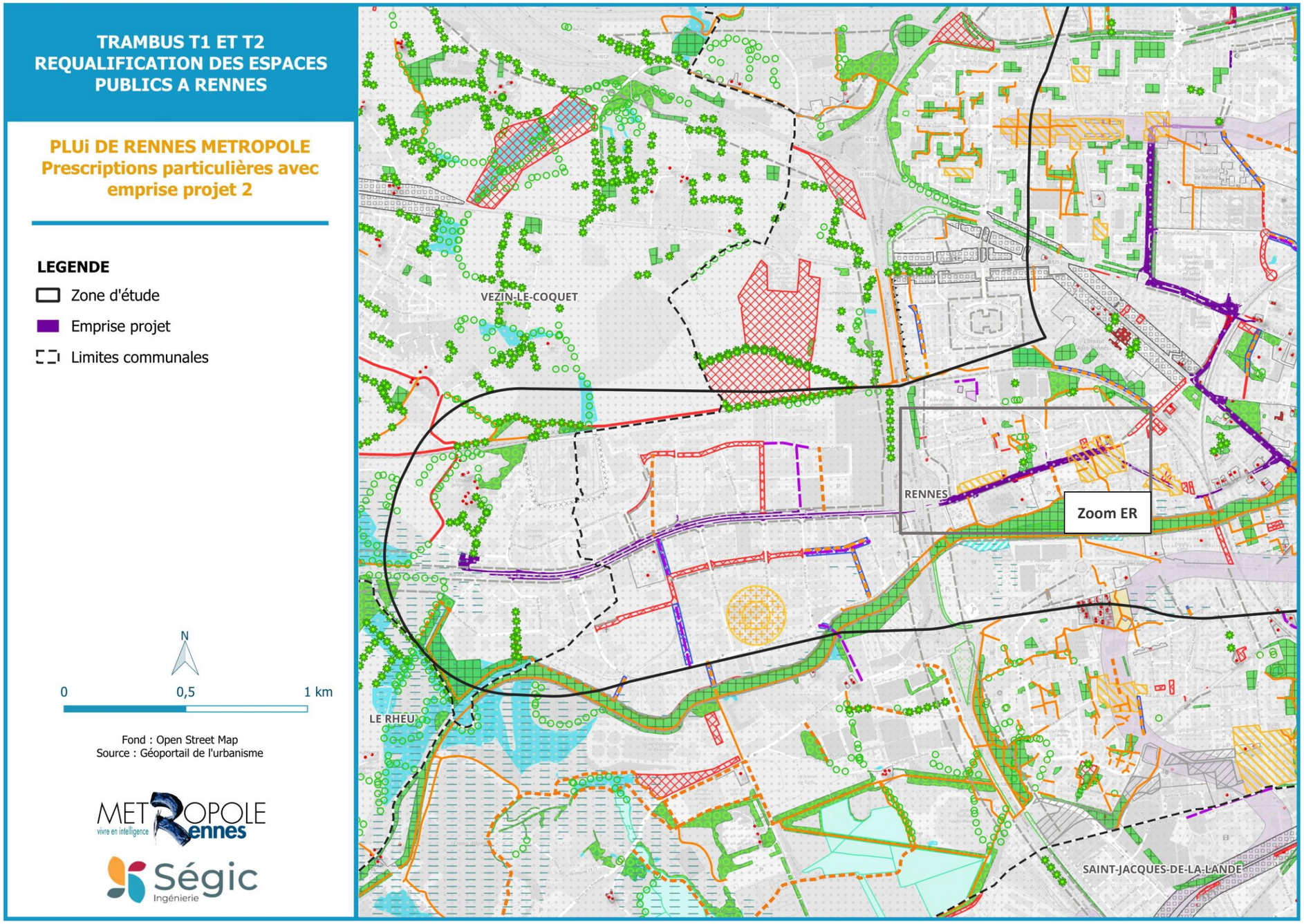


Figure 203 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 2 (Source : SEGIC Ingénierie)

Figure 204 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 2 – zoom ER (Source : SEGIC Ingénierie)

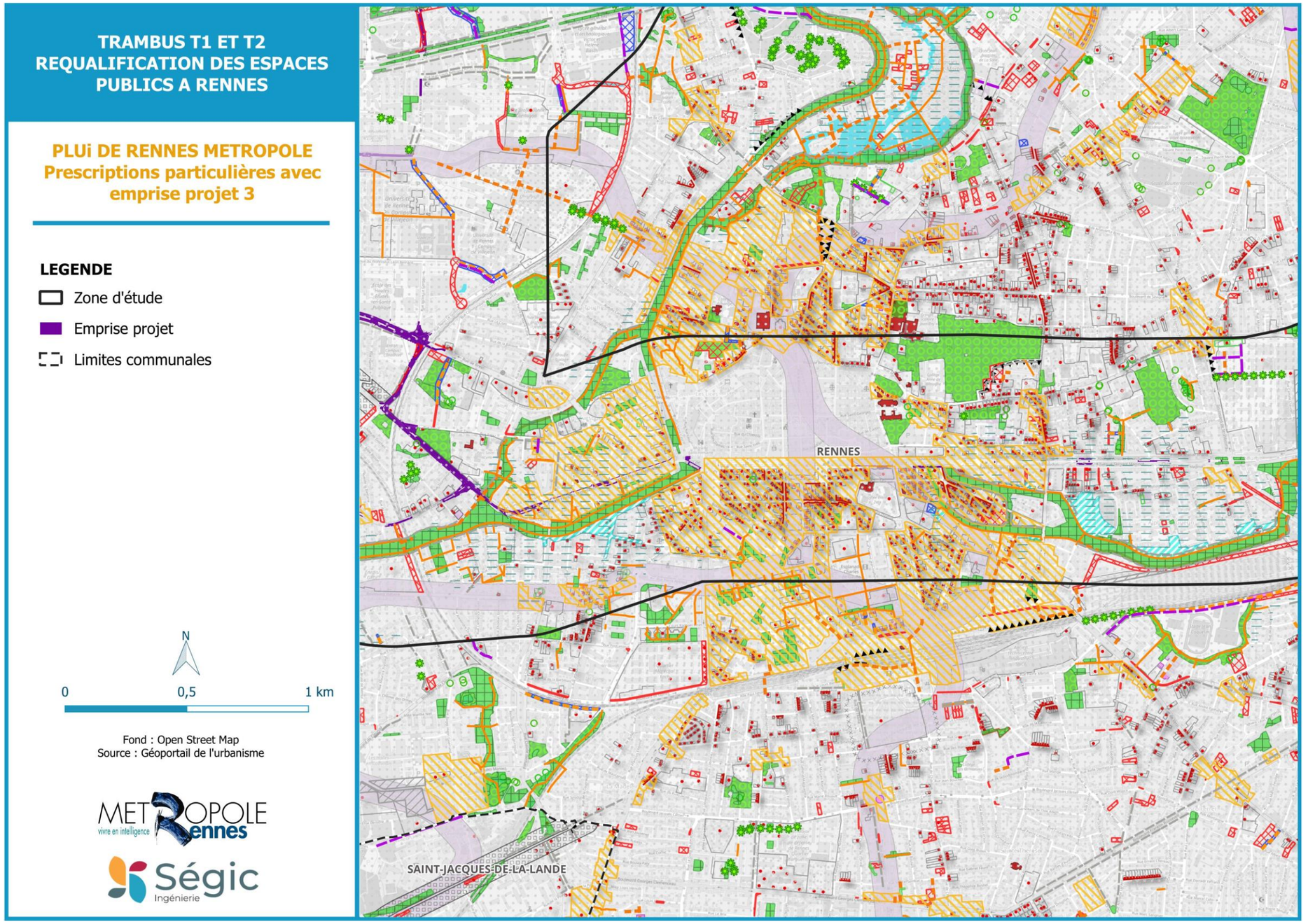


Figure 205 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 3 (Source : SEGIC Ingénierie)

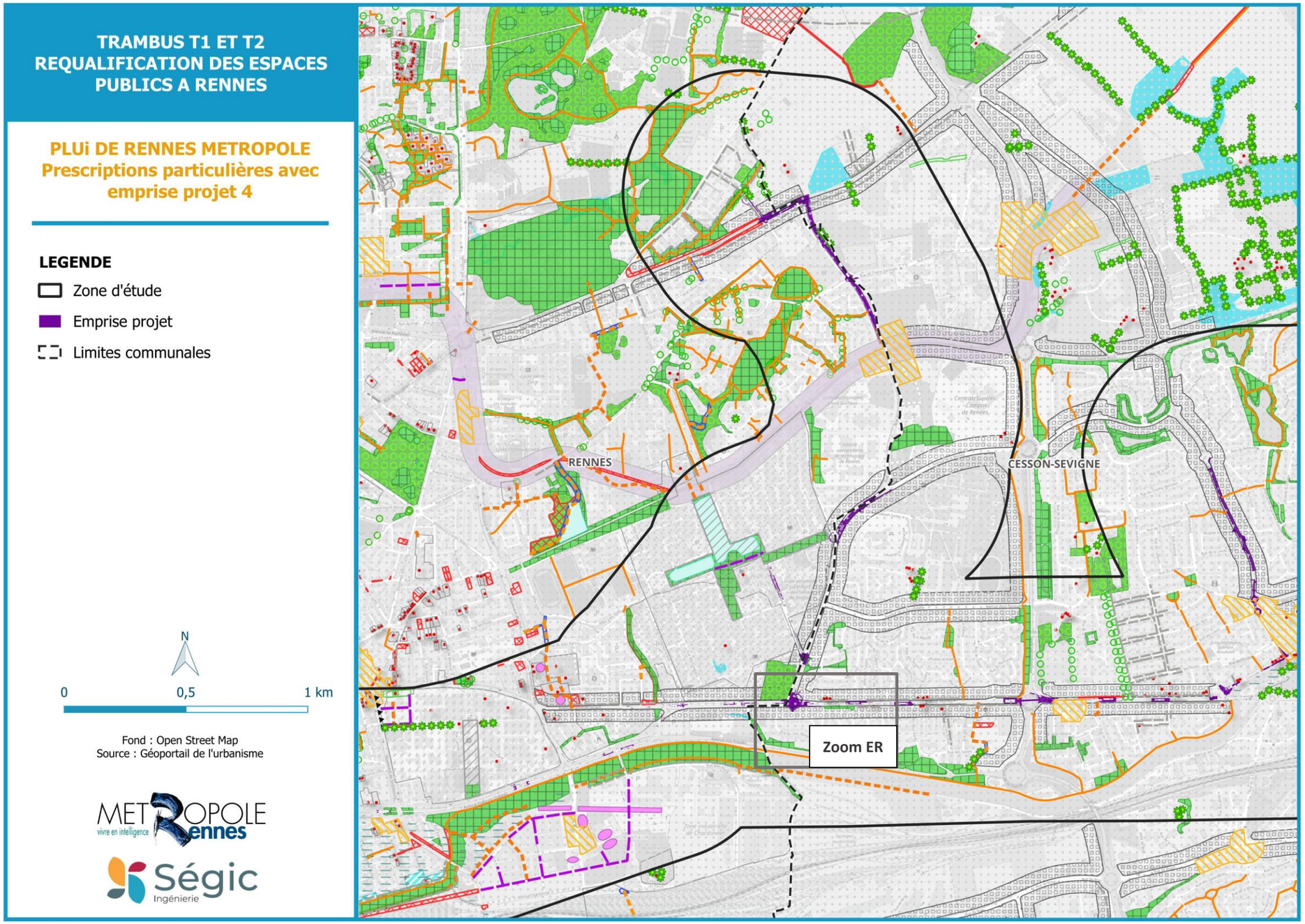


Figure 206 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 4 (Source : SEGIC Ingénierie)

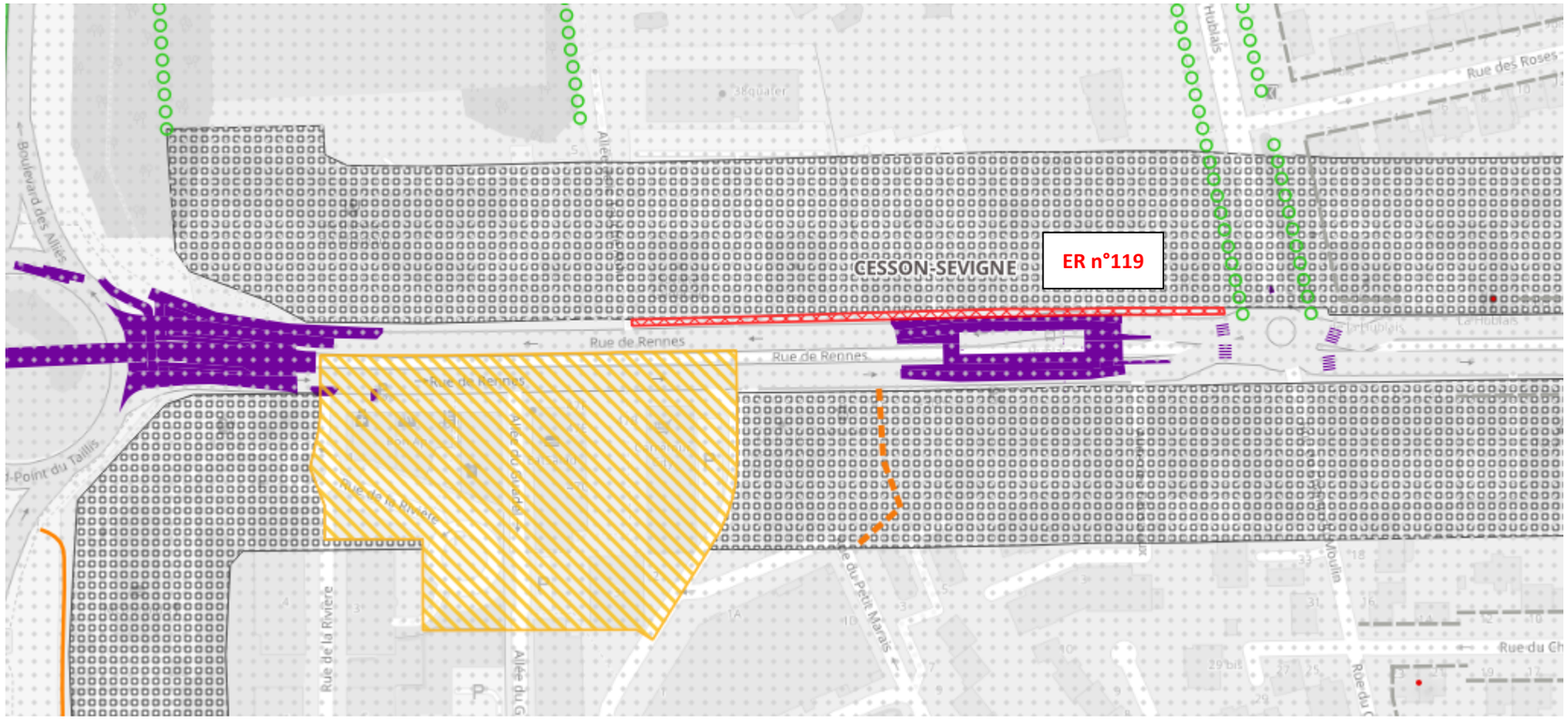


Figure 207 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 4 – zoom ER (Source : SEGIC Ingénierie)

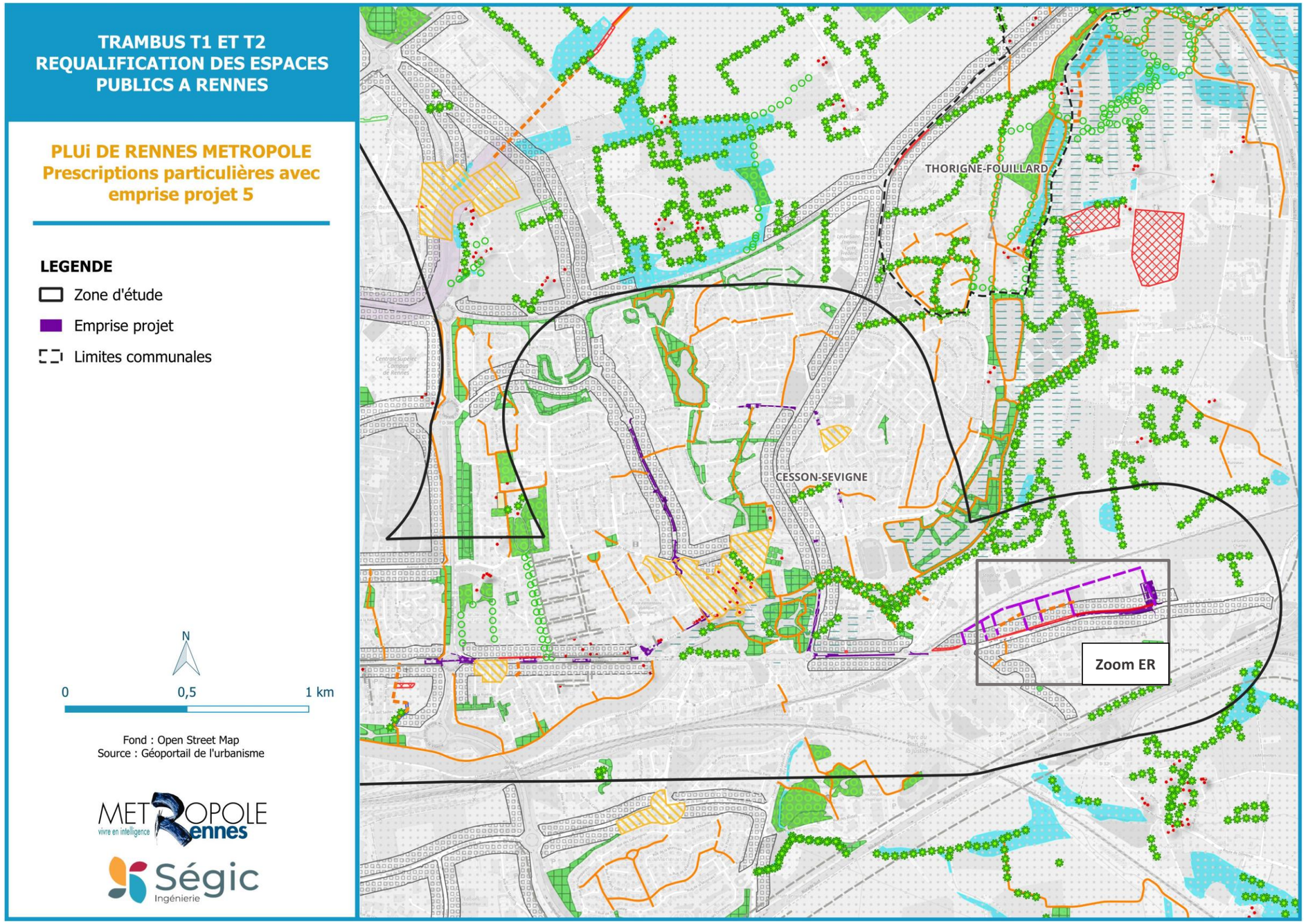


Figure 208 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 5 (Source : SEGIC Ingénierie)

Figure 209 : Prescriptions particulières portées au plan de zonage 5 – zoom ER (Source : SEGIC Ingénierie)

5.2.3.2 PROJET D'AMÉNAGEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (PADD)

Le PADD se compose de 3 parties, comportant chacune 3 orientations. Celles concernant le projet sont les suivantes (le détail de ces dernières a été présenté au chapitre 6.2.2.1.1. « Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) » de la Partie 4 État initial de l'étude d'impact).

- Orientation 5 « Une offre de mobilité variée et performante, au service de tous » : **le projet répond pleinement à cette orientation puisqu'il favorise le développement des mobilités actives et des transports en commun, objectif visé par cette orientation ;**
- Orientation 8 « Construire une "métropole du bien-être" au service de ses habitants intégrant la santé et la gestion des risques dans les projets, et limitant les nuisances » : **le projet :**
  - **Intègre un système de gestion des eaux pluviales, n'augmentant, de ce fait, pas le risque d'inondation sur le territoire ;**
  - **A fait l'objet d'une étude de qualité de l'air et d'une étude acoustique :**
    - L'étude de qualité de l'air démontre que la réalisation du projet induit une diminution des émissions de tous les principaux polluants routiers par rapport à la situation au Fil de l'Eau (ans projet) correspondante. Concernant les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 (hors polluants spécifiques à l'EQRS), la mise en place du projet entraîne une diminution moyenne (tous polluants confondus) des émissions de polluants routiers en 2040 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante ;
    - L'étude acoustique a démontré l'absence de dépassement de seuils réglementaires en situation projetée. Aucune protection acoustique n'est donc nécessaire ;
  - **Tient compte des risques naturels (mouvements de terrain, inondation) et technologiques recensés et n'aggrave pas ces risques ;**
- Orientation 9 « Engager le territoire dans une dynamique de transition pour relever les défis énergétiques et du changement climatique » : **le projet prend place sur des voiries existantes et permet de désimperméabiliser certains secteurs (voir chapitre 1.3.3.2.2 « Impacts sur les eaux superficielles en phase exploitation et mesures associées »).**

Le projet est compatible avec le PADD du PLUi de Rennes Métropole.

5.2.3.3 ORIENTATIONS D'AMÉNAGEMENT ET DE PROGRAMMATION (OAP)

Pour rappel, le PLUi comprend des :

- OAP métropolitaines et intercommunales ;
- OAP communales.

Le détail des OAP a été présenté au chapitre 6.2.2.1.2. « Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) » de la Partie 4 État initial de l'étude d'impact.

Les OAP concernant le projet et la compatibilité du projet avec ces dernières sont présentées ci-après.

OAP métropolitaines et intercommunales

OAP 1 : Projet patrimonial, paysager, trame verte et bleue et les axes de développement de la ville archipel

Le projet traverse :

- Des espaces urbanisés : il est rappelé que le projet prend place sur des voiries existantes en contexte urbain dense ;
- Des zones présentant des enjeux patrimoniaux avec la présence du secteur sauvegardé de Rennes et de patrimoines bâtis d'intérêt local :
- Les vallées de la Vilaine et de l'Ille (à révéler) et des cours d'eau ;
- La Grande diagonale verte ;
- Des continuités écologiques et paysagères à assurer ;
- Des secteurs de grandes armatures vertes à conforter ;
- Des secteurs de grands massifs boisés à protéger.

On notera également la présence d'arbres remarquables disséminés sur l'ensemble de la zone d'étude.

Le projet se situe également à proximité ou de manière très partielle dans des secteurs de composition urbaine et architecturale.

Plusieurs principes d'aménagement sont définis. Ceux concernant le projet sont présentés ci-après.

Concernant **les cours d'eau**, il convient de noter les principes suivants :

- Préserver et restaurer les cours d'eau et les milieux attenants ;
- Protéger et mettre en valeur les zones humides ;
- Contribuer à la prévention des inondations ;
- Veiller à l'amélioration de la qualité de l'eau.

Compatibilité du projet :

Le projet n'a pas d'impact sur les cours d'eau et les zones humides.

Il tient compte du risque d'inondation en respectant le règlement du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet et en intégrant un système de gestion de ses eaux pluviales (gestion quantitative pour ne pas augmenter le risque d'inondation, et gestion qualitative pour ne pas augmenter la pollution).

Pour **la trame verte**, il s'agit de :

- Mettre en valeur la trame verte et offrir plus de place à la nature dans les projets ;
- Relier les espaces naturels entre eux et les rendre plus accessibles ;
- Protéger et mettre en valeur les espaces naturels, les milieux sensibles et le patrimoine végétal.

Compatibilité du projet :

Le projet a fait l'objet d'une étude écologique ayant permis de mettre en évidence les enjeux en présence. Après l'application des mesures écologiques (évitement et réduction), les impacts résiduels de l'ensemble des groupes ne sont pas significatifs. Ils varient de « faibles » à « négligeables ».

Le bilan des arbres avant et après projet est positif. Pour la T1, on notera :

-Après aménagement, 501 arbres seront présents contre 386 actuellement (dont 71 abattus) ;

-Après aménagement, la surface de canopée représentera 21 641 m^2 contre 16 072 m^2 actuellement.

Pour la T2, on notera :

-T2 Ouest Extra Rocade :

Après aménagement, 116 arbres seront présents contre 58 actuellement (dont 6 abattus) ;

Après aménagement, la surface de canopée représentera 6 576 m^2 contre 907 m^2 actuellement ;

-T2 Ouest Intra Rocade :

Après aménagement, 186 arbres seront présents contre 46 actuellement (dont 12 abattus) ;

Après aménagement, la surface de canopée représentera 6 742 m^2 contre 4 355 m^2 actuellement ;

-T2 Est :

Après aménagement, 701 arbres seront présents contre 661 actuellement (dont 36 abattus) ;

Après aménagement, la surface de canopée représentera 45 701 m^2 contre 39 853 m^2 actuellement.

Pour **le paysage et le patrimoine**, on notera les principes suivants :

- Conforter les aménagements paysagers et la végétation ;
- Conserver les perspectives vers des éléments de repères naturels ou urbains ;
- Favoriser la cohérence urbaine, architecturale et paysagère et la qualité des espaces publics ;
- Apaiser la circulation et tenir compte des modes de déplacements actifs ;
- Développer des projets respectant l'organisation spatiale et les caractéristiques paysagères, urbaines et architecturales des sites ainsi que des ensembles urbains identifiés.

Compatibilité du projet :

Il est rappelé que le projet s'intègre sur des voiries existantes en contexte fortement urbanisé. Des aménagements paysagers ont été intégrés à la conception afin de favoriser la présence du végétal.

L'ABF a déjà été rencontrée dans le cadre du projet. À noter que les périmètres de protection des monuments historiques pourraient évoluer dans le cadre de la révision du PLUi. L'ABF sera reconsultée au stade du Permis d'aménager, mais cela concernera surtout les abords du parc de Saint-Cyr (et donc la rue Louis Guilloux à Rennes). L'ABF n'a pas émis de remarque particulière mais sera attentive à la localisation des stations Trambus par rapport aux co-visibilités avec les monuments concernés.

Par ailleurs, le projet se situe en dehors du Site Patrimonial Remarquable (SPR) de Rennes.

Enfin, il répond pleinement au principe visant à apaiser la circulation, en proposant un mode de transport alternatif à l'usage de la voiture personnelle, et tient compte des circulations douces en mettant en place des trottoirs et pistes cyclables continues et sécurisées.

Des « axes de développement de la Ville Archipel » qui porte sur l'ensemble du territoire métropolitain ont été définis pour cette OAP 1.

Un axe est dédié aux mobilités : « Les mobilités au service du développement ». Il s'agit de pouvoir **mettre en place des offres alternatives à l'usage solo de la voiture individuelle**, adaptées aux caractéristiques des différents territoires, en développant un « mix » de solutions de mobilités.

En complémentarité des deux lignes de métro, l'offre de bus est restructurée et réorganisée afin d'assurer une desserte de proximité des pôles générateurs de flux et des quartiers. **La réalisation des axes prioritaires bus se poursuit et permet de renforcer l'attractivité des lignes Chronostar**, principales lignes structurantes du réseau STAR avec les deux lignes de métro. En complément, **la mise en place d'un mode plus efficace en fréquence et en capacité sur l'axe Est-Ouest est à étudier**, de même que des liaisons plus performantes depuis les terminus du métro vers Chantepie, Bruz, Saint-Grégoire et Thorigné-Fouillard.

Parallèlement, **les mobilités actives du quotidien doivent être facilitées**.

En plus de répondre aux besoins de mobilités actuels et futurs, il convient de **limiter les impacts sur le climat et la santé liés au trafic automobile**. Il s'agit de réduire la pollution de l'air, les nuisances sonores mais aussi de préserver l'écosystème, la faune, la flore, la biodiversité en ne multipliant pas les infrastructures.

Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire, en fonction des secteurs pertinents, de :

- Renforcer l'offre en transport en commun ;
- Favoriser le recours aux énergies propres (notamment le développement des véhicules électriques, le PDU fixe un objectif d'une flotte de bus 100% propre en 2030) ;

- Développer la mobilité partagée (covoiturage et auto-partage) ;
- Développer les modes actifs (vélo, dont VAE, et marche à pied).

Compatibilité du projet :

L'axe Est-Ouest mentionné ci-avant est l'axe parcouru par la ligne de Trambus T2. Le projet répond pleinement à cet axe dédié aux mobilités car il s'agit d'un bus bénéficiant de priorités, mode de transport en commun alternatif à l'usage de la voiture personnelle.

De plus, il permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre grâce à un fonctionnement 100% électrique et permet de limiter l'imperméabilisation des sols en réutilisant des voiries existantes.

Il prévoit également la réalisation et le confortement de trottoirs et pistes cyclables continues et sécurisées.

Des études de qualité de l'air et acoustique ont été réalisées :

-L'étude de qualité de l'air démontre que la réalisation du projet induit une diminution des émissions de tous les principaux polluants routiers par rapport à la situation au Fil de l'Eau (ans projet) correspondante. Concernant les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 (hors polluants spécifiques à l'EQRS), la mise en place du projet entraîne une diminution moyenne (tous polluants confondus) des émissions de polluants routiers en 2040 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante ;

-L'étude acoustique a démontré l'absence de dépassement de seuils réglementaires en situation projetée. Aucune protection acoustique n'est donc nécessaire.

Le projet s'inscrit dans un contexte fortement urbanisé. Néanmoins, une étude écologique a été réalisée afin de déterminer les enjeux de ce territoire et les impacts potentiels du projet sur ces derniers.

Les impacts ont abouti à la définition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ». On notera par exemple les mesures suivantes :

-ME1 : Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités ;

-ME2 : Balisage des zones à enjeux ;

-MR5 : Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir ;

-MR8 : Plantations d'arbres et d'alignements ;

-MA1 : Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ;

-MA2 : Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité.

- **OAP 2 : Les secteurs d'enjeux intercommunaux**

Le projet traverse l'OAP :

- Parc d'Activités Ouest ;
- Zone d'Activités Nord Rennes Saint-Grégoire.

❖ Parc d'Activités Ouest

L'OAP se situe à Vezin-le-Coquet et Rennes, à l'extrémité Ouest de la ligne T2. On notera tout particulièrement que l'OAP identifie un axe de TCSP (Transport en commun en site propre) au niveau de la RN24.

Compatibilité du projet :

Le projet est compatible avec cette OAP en répondant au besoin de TCSP identifié sur la RN24.

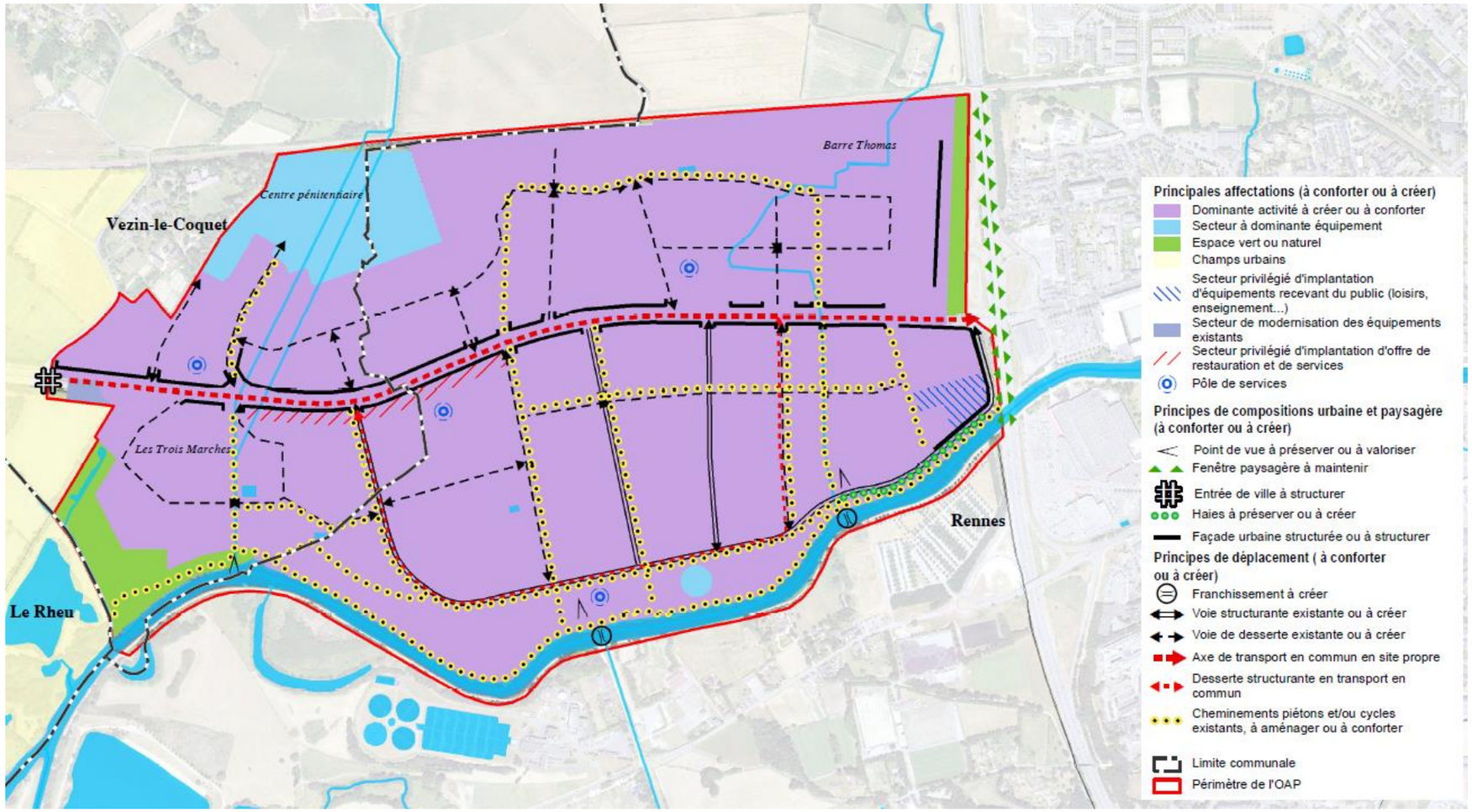


Figure 210 : OAP Parc d'activités Ouest (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP)

❖ Zone d'Activités Nord Rennes Saint-Grégoire

L'OAP, située au niveau de l'extrémité Nord-Ouest de la ligne T1 à Saint-Grégoire, identifie notamment :

- Un axe de TCSP ainsi que des cheminements piétons ou cycles existants, à aménager ou à conforter sur l'avenue Gros Malhon ;
- Un axe de desserte structurante en transport en commun, des haies à préserver ou à créer ainsi que des cheminements piétons ou cycles existants, à aménager ou à conforter sur la rue du Chesnay Beauregard.

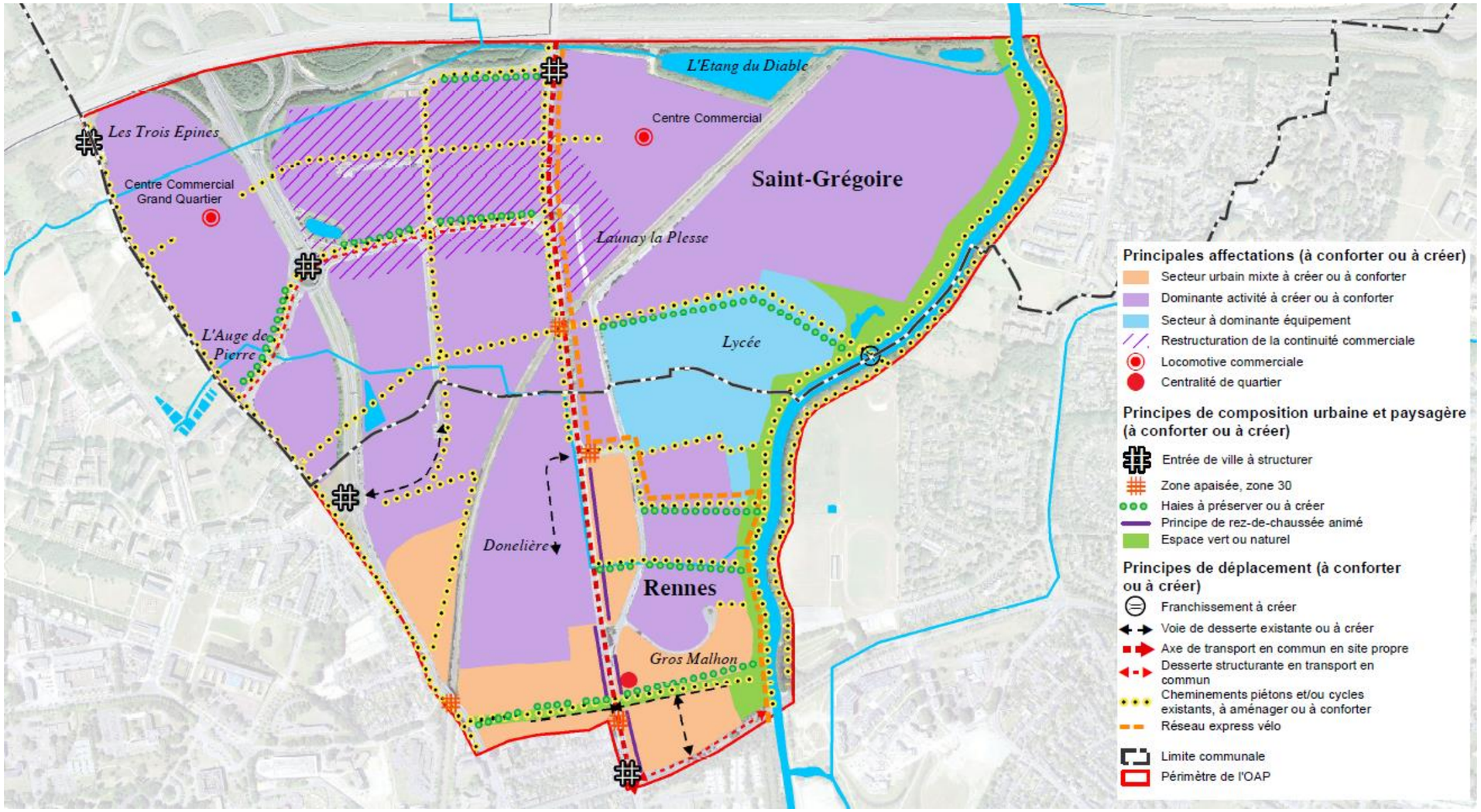


Figure 211 : OAP ZI Nord Rennes Saint-Grégoire (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP)

Compatibilité du projet :

Le projet s'insère sur l'axe de transport en commun de la rue du Chesnay Beauregard. Sur cet axe, le Trambus T1 circulera majoritairement sur les voies dédiées existantes ou à créer.

Il n'existe pas de haies sur l'axe et ce traitement paysager sera traité ultérieurement dans le cadre de la mutation annoncée du secteur (hors Trambus).

Pour les cheminements piétons et cycles existants, à conforter ou à créer, le projet ne prévoit pas de reprise par rapport à l'existant.

Le projet ne remet pas en cause cette OAP et est compatible avec cette dernière.

OAP 3 : Santé, climat, énergie

L'OAP comprend plusieurs orientations. Celles concernant notamment le projet de Trambus T1 et T2 sont les suivantes :

Orientation 1 : Limiter l'exposition des populations aux pollutions atmosphériques et aux nuisances sonores

Compatibilité du projet :

Le projet a fait l'objet d'une étude de qualité de l'air et d'une étude acoustique :

-L'étude de qualité de l'air démontre que la réalisation du projet induit une diminution des émissions de tous les principaux polluants routiers par rapport à la situation au Fil de l'Eau (ans projet) correspondante. Concernant les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 (hors polluants spécifiques à l'EQRS), la mise en place du projet entraîne une diminution moyenne (tous polluants confondus) des émissions de polluants routiers en 2040 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante ;

-L'étude acoustique a démontré l'absence de dépassement de seuils réglementaires en situation projetée. Aucune protection acoustique n'est donc nécessaire.

Orientation 9 : Ambition carbone

Compatibilité du projet :

Les Trambus seront 100% électriques et limiteront de ce fait les émissions de gaz à effet de serre.

De plus, ils participeront à l'augmentation du nombre de voyageurs sur le réseau STAR, qui constitue un objectif de cette orientation.

Orientation 10 : Recommandations à l'échelle du quartier ou de l'opération d'aménagement

« Principes d'aménagement en faveur de la végétalisation et du cycle de l'eau :

- *Favoriser la perméabilité des espaces (coefficient de végétalisation) en maximisant les surfaces permettant l'infiltration des eaux pluviales : pleine terre, aménagements avec surfaces de terre suffisante (minimum 60 cm, surfaces semi-perméables, toitures végétalisées), notamment pour les espaces accueillant du stationnement.*
- *Renforcer la végétalisation du tissu urbain en intégrant les trois strates de végétation (herbacée, arbustive et arborée) afin de développer les ombrages. »*

Compatibilité du projet :

Le projet s'insère sur des voiries existantes, limitant ainsi l'imperméabilisation des sols. Il prévoit également de favoriser la présence d'espaces perméables.

Le système d'assainissement de ses eaux pluviales prévoit d'infiltrer une partie des eaux pluviales dès que cela est techniquement possible. A noter qu'il améliore la situation actuelle, les eaux de voiries étant rejetées quasiment à 100% au réseau.

Enfin, des aménagements paysagers sont prévus le long du projet.

OAP communales

Rennes

❑ **LE PROJET COMMUNAL**

On notera tout particulièrement sur la commune de Rennes un axe de desserte en transport en commun Est-Ouest. Cet axe correspond au parcours du Trambus T2.

Le projet de Trambus se situe à proximité immédiate de la Vilaine et de l'Ille, identifiés comme espaces naturels et écologiques. Il traverse également une continuité écologique à renforcer au niveau de la rue de Rennes (extrémité Est du Trambus T2).

Enfin, le projet traverse des secteurs urbains et d'activités ainsi qu'un secteur de renouvellement urbain à l'extrémité Ouest du Trambus T1.

De plus, le projet communal expose des lieux de projets d'aménagement. La réalisation de grands projets entre 2015 et 2020 correspondent aux sites opérationnels. Les nouveaux sites potentiels font référence à la deuxième phase du projet urbain entre 2020 et 2035. Ceux-ci feront progressivement l'objet d'études en lien avec les perspectives de libération du foncier, les attentes en matière de programmation urbaine et les enjeux urbains à prendre en compte. Les opérations seront inscrites progressivement dans le PLUi par la définition d'OAP.

Compatibilité du projet :

Le projet s'insère sur des voiries existantes sans impacter directement les cours d'eau à proximité. Il a fait l'objet d'une étude écologique. Les impacts ont abouti à la définition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement présentées au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ». On notera par exemple les mesures suivantes :

-ME1 : Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavité ;

-ME2 : Balisage des zones à enjeux ;

-MR5 : Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir ;

-MR8 : Plantations d'arbres et d'alignements ;

-MA1 : Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet ;

-MA2 : Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité.

Concernant les projets d'aménagement en présence, les tracés des Trambus T1 et T2 ont été définis en fonction de certains d'entre eux, l'objectif étant de répondre aux besoins de déplacements futurs des habitants en ciblant les secteurs en développement.

Comme évoqué ci-avant, un axe Est-Ouest de déplacement est intégré au projet communal de Rennes. Le projet de Trambus T2 est en adéquation avec celui-ci.

❑ LES OAP DE QUARTIERS

Le projet traverse les OAP de quartier suivantes :

- 1. Beauregard, Quincé, Robiquette ;
- 2. Baud Chardonnet, Saint Méen ;
- 7. Pontchaillou, Antoine Joly, Docteur Dordain ;
- 9. Campus Beaulieu, Bois Perrin.

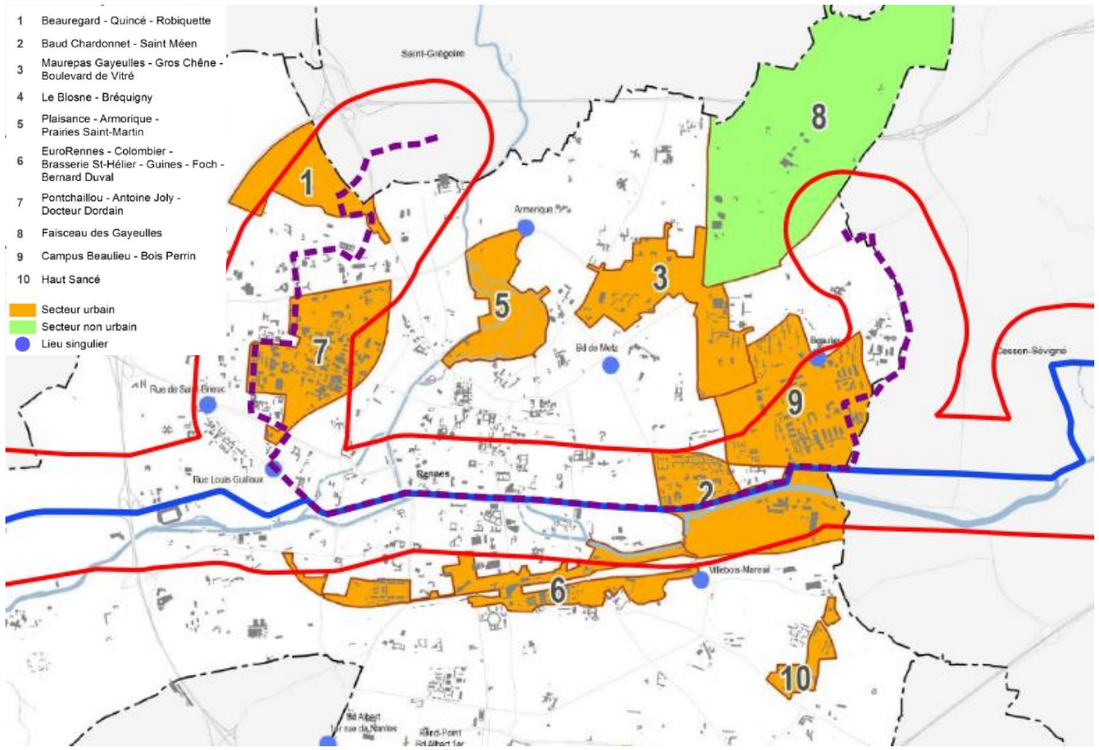


Figure 212 : OAP de quartiers traversés par le projet (Source : PLUi de Rennes Métropole)

❖ 1. Beauregard, Quincé, Robiquette

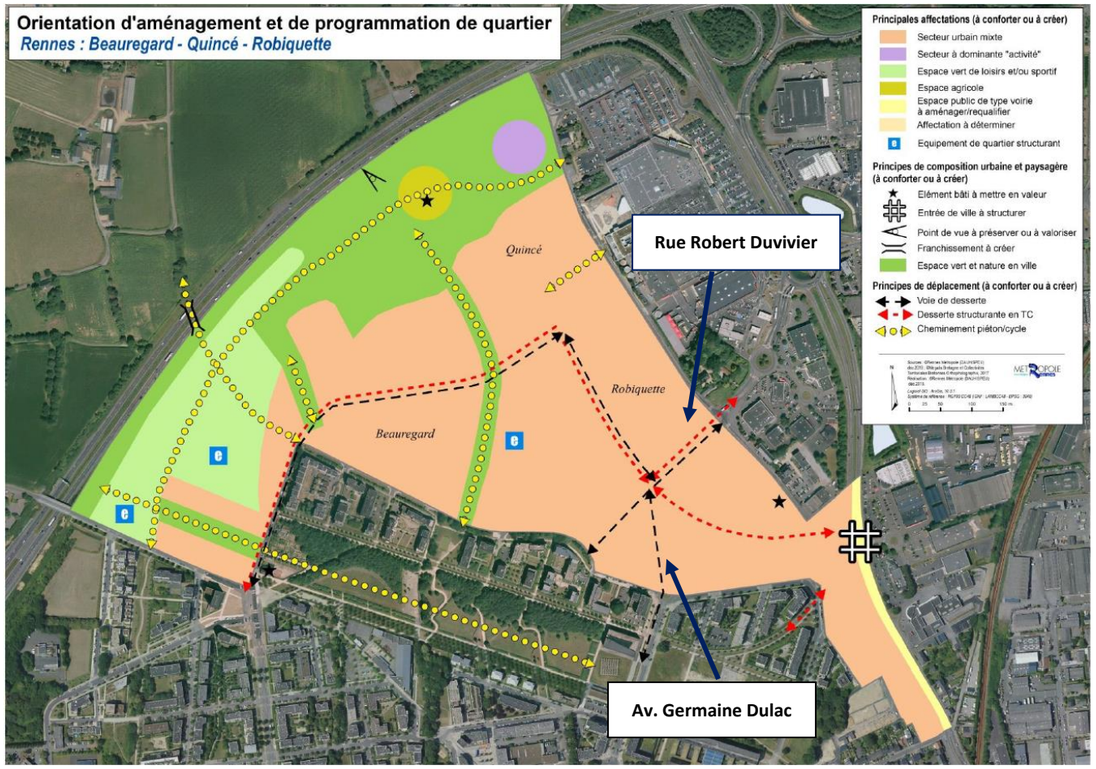


Figure 213 : OAP 1 Beauregard, Quincé, Robiquette (Source : PLUi de Rennes Métropole)

Le plan de l'OAP identifie des axes de desserte structurante en transport en commun et des voies de desserte.

Le projet (Trambus T1) emprunte la rue Robert Duvivier, identifié comme axe de desserte structurante en transport en commun, et l'avenue Germaine Dulac, identifiée comme voie de desserte à conforter.

Le projet ne remet pas en cause cette OAP.

❖ 2. Baud Chardonnet, Saint Méen

Le projet (Trambus T2) suit l'axe de desserte structurante en transport en commun identifié dans l'OAP sur l'avenue François Château et l'avenue Général Leclerc. L'OAP fait également référence au projet de Trambus dans le secteur Baud-Chardonnet.

Le projet ne remet pas en cause cette OAP.

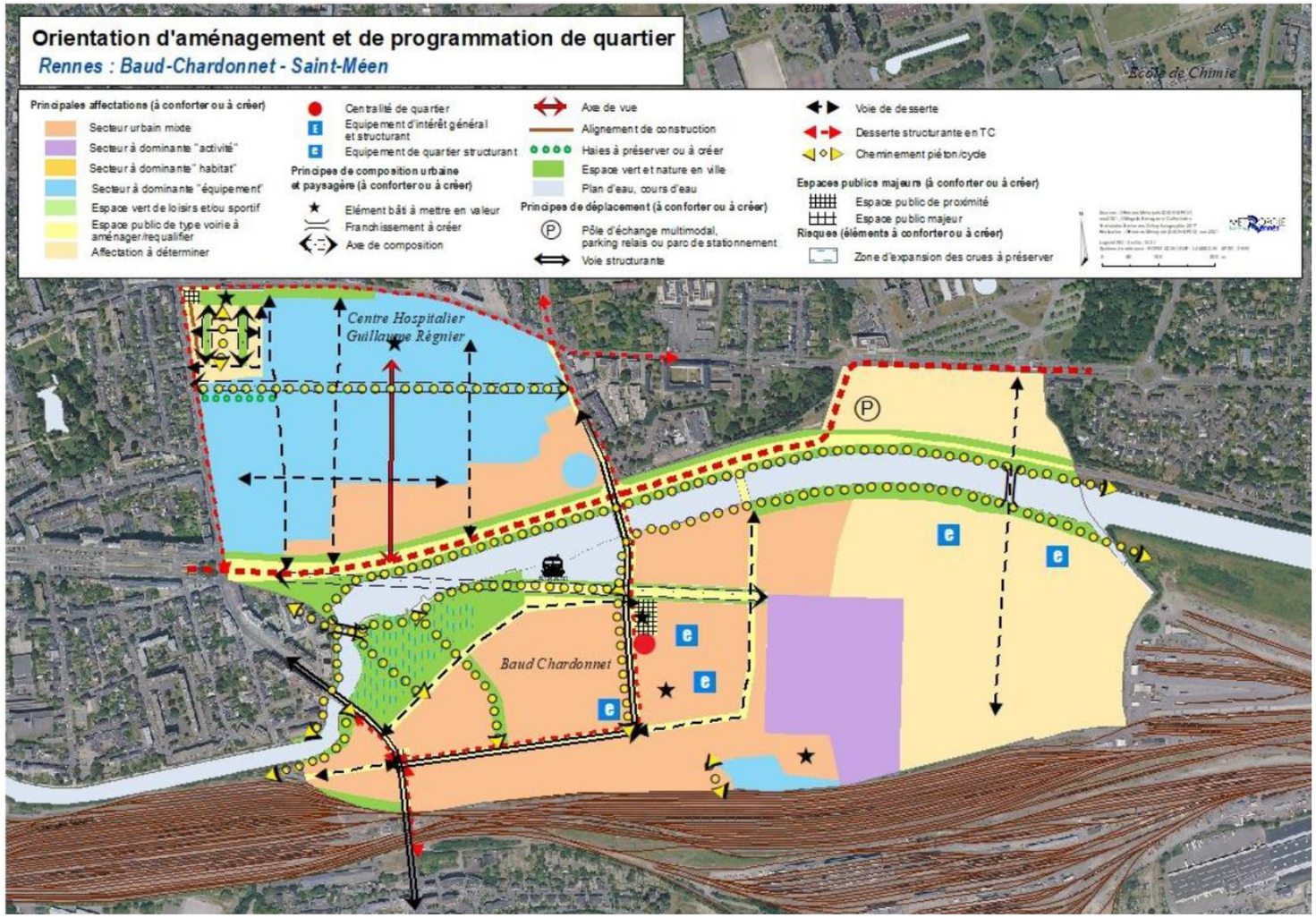


Figure 214 : OAP 2 Baud Chardonnet, Saint Méen (Source : PLUi de Rennes Métropole)

❖ 7. Pontchaillou, Antoine Joly, Docteur Dordain

Sur le schéma de l'OAP, le projet passe par l'avenue Gaston Berger, l'avenue de la Bataille Flandres-Dunkerque et la rue du Recteur Paul Henry.

Le tracé de la T1 va suivre la voie parallèle à la rue d'Alsace.

Cette OAP reste schématique et le projet ne la remet pas en cause.

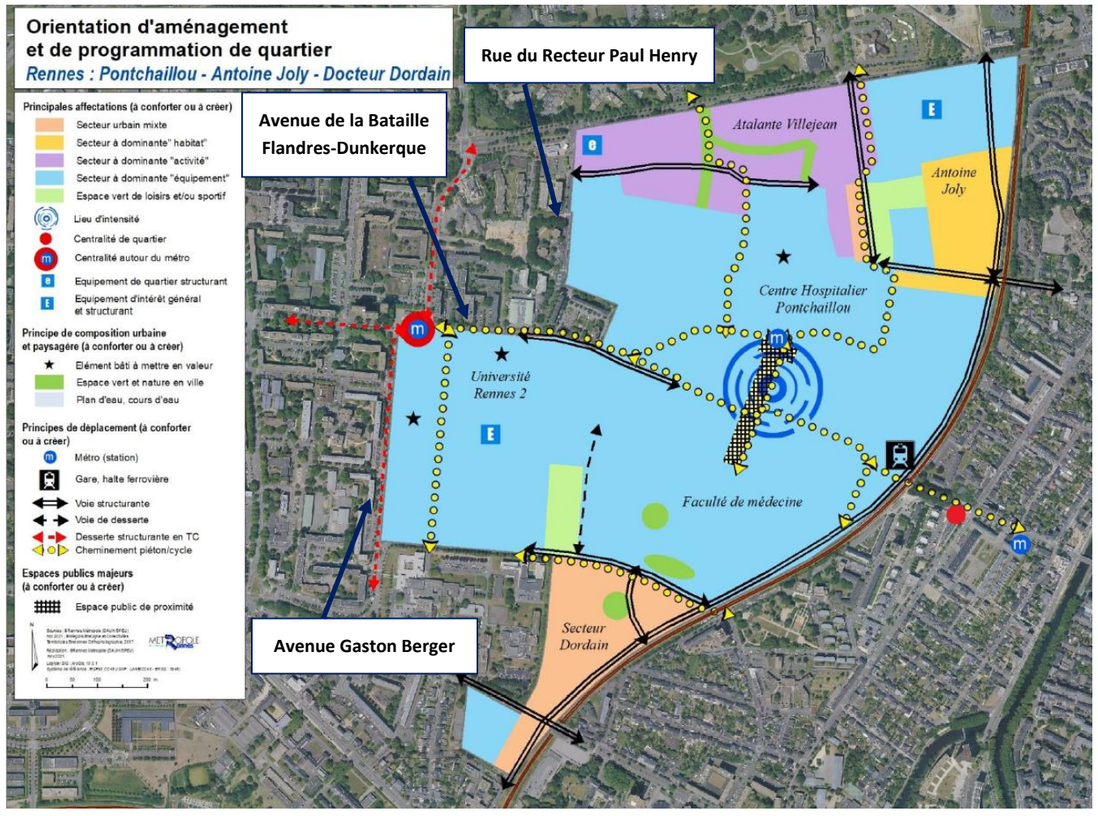


Figure 215 : OAP 7 Pontchaillou, Antoine Joly, Docteur Dordain (Source : PLUi de Rennes Métropole)

❖ 9. Campus Beaulieu, Bois Perrin

Le projet suit le tracé de desserte en transport en commun du plan de l'OAP sur l'avenue Général Leclerc, l'avenue de la Touraudais, l'allée de Beaulieu et l'allée Victor Grignard.

Le projet ne remet pas en cause cette OAP.

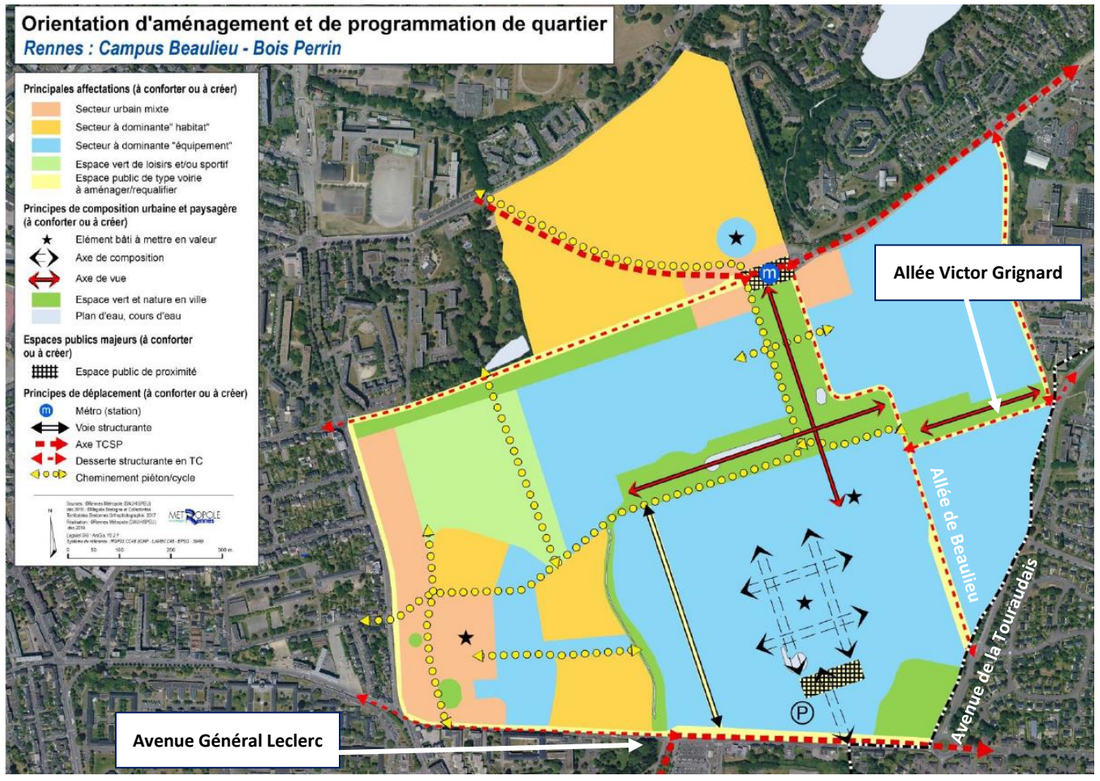


Figure 216 : OAP 9 Campus Beaulieu, Bois Perrin (Source : PLUi de Rennes Métropole)

Saint-Grégoire

LE PROJET COMMUNAL

Le projet (Trambus T1) se situe de manière très limitée sur le territoire de Saint-Grégoire, au niveau de la ZI (zone industrielle) Nord.

L'accompagnement des mutations des secteurs situés au sud de la rocade au niveau de la ZI Nord constitue l'objectif du projet communal à cet emplacement.

En termes de mobilité, le développement urbain de Saint-Grégoire vise à maintenir et développer la cohérence entre la desserte en transports en commun et le développement urbain, notamment **en poursuivant la desserte en bus dans les nouvelles opérations.**

Par ailleurs, pour améliorer l'usage du bus, il s'agira de faciliter au mieux leur passage en milieu urbain de façon à réduire le différentiel de temps de parcours avec l'automobile. Les aménagements d'espace public et de voirie devront donc tenir compte de cet objectif.

Enfin, le développement de l'usage des transports en commun nécessite **d'amplifier la multimodalité à l'échelle** communale (vélos/transports en commun, voitures/transports en commun) en prévoyant des aménagements propices à ces pratiques (emplacements vélo ou stationnements voitures aux abords des arrêts de bus) **et en mettant en cohérence le réseau piétons/cycles avec les arrêts de bus.**

Compatibilité du projet :

Le projet s'insère de manière très limitée sur le territoire de Saint-Grégoire mais répond pleinement à l'objectif du projet communal.

LES OAP DE QUARTIERS

Le projet n'est pas concerné par des OAP de quartier à Saint-Grégoire.

Cesson-Sévigné

LE PROJET COMMUNAL

On notera tout particulièrement des principes de desserte en transport en commun, dont un sur la rue de Rennes. **Le projet (Trambus T2) passe en partie sur cet axe**. La rue de Rennes présente également une liaison vélo principale à créer.

Le projet s'insère majoritairement dans un secteur urbain, ponctué d'espaces naturels et écologiques. Un cours d'eau est également présent, connecté à un étang au niveau de la rue de Bellevue. Ces éléments de patrimoine naturel sont à préserver.

Quelques cheminements doux principaux sont également mentionnés. La mise en place d'un réseau de cheminements piétons et cycles sécurisé, lisible et complet permettra de rendre les modes actifs plus attractifs et performants. Cette action du projet communal vise également à créer du lien entre les quartiers et ainsi faciliter l'accès aux différents pôles communaux d'emplois, d'équipements, de commerces et de services. Par ailleurs, cela participera à l'objectif métropolitain d'un moindre usage de l'automobile pour les déplacements de proximité (moindre pollution de l'air et moindre émission de CO_2).

Concernant les déplacements vélo, en complément du réseau local de proximité, la commune bénéficiera de la mise en œuvre du réseau express métropolitain dans le cadre du Schéma Directeur Vélo Métropolitain. Ce réseau vise à relier les communes de première couronne au cœur de métropole et à la ville de Rennes de manière performante, rapide, directe et sécurisée.

L'extrémité Est du T2 traverse quant à elle un secteur d'activités.

Dans le domaine des transports en commun, il est indiqué dans le projet communal que la commune va connaitre un renforcement important de l'offre et un bouleversement majeur de sa position dans le fonctionnement des déplacements métropolitains :

- Ligne de métro (déjà mise en service) ;
- Halte ferroviaire de Cesson-Sévigné ;
- Le fonctionnement de l'axe Est/Ouest pourrait évoluer vers un mode de transport en commun plus performant et dédié sur tout ou partie de son linéaire. Des études seront engagées pour définir plus précisément l'opportunité et les modalités de mise en œuvre d'un tel projet.

Compatibilité du projet :

Le projet est en lien avec les objectifs mentionnés dans le domaine des transports en commun.

Par ailleurs, il ne remet pas en cause les liaisons vélos et cheminements doux existants ou à venir.

❑ LES OAP DE QUARTIERS

❖ OAP « La rue de Rennes »

Une OAP est située en bordure de la rue de Rennes. Le site est destiné à de l'habitat uniquement. Le potentiel de logement est d'une trentaine environ.

A ce jour, les nouvelles constructions (immeubles) ont déjà été réalisées.

Le projet de Trambus (T2) passera au Nord, au niveau de la rue de Rennes.

Il ne remet pas en cause cette OAP.

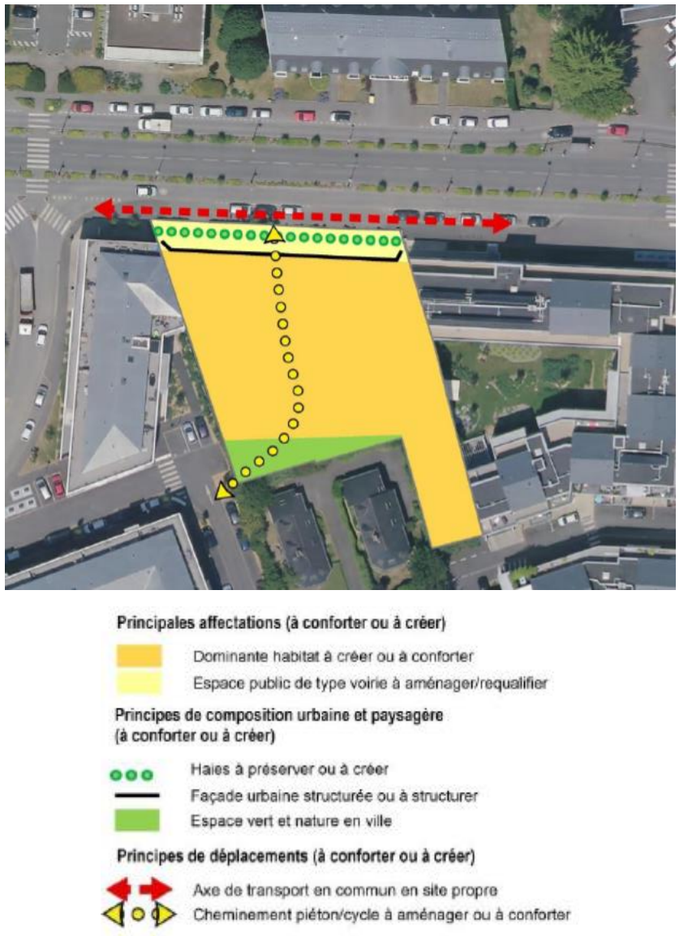


Figure 217 : Principes de l'OAP « La rue de Rennes » (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP)

❖ OAP « Le Haut Grippé »

Le Haut Grippé est composé de deux secteurs. La partie à l'Ouest a une vocation dominante habitat (environ 650 logements à terme). La partie Est conserve quant à elle sa vocation économique, tout en étant réorientée vers une offre très majoritairement à vocation tertiaire.

Sur la partie Ouest (dominante habitat), des activités principalement tertiaires complètent l'opération et apporte de la mixité fonctionnelle. Celle-ci peut être aussi bien à l'échelle de l'îlot que du bâti.

Les programmations de logements sont réparties dans le respect des orientations de mixité sociale et de diversité des formes urbaines du Programme Local de l'Habitat de Rennes Métropole en vigueur. Elles s'inscrivent dans le cadre du dispositif de contractualisation du PLH.

Les immeubles sont en cours de construction sur ce secteur.

Le projet de Trambus (T2) passera au Sud de l'OAP, au niveau de la rue de la Rigourdière (l'OAP définissant la rue comme « espace public de type voirie à aménager/ conforter »).

Il ne remet pas en cause cette OAP.

À noter que le maître d'ouvrage a déjà pris contact avec l'aménageur de ce secteur pour les travaux relatifs au P+R de la Rigourdière.

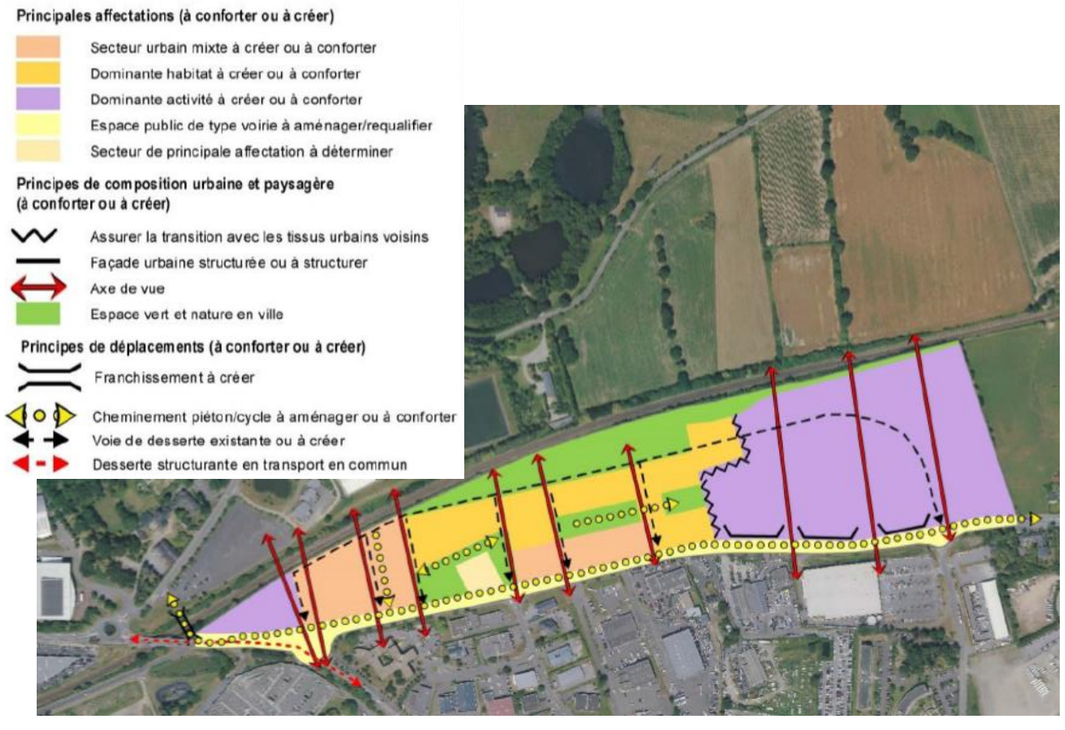


Figure 218 : Principes de l'OAP « Le Haut Grippé » (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP)

❖ OAP « Le Placis Vert »

Le projet de Trambus (T2) longera le site à l'Ouest sur la rue du Placis Vert.

Il ne remet pas en cause cette OAP.

Figure 219 : Localisation de l'OAP « Le Placis Vert » (Source : PLUi de Rennes Métropole/ OAP)

- **Vezin-le-Coquet**

❑ **LE PROJET COMMUNAL**

Le projet de Trambus s'insère dans un secteur d'activités. Le projet communal identifie un axe de desserte en transport en commun au niveau de la RN24, là où passera le projet de Trambus T2.

On notera la présence d'un cheminement doux communal recoupant la RN24 au niveau de la zone d'activités.

Compatibilité du projet :

Le projet est en lien avec les objectifs mentionnés dans le projet communal. Il n'impactera pas le cheminement doux recoupant la RN24.

Le projet est donc compatible avec le projet communal de Vezin-le-Coquet.

❑ **LES OAP DE QUARTIERS**

Le projet n'est pas concerné par des OAP de quartier à Vezin-le-Coquet.

5.2.3.4 LE PSMV DE RENNES

Le projet n'a aucune emprise dans le périmètre du Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV) de Rennes. De ce fait, il n'est pas concerné par les prescriptions qui y sont associées.

5.3 COMPATIBILITÉ AVEC LES SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE (SUP) ET LES RÉSEAUX

5.3.1 COMPATIBILITÉ AVEC LES SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE (SUP)

De nombreuses servitudes d'utilité publique de différents types concernent le projet (Pièce E-01 du PLUi de Rennes Métropole). La compatibilité du projet avec ces dernières est exposée ci-après.

➢ Servitudes sur les volets patrimoine, ressources et équipement

❖ Sites Patrimoniaux Remarquables (SPR)

Le SPR de Rennes correspond au centre ancien de la commune de Rennes. La limite Sud du SPR s'arrête au quai Duguay Trouin (non inclus). **Le projet n'a aucune emprise au sein du SPR.**

❖ A5 : Servitudes pour la pose des canalisations publiques d'eau potable et d'assainissement

Des canalisations d'eau potable et d'assainissement sont localement présentes au droit du projet.

La servitude donne à son bénéficiaire le droit :

- D'enfouir une ou plusieurs canalisations ;
- D'essarter les arbres susceptibles de nuire à l'établissement et à l'entretien de la canalisation ;
- D'accéder au terrain dans lequel la conduite est enfouie, les agents chargés du contrôle bénéficiant du même droit d'accès ;
- D'effectuer tous travaux d'entretien et de réparation.

Les propriétaires et leurs ayants-droits doivent s'abstenir de tout faire de nature à nuire au bon fonctionnement, à l'entretien et à la conservation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage garantira l'accès des agents chargés de l'entretien des canalisations durant toute la phase chantier. L'exploitant sera contacté au préalable des travaux.

❖ AC1 : Servitudes de protection des monuments historiques

Le projet traverse de nombreux périmètres de protection de monuments historiques, notamment dans le centre de Rennes. **Des échanges ont d'ores et déjà eu lieu avec l'ABF, qui sera consultée dans le cadre de permis d'aménager relatifs au projet. À noter qu'elle sera particulièrement attentive au positionnement des stations par rapport aux monuments.**

❖ AC2 : Servitudes de protection des sites inscrits et classés

Le Parc Champagne Chalotais jouxte le Trambus T2. **Cependant, le projet n'a aucune emprise au sein de ce dernier.**

❖ PM1 : Servitude de Plan de Prévention du Risque inondation

Le projet se situe dans le périmètre d'application du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet. **Il est compatible avec ce document réglementaire (voir chapitre 1.3.4 « Impacts des risques majeurs et mesures associées / Impacts du risque d'inondation en phase exploitation et mesures associées »).**

❖ I4 : Servitudes relatives à l'établissement des canalisations électriques

Des canalisations électriques recoupent localement le projet. **Le gestionnaire RTE sera consulté en amont des travaux pour recueillir ses éventuelles prescriptions. Dans tous les cas, l'accès des agents d'entretien sera maintenu durant toute la durée des travaux.**

❖ T1 : Servitudes relatives aux chemins de fer

Le projet franchit localement le réseau ferré. Cependant, aucun passage à niveau ne sera créé. Le projet réutilisera les infrastructures routières existantes. **De ce fait, il n'aura aucun impact sur les voies SNCF.**

➢ Servitudes radioélectriques et aéronautiques

❖ PT1 : Servitude de protection des centres de réception radioélectrique contre les perturbations électromagnétiques

Le projet est concerné par des zones de garde et de protection soumises à une servitude PT1. **Au vu de sa nature, le projet n'aura aucune incidence sur cette dernière.**

❖ PT2 : Servitude de protection des centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles

Le projet est concerné par des servitudes PT2 (zone secondaire de dégagement et zone spéciale de dégagement).

Le projet ne sera pas de nature à créer des obstacles, les aménagements réalisés étant de hauteurs peu importantes.

❖ Servitudes aéronautiques

Le projet est concerné par :

- Les servitudes aéronautiques de balisage (aérodromes civils et militaires) (T4) et de dégagement de l'aéroport contre les obstacles (T5) ;
- La servitude aéronautique établie à l'extérieur des zones de dégagement (T7) (non cartographiée sur le plan. Elle s'applique sur l'ensemble du territoire de Rennes Métropole en dehors des secteurs concernés par les servitudes T4, T5).

Ces servitudes sont liées à l'aéroport Rennes Saint-Jacques.

Concernant la T5, l'altitude maximale autorisée la plus contraignante sur la zone d'étude pour les constructions et installations est de 80 mNGF.

Le projet n'est pas de nature à créer des obstacles pour le trafic aérien.

Le projet est compatible avec l'ensemble des servitudes d'utilité publique qui le concerne.

5.3.2 COMPATIBILITÉ AVEC LES RÉSEAUX

De nombreux réseaux de natures variées sont présents au droit des emprises du projet (assainissement, électricité, télécoms, transport de gaz, etc.).

Plusieurs actions seront mises en place au préalable du démarrage des travaux :

- Réunions préalables et régulières avec les concessionnaires concernés, pour expliciter le projet d'aménagement et suivre les opérations de dévoiements de réseaux (mission d'OPC - Ordonnance, Pilotage et Coordination) réseau ;
- Réalisation d'investigations complémentaires (sondages physiques et pas seulement radars), répartis sur l'ensemble du projet ;
- Provisions pour risque de découverte de réseau inconnu ou amianté (anticiper l'intervention d'une entreprise spécialisée pour le percement sécurisé, pour la dépose de réseaux amiantés).

Ainsi, le risque relatif aux réseaux sera pris en considération durant le chantier. Le projet n'aura donc aucune incidence sur ces derniers.

CHAPITRE 6. DISPOSITIF DE SUIVI ET COUT DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Afin d'assurer leur efficacité, un dispositif de suivi des mesures en faveur de l'environnement sera mis en place dans le cadre de la réalisation du projet.

6.1 DISPOSITIF DE SUIVI EN PHASE TRAVAUX ET COÛT DES MESURES

❖ MS : Suivi du chantier par un écologue

Aujourd'hui, dans toute étude de projet, il est essentiel de mettre en place des suivis appropriés au projet concerné. Un suivi par un écologue consiste en une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de surveillance, et de contrôle dès le début du chantier au niveau du secteur étudié.

Il est important qu'un suivi de chantier soit réalisé pour s'assurer du bon accomplissement de l'ensemble des mesures d'évitement et de réduction. L'objectif principal sera d'apporter un soutien technique pour la réalisation des mesures d'évitement et de réduction afin que les objectifs soient respectés. En particulier, un écologue devra accompagner le balisage des éléments à conserver, vérifier le respect des périodes de sensibilité, faire un bilan avant/après travaux, etc.

La métropole de Rennes s'engage à interrompre à tout moment les travaux à la demande de l'écologue s'il s'avérait que des espèces protégées soient détectées sur la zone afin de mettre en place un plan de sauvetage rapide et adapté.

Ce suivi de chantier devra faire l'objet d'un ou plusieurs compte-rendu détaillés, envoyés aux services de l'état en fin de chantier (ou lors des phases principales si besoin).

Le projet va se constituer progressivement dans le temps. Aussi, dans le cas présent, nous proposons de réaliser un suivi de chantier par un écologue pour chaque phase de travaux. Un suivi correspond au minimum à :

- **Un passage avant travaux ;**
- **Un passage par mois au cours des travaux ;**
- **Un passage à la fin des travaux.**

Coût estimatif associé :

Un passage et son compte-rendu correspondent à 2 jours, soit 1160 € HT. 4 passages correspondent à un coût de 4 640 € HT.

6.2 DISPOSITIF DE SUIVI EN PHASE EXPLOITATION ET COÛT DES MESURES

Nota :

Dans le cadre du transfert de compétence, Rennes Métropole détient une large compétence sur le domaine public : elle est compétente en termes de voirie, signalisation de police, éclairage public, signalisation lumineuse, assainissement d'eaux usées (EU) et d'eaux pluviales (EP) et mobilier urbain hors mobilier de propreté publique. Elle exerce sa compétence sur l'ensemble du domaine public routier.

Les communes sont restées compétentes sur les espaces verts (y compris les arbres d'alignement sur les voiries), la propreté publique (et donc les corbeilles) et les aires de jeux.

Le réseau d'eau potable est géré par une collectivité indépendante (Eau du Bassin Rennais) représentée par des élus métropolitains.

Les compétences déchets et transports sont également gérées directement par Rennes Métropole.

6.2.1 SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

6.2.1.1 COÛT DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le coût du système d'assainissement est détaillé dans le tableau suivant.

Figure 220 : Coûts des travaux d'assainissement

TRAMBUS	COUT DE L'ASSAINISSEMENT (EN € HT)
T1	1 156 000 €
T2 Ouest Extra Rocade	208 000 €
T2 Ouest Intra Rocade	148 200 €
T2 Est	550 070 €
TOTAL	**2 062 270 €**

A ces coûts, il faudrait ajouter les coûts des structures de chaussées perméables qui font partie intégrante de la structure de chaussée mais qui ne sont pas isolables du cout de la chaussée. Pourtant, ils participent fortement à compléter le système d'assainissement des eaux pluviales.

6.2.1.2 SUIVI ET ENTRETIEN DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

La Direction de l'assainissement de Rennes Métropole est gestionnaire du réseau d'eaux pluviales.

La gestion est assurée en régie composée d'environ 200 agents, dont près de 120 agents consacrés exclusivement à la partie exploitation. Toutes les installations sont vérifiées annuellement et les interventions d'entretien sont programmées en fonction des besoins.

Il n'est pas prévu de construire de nouveaux réseaux donc le coût du suivi et de l'entretien est neutre pour Rennes Métropole.

6.2.2 PAYSAGE

6.2.2.1 COÛT DES AMÉNAGEMENTS PAYSAGERS

Le coût des aménagements paysagers est détaillé dans le tableau suivant.

Figure 221 : Coûts des aménagements paysagers

TRAMBUS	COUT DES AMENAGEMENTS PAYSAGERS (EN € HT)
T1	1 202 160 € (Ville de Rennes) 72 000 € (Ville de Saint-Grégoire) 55 054 € (Ville de Cesson-Sévigné)
T2 Ouest Extra Rocade	235 233 € (Ville de Rennes) 103 463 € (Ville de Vezin-le-Coquet)
T2 Ouest Intra Rocade	210 487 € (Ville de Rennes)
T2 Est	159 390 € (Ville de Rennes)
TOTAL	**2 037 787 €**

6.2.2.2 ENTRETIEN DES AMÉNAGEMENTS PAYSAGERS

Les espaces publics seront pris en gestion par Rennes Métropole et les communes pour les compétences espaces verts et propreté. Les couts d'entretien seront globalement neutres dans la mesure où il n'est pas créé de voirie nouvelle.

6.2.3 ENVIRONNEMENT SONORE

6.2.3.1 COÛT DES MESURES ACOUSTIQUES

Une étude acoustique a été réalisée dans le cadre du projet et présentée au chapitre 1.10.2 « Impacts sur l'environnement sonore et mesures associées ».

Aucune mesure de protection acoustique n'est nécessaire.

6.2.3.2 SUIVI DE L'EFFICACITÉ DES MESURES

Une campagne de mesures acoustiques sera réalisée 6 mois après la mise en exploitation du projet de manière à vérifier que les seuils réglementaires ne sont pas dépassés pour les habitations localisées à proximité du projet (environ 20 000 €). Le cas échéant, des mesures seront définies.

6.2.4 MODALITÉS DE SUIVI ÉCOLOGIQUE

6.2.4.1 SUIVI DES MESURES ÉCOLOGIQUES

Le suivi sera réalisé lors de la phase travaux (voir MS ci-avant).

6.2.4.2 COÛTS DES MESURES ÉCOLOGIQUES

Le coût des mesures écologiques est présenté dans le tableau suivant.

Figure 222 : Coûts des mesures écologiques

MESURE	COUT ASSOCIE
Mesure E1 : E1.1c – Évitement des secteurs identifiés en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités	Intégré à la conception du projet.
Mesure E2 : E2.1a, E2.2a - Balisage des zones à enjeux	Le coût des clôtures Ursus est d'environ 110 € TTC pour 100 m. Le coût de la vérification du balisage par un écologue est inclus dans le suivi de chantier.
Mesure R1 : R3.1a – Respect du calendrier de sensibilité des espèces	Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Mesure R2 : R1.1a – Limitation / adaptation de l'emprise travaux	Le coût des barrières HERAS est plus élevé (entre 100-200 € l'unité) qu'un grillage de signalisation (environ 40€ pour 50m), mais plus résistant dans le

MESURE	COUT ASSOCIE
	temps et moins polluant (risque de dispersion de morceaux de grillage en plastique avec le modèle orange). Le coût de la vérification du balisage par un écologue est inclus dans le suivi de chantier.
Mesure R3 : R3.1b – Adaptation des horaires de travaux	Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Mesure R4 : R2.1a – Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier	Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Mesure R5 : R2.1o – Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir	Le contrôle des arbres creux et le marquage des arbres en période hivernal est estimé à une journée de terrain et une demi-journée de rédaction d'un compte-rendu. A raison d'un coût journée de 680 € HT soit un total de 1020 € HT.
Mesure R6 : R2.1k – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune	Cette mesure concerne l'organisation temporelle des travaux, et n'engendre donc pas de surcoût direct.
Mesure R7 : R2.1q – Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale	Le coût de plants d'origine locale est estimé à 10% plus cher que des plants non locaux.
Mesure R8 : R2.2k – Plantations d'arbres et d'alignements	Taille de haies : environs 6.9€ / mètre tous les 3 ans.
Mesure R9 : R2.1f – Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes	Non évaluable dans l'immédiat (prix dépendant de la dynamique de colonisation/recolonisation du site avant/pendant et après travaux).
Mesure A1 : R2.2L – Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet	Entre 20 et 200 € HT par nichoir. Environ 50 € HT par poteau.
Mesure A2 : R2.2l – Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet ou à proximité	Entre 50 et 300 € HT par gîte
MS : Suivi de chantier	Un passage et son compte-rendu correspondent à 2 jours, soit 1160 € HT. 4 passages correspondent à un coût de 4 640 € HT.

6.2.4.3 SYNTHÈSE DES MESURES ET CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE

La synthèse des mesures et leur calendrier de mise en œuvre sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 108 : Synthèse des mesures et calendrier

Code de la catégorie	N° de la mesure	Intitulé	Année N-1 - Avant la phase de travaux	Année n - Début de la phase de travaux												Après/à la fin des travaux	Phase exploitation
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Mesures d'évitement																	
E1.1b	E1	Evitement des secteurs identifies en zone humide, des stations de Polypogon maritime et d'arbres à cavités	Sans indication														
E2.1A, E2.2A	E2	Balisage des zones à enjeux															
Mesures de réduction																	
R3.1a	R1	Respect du calendrier de sensibilité des espèces										Dégagement d'emprises sur des secteurs à enjeu moyen à très fort, terrassement, abattage d'arbres, défrichement, déconstruction entre mi-septembre et novembre					
				Dégagement d'emprise sur les secteurs à enjeu faible à nul : absence de contrainte de calendrier													
R1.1a	R2	Limitation / adaptation de l'emprise travaux															
R3.1b	R3	Adaptation des horaires de travaux															
R2.1a	R4	Adaptation des modalités de circulation des engins de chantier															
R2.1O	R5	Protocole de contrôle des arbres creux avant abattage et de contrôle des bâtiments à démolir	Prospection à l'interieur des bâtiments et des cavités (endoscope) en période hivernale puis, en fonction, réalisation d'un dossier de dérogation à l'atteinte d'espèces protégées									Second contrôle avant abattage/déconstruction, obstruction des accès et abatage/déconstruction entre mi-septembre et novembre					
R2.1K	R6	Dispositif de limitation des nuisances lumineuses envers la faune															
R2.1q	R7	Dispositif d'aide à la recolonisation du milieu et respect d'une charte végétale														Automne	
R2.2K	R8	Plantations d'arbres et d'alignements	Si possibilité en amont : automne/hiver	Plantation									Plantation				
R2.1f	R9	Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes		Voir mesures pour chaque espèce concernée													
Mesures d'accompagnement																	
A 9	A1	Installation de nichoirs pour l'avifaune au droit du projet	Si possibilité en amont : entre octobre et mars													Préférentiellement entre octobre et mars	Entretien
R2.2I	A2	Installation de gîtes artificiels pour les chiroptères au droit du projet	Si possibilité en amont : entre mars et mi-septembre													Préférentiellement entre mars et mi-septembre	Entretien
Mesures de suivi																	
/	S2	Suivi de chantier	1 passage avant travaux	1passage par mois												1 passage après travaux	

CHAPITRE 7. ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Les effets cumulatifs peuvent être définis comme la somme des effets conjugués et/ou combinés sur l'environnement, de plusieurs projets compris dans un même territoire.

L'étude d'impact doit ainsi prendre en compte les installations et activités existantes ainsi que les autres « projets connus » tels que définis par l'article R. 122-5 du Code de l'environnement afin d'analyser les effets cumulés du projet.

Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- Ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;
- Ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R.214-6 a R.214-31 mentionnant un délai devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le Maître d'ouvrage.

Le Code de l'environnement précise en outre que la date à retenir pour ces projets est la date de dépôt de l'étude d'impact.

Les effets cumulés (ou impacts cumulés) avec d'autres projets résultent des interactions entre les projets au sein du territoire ou ils s'inscrivent.

Ces impacts cumulés peuvent être temporaires et/ou permanents. Ils conduisent, suivant les cas :

- A une simple addition des effets des projets sur le territoire (il peut également arriver que les impacts positifs d'un projet contribuent à la réduction d'impacts négatifs d'un autre projet) ;
- A une augmentation des impacts au-delà de la simple addition de leurs effets, notamment si les effets cumulés des projets conduisent à dépasser certains « seuils » de tolérance du milieu.

7.1 IDENTIFICATION DES PROJETS CONCERNÉS PAR L'ANALYSE

Les projets entrant dans le champ de l'analyse des effets cumulés sont les projets existants ou approuvés, c'est-à-dire ceux dont la mise en œuvre aura déjà fait l'objet d'un avis ou d'une décision opérationnelle.

L'identification de ces projets a été recherchée d'un point de vue géographique et/ou en fonction de la nature du projet (projets d'infrastructure et d'aménagement urbain). Ainsi, les projets ont été recherchés sur le territoire comprenant les communes de la zone d'étude (Saint-Grégoire, Rennes, Vezin-le-Coquet, Cesson-Sévigné) et la commune de Le Rheu située à proximité immédiate de la zone d'étude.

Les sites internet de la DREAL Bretagne (avis du Préfet de région), de la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) et de l'IGEDD (Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable) ont été consultés.

Les projets remplissant les conditions énoncées par l'article R.122-5 du Code de l'environnement et retenus pour l'analyse (en fonction de leur distance, de leur nature et de leur planning de travaux) sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 109 : Projets connexes retenus pour l'analyse

COMMUNE	PROJET	MAITRE D'OUVRAGE	OBJET	TRAVAUX	DATE DE L'AVIS DE L'AE / DE L'ARRETE LOI SUR L'EAU	DISTANCE AU PROJET
Avis de l'AE						
Le Rheu	Projet de centrale voltaïque	Engie Green	Le projet s'implante de part et d'autre de la route nationale (RN) 24, axe routier régional entre Lorient et Rennes, sur les sites d'anciennes carrières et d'installations de stockage de déchets. L'Ae identifie les principaux enjeux suivants : la qualité du cadre de vie, la préservation de la qualité et de la fonctionnalité des sols, la contribution à la lutte contre le changement climatique et le maintien d'une trame écologique et de la biodiversité.	Début des travaux en janvier 2026 et mise en exploitation en 2027 (d'après le site internet de la Ville du Rheu)	05/05/2024 MRAe	À environ 1 km à l'Ouest du terminus Ouest de la ligne T2, en bordure de la RN24.
Rennes	Construction d'un nouveau dépôt de bus sur le site Baud-Chardonnet	Rennes Métropole	Le projet concerne l'aménagement d'un nouveau dépôt de bus dans l'agglomération rennaise (35), à l'est de la zone d'aménagement concerté (ZAC) d'habitations de Baud-Chardonnet, permettant de libérer un secteur donnant sur la Vilaine au profit d'une extension résidentielle. Le projet s'inscrit par ailleurs dans le cadre de l'électrification de la flotte de bus de la métropole rennaise. Implanté sur une superficie de 7,8 hectares, le projet est prévu en trois phases dont la première (secteur ouest) est déjà entamée. Les principaux enjeux environnementaux du projet identifiés par l'Ae sont la gestion des eaux superficielles et les effets sur le milieu récepteur, la qualité du cadre de vie (exposition au bruit, qualité de l'air), la gestion des sols pollués, la qualité paysagère, la maîtrise de l'énergie en lien avec l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Un enjeu particulier est lié à la bonne articulation du projet avec celui de la ZAC, à la fois en phase de travaux et après réalisation.	Livraison prévue en 2026 (d'après le site internet de Rennes Métropole)	22/06/2023 MRAe	Au Sud de la Vilaine, au niveau de la gare de Triage de Rennes. A environ 350 m du projet T1 et T2.
Rennes	Projet de ZAC Baud-Chardonnet et projet de pont « Chardonnet-Moulin de Joué »	Ville de Rennes (Délégation à Territoires)	Création d'un nouveau quartier se développant à l'extrémité Est des quais de la Vilaine sur une site d'environ 34 ha. Le projet prévoit des logements, bureaux, commerces et équipements publics.	Travaux déjà très avancés. Fin prévue pour 2030 (d'après le site internet de Territoires)	21/05/2010 Préfet	De l'autre côté de la rive de la Vilaine, au niveau de l'avenue François Château où passeront les T1 et T2. À environ 350 m du projet T1 et T2.
Rennes	Projet de restructuration de l'usine d'incinération et valorisation énergétique de Villejean	Rennes Métropole	Le projet consiste en la restructuration de l'usine d'incinération et valorisation énergétique de Villejean. Cette usine, située sur la commune de Rennes, traite les déchets ménagers de la Métropole par incinération et la chaleur dégagée est récupérée pour alimenter un réseau de chauffage urbain et produire de l'électricité. Confrontée à de nombreuses pannes dues au vieillissement des équipements et à la mise en conformité réglementaire des installations d'incinération, d'ici 2023, vis-à-vis des nouvelles normes européennes, Rennes Métropole souhaite moderniser son usine.	Les travaux ont démarré en 2022. Le chantier est en cours après une phase d'arrêt en 2023-2024 en raison de difficultés techniques et d'expertises	05/11/2020 MRAe	A 230 m à l'Ouest de la ligne T1.
Rennes	Augmentation de capacité de la ligne a du métro à Rennes	SPL Trajectoires	Il s'agit de travaux de réaménagement du terminus Nord de la ligne a pour permettre une augmentation de capacité.	Les travaux se déroulent de 2024 à fin 2028	25/03/2024 MRAe La MRAe de Bretagne n'a pas pu étudier, dans le délai de deux mois imparti, le dossier reçu le 22 janvier 2024. En conséquence et conformément à l'article R. 122-7 du code de l'environnement, elle n'a formulé aucune observation concernant ce dossier.	Au niveau de la station Kennedy, à environ 150 m de la ligne T1.

COMMUNE	PROJET	MAITRE D'OUVRAGE	OBJET	TRAVAUX	DATE DE L'AVIS DE L'AE / DE L'ARRETE LOI SUR L'EAU	DISTANCE AU PROJET
Rennes	Projet de restructuration du centre hospitalier universitaire (CHU) de Rennes	CHU de Rennes	Le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Rennes est actuellement implanté sur quatre sites au niveau de l'agglomération rennaise : le CHU de Pontchaillou qui est le site principal, l'Hôpital sud, l'Hôtel-Dieu au centre de Rennes et La Tauvrais au nord. Le projet de reconstruction du CHU prévoit le déplacement des activités de l'Hôpital Sud vers le CHU de Pontchaillou, ainsi que la modernisation de ce dernier. Les sites de la Tauvrais et de l'Hôtel-Dieu ne sont pas concernés par le projet. Les travaux, qui comprennent 7 constructions neuves, 4 restructurations de bâtiments et une démolition, sont programmés en trois phases qui s'échelonneront entre 2020 et 2029. Sur les 32 ha du site de Pontchaillou, environ 18 ha seront ainsi réaménagés sur la durée du projet (10 ans).	Entre 2020 et 2029.	24/09/2020 MRAe	A proximité immédiate de la ligne T1 au niveau de l'avenue de la Bataille Flandres – Dunkerque et de la rue du Recteur Paul Henry.
Rennes	Avis complémentaire de l'Ae sur le dossier DUP de la ZAC de Maurepas-Gayeulles	Ville de Rennes Rennes Métropole Délégation à Territoires	La ZAC est délimitée par l'avenue Rochester, Patton et Gayeulles. La Ville de Rennes et Rennes Métropole ont entrepris de réhabiliter et rénover le site de la ZAC Maurepas-Gayeulles, sur environ 30 ha. Le réaménagement du site a été entamé en 2011. Le projet prévoit 1800 logements, l'agrandissement du centre commercial existant et la diversification de l'offre commerciale, artisanale et tertiaire.	Travaux de 2013 à 2028.	04/04/2016 Préfet	A environ 1,30 km à l'Ouest du trambus T1 Est, mais sur l'avenue de Rochester, dans la continuité de la rue des Fougères empruntée par la ligne T1.
Rennes	Projet de permis d'aménager du lotissement d'activités « Les Chevrons »	Ville de Rennes	Le projet est destiné à accueillir des activités à vocation commerciale, tertiaire, artisanale et industrielle, sur une partie du site de La Barre Thomas.	Les travaux sont avancés d'un peu plus de 50%. Travaux jusqu'en 2026/2027.	18/09/2016 Préfet	Le long de la ligne T2 sur la RN24.
Cesson-Sévigné	Projet de création modificatif de la ZAC d'Atalante ViaSilva	Rennes Métropole	Extension et modification de la ZAC existante des Champs Blancs. Il est prévu des logements, des activités et équipements et des commerces.	Travaux en cours, les travaux ne seront pas terminés en 2029.	16/08/2016 Préfet Absence d'observation de l'Ae dans le délai imparti.	Le projet jouxte la ligne T1 au niveau de la rue du Clos Courtel.
Cesson-Sévigné	Aménagement de l'îlot C2 de la ZAC Atalante ViaSilva	Legendre Immobilier	Le projet concerne une partie de la zone d'aménagement concerté (ZAC) multisites Atalante-ViaSilva. L'îlot concerné sera en fait aménagé en deux temps appelant une actualisation de l'étude d'impact du projet : l'étude d'impact présentée est centrée sur la partie sud de cet espace, dénommé îlot C2B.	Début des travaux en 2020. Fin prévue pour 2025. Le projet s'intègre dans le projet global de ZAC ViaSilva.	20/08/2020 MRAe	
Cesson-Sévigné	Aménagement d'un lotissement dans la ZAC Atalante ViaSilva	Rennes Métropole	Il s'agit des sous lots C2A et C2B, constitutifs de l'îlot C2 mentionné ci-avant.		19/07/2022 MRAe La MRAe Bretagne n'a pas pu étudier, dans le délai de deux mois imparti, le dossier reçu le 18 mai 2022. En conséquence et conformément à l'article R. 122-7 du code de l'environnement, elle n'a formulé aucune observation concernant ce dossier.	
Cesson-Sévigné	Construction d'une centrale photovoltaïque au sol (partie sud)	CPV SUN 40	Projet de centrale solaire.	Mise en service prévue en 2026.	18/06/2024 MRAe La MRAe de Bretagne n'a pas pu étudier, dans le délai de deux mois imparti, le dossier reçu le 17 avril 2024. En conséquence et conformément à l'article R. 122-7 du code de l'environnement, elle n'a formulé aucune observation concernant ce dossier.	A 200 m au Sud de la T2 Est.

COMMUNE	PROJET	MAITRE D'OUVRAGE	OBJET	TRAVAUX	DATE DE L'AVIS DE L'AE / DE L'ARRETE LOI SUR L'EAU	DISTANCE AU PROJET
Cesson-Sévigné	Construction d'une centrale photovoltaïque au sol (partie sud)	CPV SUN 40			18/06/2024 MRAE La MRAe de Bretagne n'a pas pu étudier, dans le délai de deux mois imparti, le dossier reçu le 17 avril 2024. En conséquence et conformément à l'article R. 122-7 du code de l'environnement, elle n'a formulé aucune observation concernant ce dossier.	A 200 m au Sud de la T2 Est.
Autorisation loi sur l'eau						
Rennes	Arrêté complémentaire pour les ZAC Beauregard-Quincé Et ZAC Porte de Saint-Malo	Ville de Rennes	Les ZAC de Beauregard-Quincé et Porte de Saint-Malo sont implantées au nord-ouest de Rennes. Elles couvrent une superficie de 37 ha et sont principalement dédiées à de la construction d'habitats collectifs (environ 1 800 à 2 000 logements).	Travaux en cours Fin des travaux vers 2030	06/08/2020 Instruction en cours du PAC (Porter à connaissance)	Le projet traverse ces deux ZAC à l'extrémité Nord-Ouest de la ligne T1.
Rennes	Quais de la Vilaine – Place de la République Abords du Palais de Commerce	Rennes Métropole	Le projet porte sur l'ensemble des espaces publics et des ouvrages d'art compris entre le pont de la Mission et le pont Pasteur, ainsi que les abords de la Place de la République. Le projet poursuit plusieurs objectifs : redonner aux quais leur statut d'espace public central de Rennes, déconstruire le parking Vilaine, aménager les espaces publics sur l'ensemble du périmètre, intégrant le projet de trambus sur les quais sud et la vélorue sur les quais nord, etc.	Travaux prévus entre juillet 2025 et août 2028	(Dossier d'autorisation environnementale déposé le 10/10/2024. Une étude d'impact est incluse dans ce dossier mais n'a pas encore fait l'objet d'un avis de l'Ae)	Le projet traverse les quais de Vilaine (T1 et T2).
Cesson-Sévigné et Rennes	Aménagement de la ZAC Atalante Via Silva	Rennes Métropole	Extension et modification de la ZAC existante des Champs Blancs. Il est prévu des logements, des activités et équipements et des commerces.	Travaux en cours, les travaux ne seront pas terminés en 2029.	18/01/2019 Projet également soumis à étude d'impact (dernier avis MRAE du 19/07/2022)	La ZAC des Atlantes se situe à environ 750 m à l'Est de la T1.

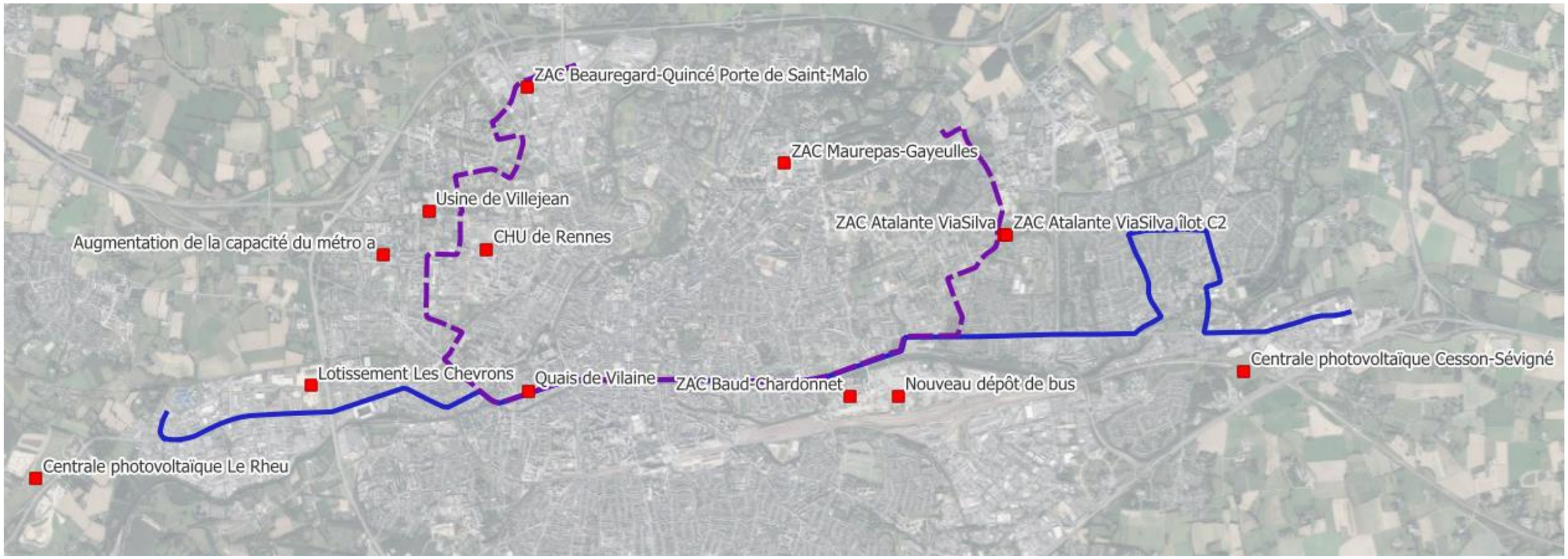


Figure 223 : Localisation des projets connexes au sens de la réglementation retenus pour l'analyse des impacts cumulés (Source : SEGIC Ingénierie)

7.2 PRÉSENTATION DES PROJETS RETENUS POUR L'ANALYSE

7.2.1 LE RHEU : PROJET DE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE

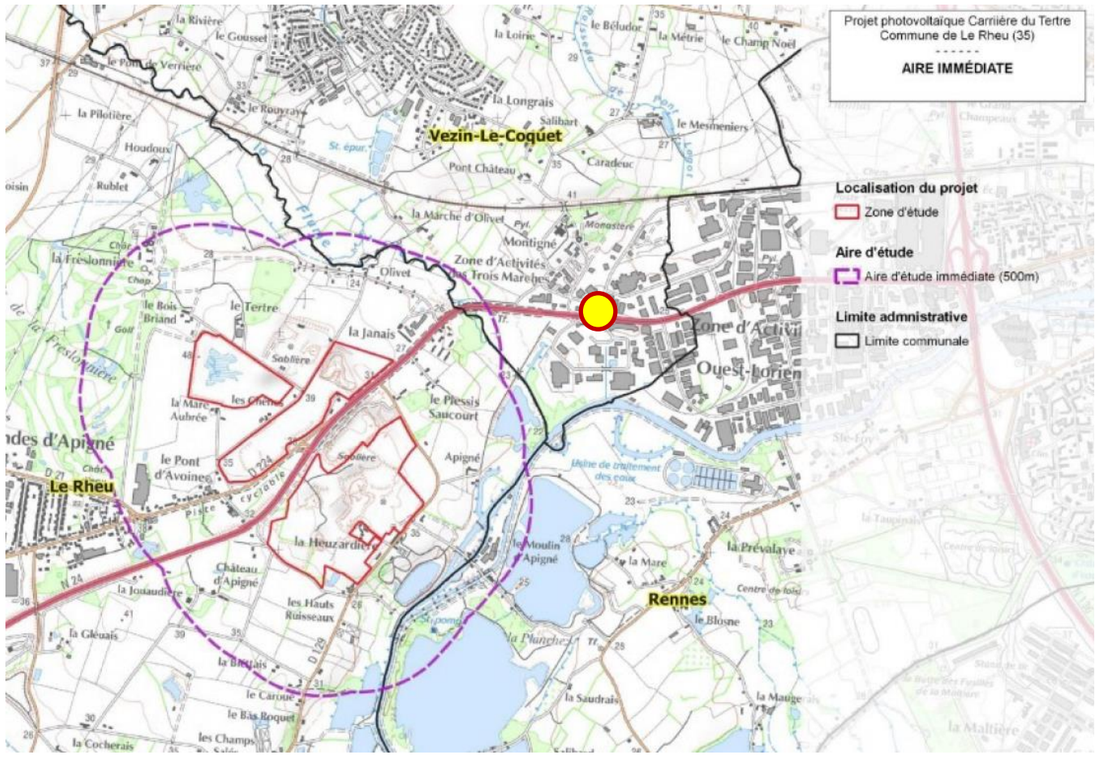
7.2.1.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Projet de centrale photovoltaïque
Maître d'ouvrage	Engie Green
Localisation	Le Rheu
Type de projet	Centrale photovoltaïque
Superficie approximative	20,3 ha
Distance au projet	A environ 1 km à l'Ouest du terminus Ouest de la ligne T2.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	05/05/2024 MRAe
Arrêté préfectoral d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Début des travaux en janvier 2026 pour une mise en exploitation en 2027.

7.2.1.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.1.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet porté par Engie Green consiste en l'implantation d'une centrale photovoltaïque sur la commune du Rheu, en périphérie sud-ouest de Rennes. Cette centrale est composée de cinq parcs s'étendant sur une superficie totale de 20,3 ha. La centrale permettra une production de l'ordre de 21 GWh par an. Le projet s'implante de part et d'autre de la route nationale (RN) 24, axe routier régional entre Lorient et Rennes, sur les sites d'anciennes carrières et d'installations de stockage de déchets. Il est localisé dans un environnement agricole et périurbain, à quelques centaines de mètres d'une importante zone industrielle mais également de milieux naturels en bordure du fleuve la Vilaine, reconnus pour leur valeur écologique et touristique. Ces milieux intègrent des captages d'eau potable dont le périmètre de protection rapprochée englobe une partie du site d'implantation de la centrale. Les principaux lieux de résidence restent à une distance modérée du site mais quelques hameaux habités se trouvent aux abords immédiats des parcs.



Point jaune : extrémité de la ligne T2.

Figure 224 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae)

7.2.1.2.2 Présentation du projet

Cette centrale est constituée de cinq ensembles distincts : les quatre premiers dénommés parcs A, B, C et D constituant le parc du « Rheu 1 » et le cinquième, parc E, constituant le parc du « Rheu 2 ».

L'ensemble s'étend sur une superficie totale de 20,3 ha. La centrale est complétée par deux postes de livraison et quatre postes de transformation électriques. Les installations, d'une puissance de 18,6 MWc, permettront la production annuelle de 21,2 GWh, selon les données fournies, soit l'équivalent de 3900 foyers.

L'ensemble du parc comportera 1200 structures ancrées au sol sur des pieux ou des longrines selon la nature du sol. La surface projetée cumulée des panneaux représente environ 8 hectares. Une activité de maraîchage actuellement existante sur une partie des terrains sera partiellement maintenue et coexistera avec l'activité de production photovoltaïque. Sur ces secteurs (B et C) les tables photovoltaïques seront espacées de 8 m pour permettre l'activité de maraîchage. L'espacement sera de 2,8 m sur les autres secteurs. Chacun des parcs sera entièrement clôturé.

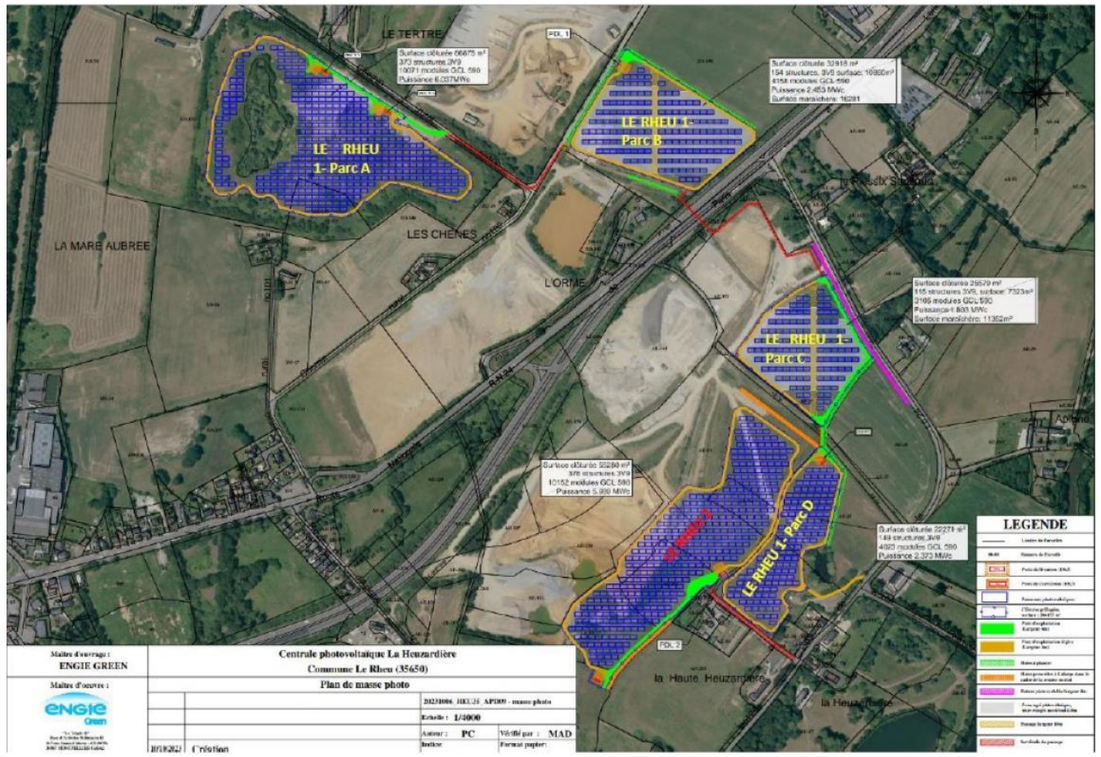


Figure 225 : Plan masse du projet (Source : Avis de l'Ae)

7.2.2 CONSTRUCTION D'UN NOUVEAU DÉPÔT DE BUS SUR LE SITE BAUD-CHARDONNET

7.2.2.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Construction d'un nouveau dépôt de bus sur le site Baud-Chardonnet
Maître d'ouvrage	Rennes Métropole
Localisation	Rennes
Type de projet	Dépôt de bus
Superficie approximative	7,8 ha
Distance au projet	Au Sud de la Vilaine, au niveau de la gare de Triage de Rennes. À environ 350 m du projet T1 et T2.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	22/06/2023 MRAe
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Livraison du projet prévue en 2026.

7.2.2.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.2.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet porté par Rennes Métropole concerne l'aménagement d'un nouveau dépôt de bus dans l'agglomération rennaise (35), à l'est de la zone d'aménagement concerté (ZAC) d'habitations de Baud-Chardonnet, permettant de libérer un secteur donnant sur la Vilaine au profit d'une extension résidentielle.

Le projet s'inscrit par ailleurs dans le cadre de l'électrification de la flotte de bus de la métropole rennaise. Implanté sur une superficie de 7,8 hectares, le projet est prévu en trois phases dont la première (secteur ouest) et la deuxième (construction d'un nouvel atelier suite à la démolition de la halle SERNAM) sont déjà entamées.

7.2.2.2.2 Présentation du projet

L'opération consiste en un déplacement du dépôt de bus existant, afin de libérer la façade donnant sur la Vilaine. Le nouveau périmètre empiète sur la partie sud de l'actuel dépôt de bus.

A terme (2031), le nouveau dépôt de Baud-Chardonnet permettra l'accueil de 249 bus électriques et des Trambus. Rennes Métropole dispose d'un second dépôt dans la zone d'activités (ZA) Mivoie à Saint-Jacques-de-la-Lande, mis en service en septembre 2016.

Le projet de nouveau dépôt de bus, couvrant une superficie de 7,8 hectares, est prévu en deux phases :

- Une première phase de réalisation d'une nouvelle aire de remisage sur la partie ouest (sur 2,3 ha – échéance prévue en 2024) a déjà été mise en œuvre en 2022 dans le cadre de la 1ère de déploiement de bus électriques 2022-2025, qui permet d'électrifier 8 lignes de bus pour début 2026 ;

- Une deuxième phase de réalisation du nouveau dépôt de bus comprenant un bâtiment de maintenance, une aire de remisage complémentaire, une aire de lavage, et une station-service (sur 3,5 ha) est programmée pour mi-2026). La station-service actuelle qui approvisionne les bus thermiques sera conservée jusqu'à l'électrification complète de la flotte. La nouvelle station-service distribuera uniquement le carburant nécessaire pour le chauffage de l'habitacle des véhicules électriques.

Une fois les travaux terminés, le dépôt actuel sera démoli et les terrains libérés devraient accueillir des constructions résidentielles.

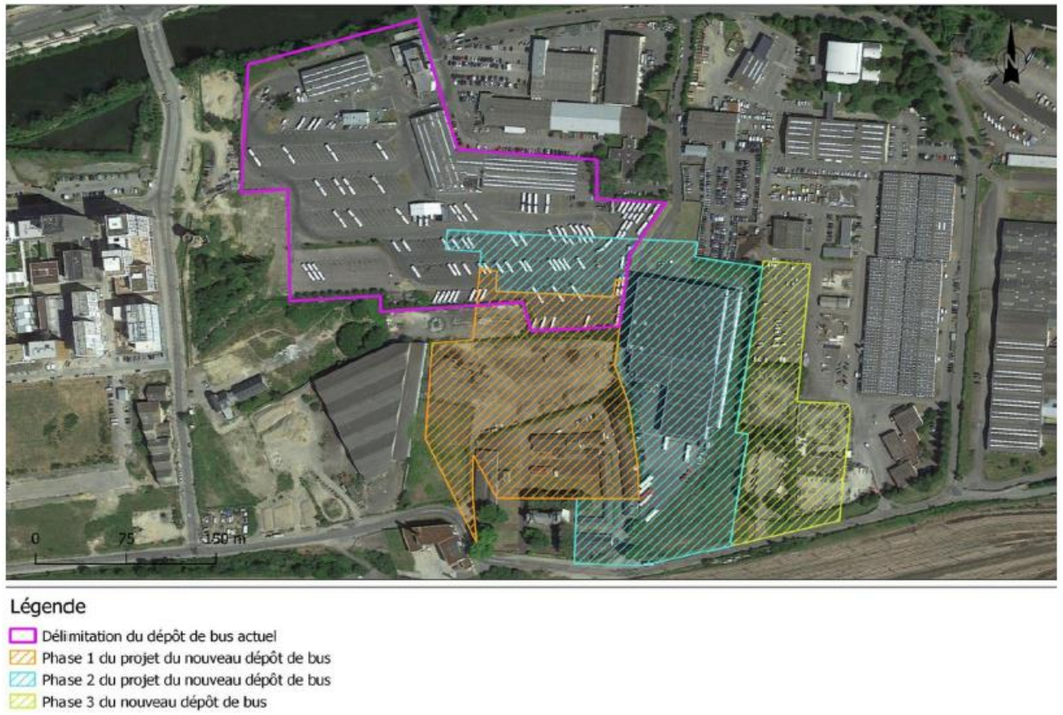


Figure 226 : Périmètre et phasage du projet (Source : Avis de l'Ae)

7.2.3 PROJET DE ZAC BAUD-CHARDONNET ET PROJET DE PONT « CHARDONNET-MOULIN DE JOUÉ »

7.2.3.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Projet de ZAC Baud-Chardonnet et projet de pont « Chardonnet-Moulin de Joué »
Maître d'ouvrage	Ville de Rennes (délégation à Territoires)
Localisation	Rennes
Type de projet	ZAC
Superficie approximative	34 ha
Distance au projet	De l'autre côté de la rive de la Vilaine, au niveau de l'avenue François Château où passeront les T1 et T2. A environ 350 m du projet T1 et T2.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	21/05/2010 MRAe
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Les travaux sont déjà très avancés. La fin est prévue pour 2030.

7.2.3.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.3.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet répond aux objectifs inscrits dans les différents documents de planification (SCoT, PLUi et PLH). Ce nouveau quartier proposera une réelle mixité urbaine avec de l'habitat, des activités et des services, ainsi que des espaces verts en cœur d'îlots et de long de la Vilaine.

7.2.3.2.2 Présentation du projet

Le projet prévoit la création d'un nouveau quartier se développant à l'extrémité Est des quais de la Vilaine sur un site d'environ 34 h.

La partie Ouest du projet, occupant 30 ha, est située au Sud de la Vilaine, sur le site de la ZI du Chardonnet, au sein de la plaine de Baud. Environ la moitié est constitué de friches et de remblais. Quelques activités et entrepôts sont présents ainsi que quelques habitations pavillonnaires.

Le projet doit permettre la construction d'environ 2500 logements uniquement collectifs, avec 25% de logements sociaux, mais aussi des bureaux et des commerces. Plusieurs équipements publics sont programmés, dont une maison d'accueil pour personnes âgées, un groupe scolaire, une crèche, des locaux universitaires et un gymnase.

Figure 227 : Le projet urbain (Source : www.baud-chardonnet.com)

7.2.4 PROJET DE RESTRUCTURATION DE L'USINE D'INCINÉRATION ET VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE VILLEJEAN

7.2.4.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Projet de restructuration de l'usine d'incinération et valorisation énergétique de Villejean
Maître d'ouvrage	Rennes Métropole
Localisation	Rennes
Type de projet	Usine d'incinération
Superficie approximative	Usine actuelle : 25 957 m² Usine projetée : 30 850 m²
Distance au projet	A 230 m à l'Ouest de la ligne T1.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	05/11/2020 MRAe
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Le chantier est à l'arrêté pour une durée indéterminée.

7.2.4.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.4.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet présenté par Rennes Métropole consiste en la restructuration de l'usine d'incinération et valorisation énergétique de Villejean. Cette usine, située sur la commune de Rennes, traite les déchets ménagers de la Métropole par incinération et la chaleur dégagée est récupérée pour alimenter un réseau de chauffage urbain et produire de l'électricité. Confrontée à de nombreuses pannes dues au vieillissement des équipements et à la mise en conformité réglementaire des installations d'incinération, d'ici 2023, vis-à-vis des nouvelles normes européennes, Rennes Métropole souhaite moderniser son usine. Pour permettre la déconstruction du site et sa reconstruction, un arrêt total de l'installation pendant 14 mois a été prévu par le porteur de projet, ce qui impose une organisation transitoire pour la gestion des déchets de la Métropole. Le futur site aura les mêmes capacités de traitement qu'actuellement avec une valorisation énergétique plus importante.

7.2.4.2.2 Présentation du projet

La capacité de traitement de la future usine sera identique à l'actuelle mais avec l'installation de 2 lignes au lieu de 3, d'une puissance plus importante. L'énergie valorisée sera plus importante (l'équivalent de 35 000 foyers en chauffage et de 13 000 foyers en électricité). La performance énergétique passera de 86 % à 96,22 %. Les performances, en termes de réduction des polluants atmosphériques émis et du traitement des fumées seront également améliorées.

L'emprise du site du projet passe de 25 957 m² à 30 850 m² par l'acquisition du site de l'ancienne déchetterie et d'un terrain de sport.

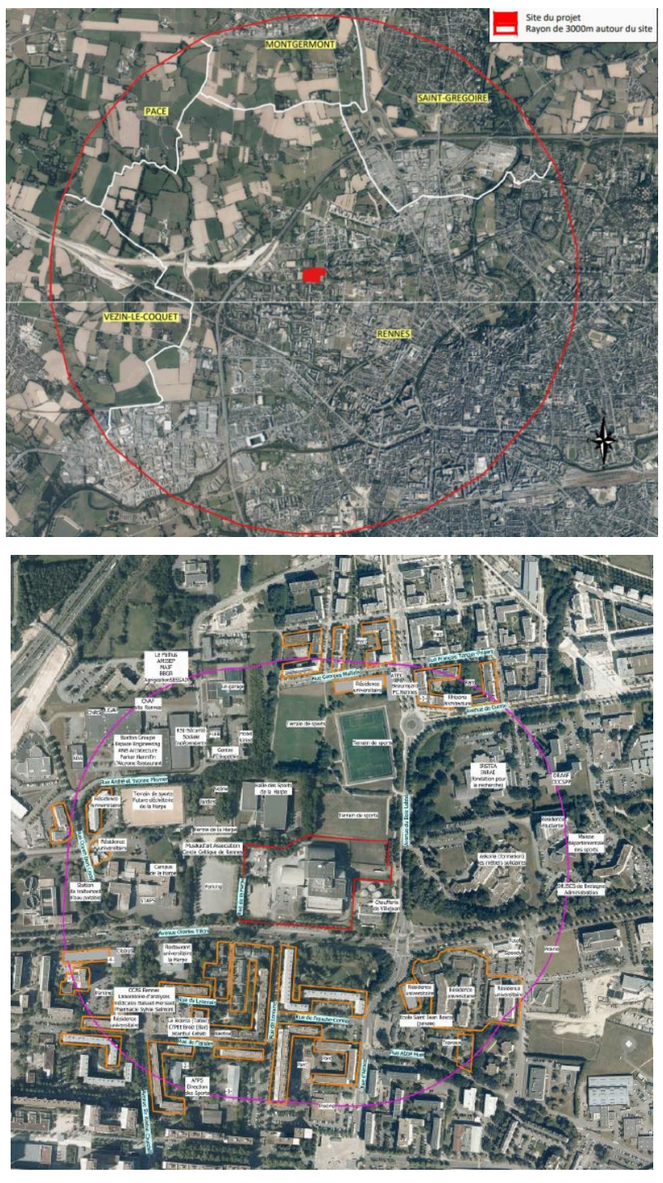


Figure 228 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae)

7.2.5 AUGMENTATION DE CAPACITÉ DE LA LIGNE A DU MÉTRO À RENNES

7.2.5.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Augmentation de capacité de la ligne a du métro à Rennes
Maître d'ouvrage	SPL Trajectoires
Localisation	Rennes
Type de projet	Transport en commun
Superficie approximative	-
Distance au projet	Au niveau de la station Kennedy, à environ 150 m de la ligne T1.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	25/03/2024 MRAe (absence d'instruction)
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Les travaux se déroulent de début 2023 à fin 2028

7.2.5.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.5.2.1 Contexte et objectifs du projet

La demande du métro ligne a continué de progresser. Avec plus de 150.000 voyageurs par jour de semaine en période scolaire, la ligne pourrait ainsi être en limite de capacité dès 2025, notamment du fait de l'impact de la ligne b sur le trafic de la ligne a.

L'objectif du projet est d'augmenter la capacité de la ligne a du métro sans prolongation de sa longueur commerciale (pas de nouvelle station). Cela vise à répondre aux objectifs fixés dans le cadre du PDU de Rennes Métropole :

- Faciliter les déplacements au quotidien pour tous ;
- Répondre à l'urgence climatique tout en conservant l'attractivité économique et en accompagnant la croissance du territoire.

Le projet constitue une action du PDU.

7.2.5.2.2 Présentation du projet

Le projet consiste à augmenter la capacité de la ligne a du métro en :

- Prolongeant l'arrière-gare souterraine située sous la dalle Kennedy d'environ 200 m afin de créer 5 places de remisage en arrière-gare hors exploitation ;
- Créant un second quai à la station Kennedy ;
- Déplaçant l'aiguillage en arrière-gare pour réduire le temps de retournement des rames et augmenter leur fréquence de passage de 81 à 66 secondes, représentant un gain de capacité de 25% ;

- Créant un nouvel ouvrage (dit annexe) en extrémité d'arrière-gare pour respecter les exigences en matière de ventilation et de désenfumage ainsi qu'en termes d'accès de secours et en requalifiant l'ancien ouvrage annexe de ventilation et désenfumage localisé sur la dalle Kennedy en accès de secours.

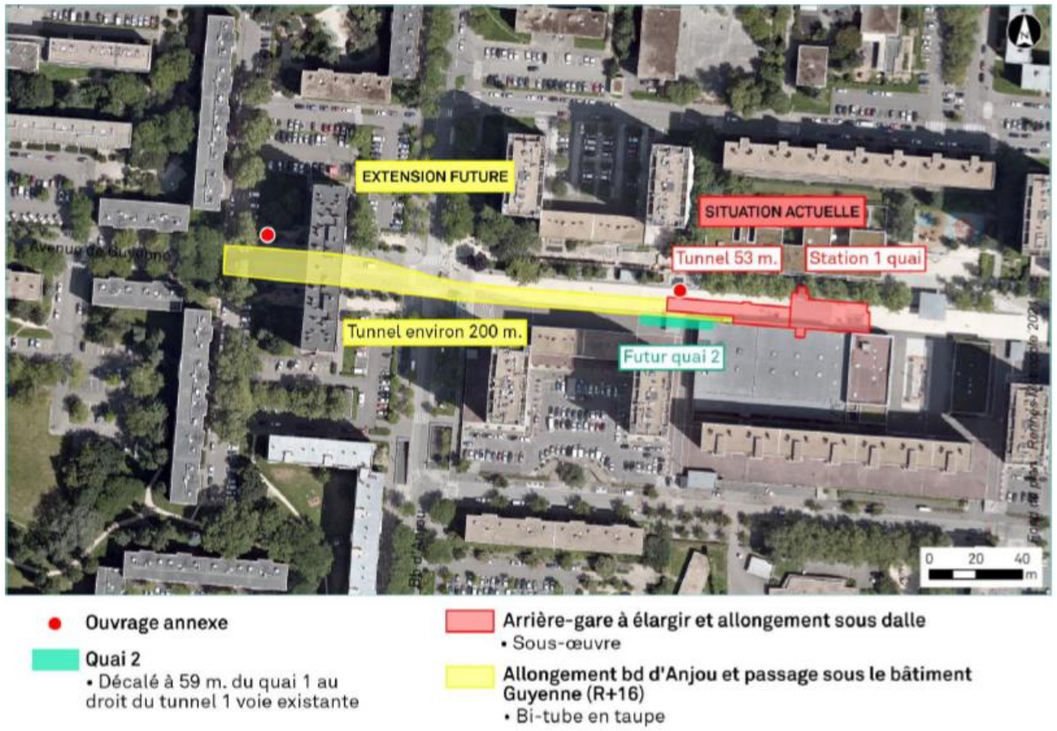


Figure 229 : Présentation du projet d'augmentation de la capacité du métro a (Source : Étude d'impact du projet)

7.2.6 PROJET DE RESTRUCTURATION DU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE (CHU) DE RENNES

7.2.6.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Projet de restructuration du centre hospitalier universitaire (CHU) de Rennes
Maître d'ouvrage	CHU de Rennes
Localisation	Rennes
Type de projet	Restructuration d'un CHU
Superficie approximative	18 ha
Distance au projet	A proximité immédiate de la ligne T1 au niveau de l'avenue de la Bataille Flandres – Dunkerque et de la rue du Recteur Paul Henry.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	24/09/2020 MRAe
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Entre 2020 et 2029.

7.2.6.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.6.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Rennes est actuellement implanté sur quatre sites au niveau de l'agglomération rennaise : le CHU de Pontchaillou qui est le site principal, l'Hôpital sud, l'Hôtel-Dieu au centre de Rennes et La Tauvrais au nord.

En raison de l'éclatement des activités, le fonctionnement actuel du CHU induit de nombreux déplacements entre le site de Pontchaillou et l'Hôpital Sud représentant près de 340 000 km annuels.

De plus, la vétusté des laboratoires et des bâtiments des deux principaux sites entraîne des difficultés d'organisation médicales, techniques et logistiques au détriment du bon fonctionnement du CHU, du parcours des patients ; il freine en outre le développement de la recherche.

Le projet de reconstruction du CHU prévoit le déplacement des activités de l'Hôpital Sud vers le CHU de Pontchaillou, ainsi que la modernisation de ce dernier. Les sites de la Tauvrais et de l'Hôtel-Dieu ne sont pas concernés par le projet.

7.2.6.2.2 Présentation du projet

Les travaux, qui comprennent 7 constructions neuves, 4 restructurations de bâtiments et une démolition, sont programmés en trois phases qui s'échelonneront entre 2020 et 2029.

Sur les 32 ha du site de Pontchaillou, environ 18 ha seront ainsi réaménagés sur la durée du projet (10 ans).

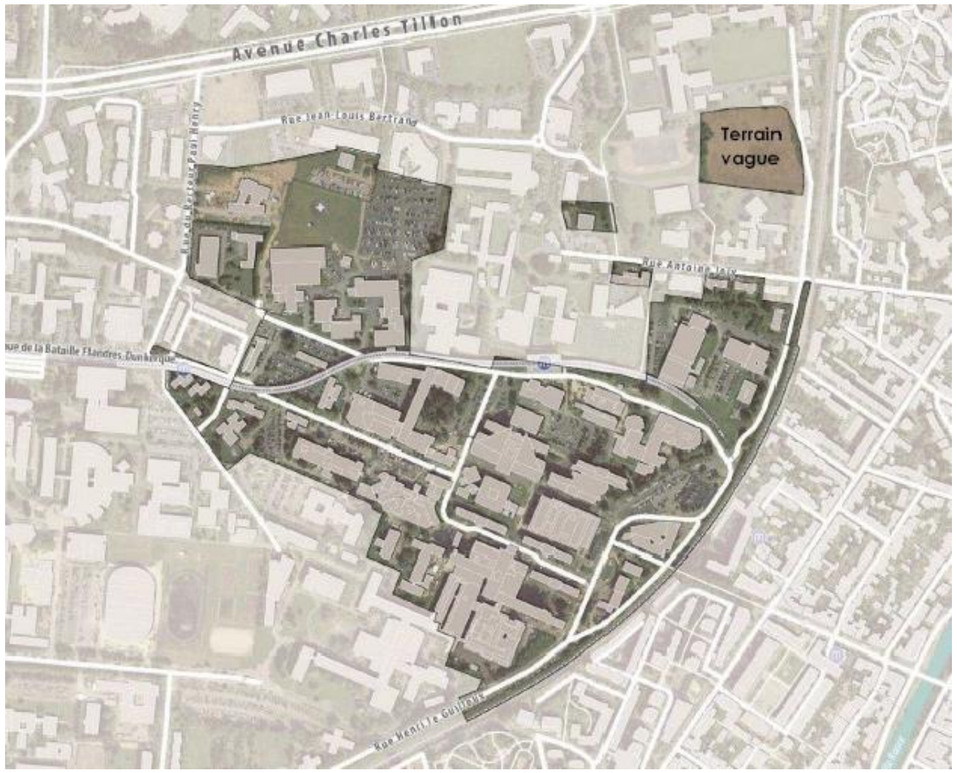


Figure 230 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae)

7.2.7 AMÉNAGEMENT DE LA ZAC MAUREPAS-GAYEULLES

7.2.7.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Aménagement de la ZAC Maurepas-Gayeulles
Maître d'ouvrage	Ville de Rennes Rennes Métropole Délégation à Territoires
Localisation	Rennes
Type de projet	ZAC
Superficie approximative	30 ha
Distance au projet	A environ 1,30 km à l'Ouest du trambus T1 Est, mais sur l'avenue de Rochester, dans la continuité de la rue des Fougères empruntée par la ligne T1.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	04/04/2016 Préfet
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Les travaux sont avancés d'un peu plus de 50%. Travaux jusqu'en 2026/2027.

7.2.7.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.7.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le quartier de Maurepas est l'un des plus anciens et des plus grands quartiers d'habitat social de Rennes. Le quartier est couvert par une zone urbaine sensible (ZUS).

Le quartier est composé de deux entités, le Gast et le Gros-Chêne. Elles sont séparées par l'avenue de Rochester qui relie le carrefour des Gayeulles à l'avenue du Général Patton. Le secteur du Gros-Chêne est composé exclusivement de logements sociaux, avec les indicateurs les plus alarmants (taux de chômage de 23%, plus de 40% de familles monoparentales…). Il a déjà bénéficié en priorité d'interventions publiques lourdes et continues dans le cadre de projets de Développement Social des Quartiers, du Contrat de Ville puis du PRU (requalification du centre commercial, aménagements des pieds de tours et des espaces publics, réhabilitations de logements, etc.). Le quartier étant classé en ZUS, certaines opérations de rénovation sont conventionnées par l'ANRU.

Le secteur du Gast constitue la partie nord du quartier de Maurepas, et c'est sur lui que porte la présente opération. Il présente une relative mixité de son parc de logements avec :

- Un parc social de logements, propriété d'un seul bailleur (Espacil-Habitat) ;
- De petites copropriétés des années 1960 ;
- Une petite zone d'habitat pavillonnaire des années 1970.

Le secteur de la ZAC présente sur 31,3 ha, près de 800 logements, quasiment tous du logement social ancien.

Le secteur présente plusieurs handicaps :

- Une forte proportion de locatif social aux loyers bas à corréler avec une paupérisation de la population ;
- Un parc social obsolète avec des formes urbaines très marquantes de barres et de tours ;
- Des espaces extérieurs déqualifiés, propriété du bailleur social, et dévolu au stationnement ;
- Un centre commercial qui périclite ;
- Un quartier peu ouvert sur le secteur pavillonnaire et coupé en deux par l'avenue de Rochester.

L'omniprésence de la voiture avec des voiries surdimensionnées, le manque de hiérarchisation des voies et des espaces, l'absence d'espaces civiques identifiés, le morcellement et le surdimensionnement des îlots, sont les principaux facteurs de dysfonctionnement de ce secteur.

En cohérence avec les orientations des documents de planification et de développement spatial de Rennes et de son agglomération (PLH, PLU, PDU), le projet de renouvellement urbain du quartier Gast répond à une stratégie d'urbanisme durable fondée sur la mixité urbaine, sociale et fonctionnelle et sur la gestion des mobilités. La rénovation de l'habitat va permettre par le biais de réhabilitations, de constructions nouvelles et de démolitions en nombre limité, de diversifier le parc et sa typologie et par voie de conséquence la population. Le renforcement de l'offre en équipement et la requalification des commerces contribueront également à cette dynamique.

Dans ce contexte, le projet urbain s'articule autour de cinq objectifs majeurs :

- Favoriser la mixité sociale par la diversification et la densification du parc de logements (favoriser l'accession à la propriété et les produits intermédiaires) et la mixité urbaine par l'accueil d'activités économiques (notamment tertiaires) ;
- Valoriser l'image du quartier par une action forte sur les espaces publics : requalification du boulevard de Rochester et des avenues, création de nouvelles voies résidentielles, amélioration des circulations douces et des parcours piétonniers, amélioration des liaisons avec la base de loisirs des Gayeulles, aménagement d'une coulée verte qui s'étendra de la piscine à la rue Poullart des places ;
- Renforcer le pôle de centralité du quartier notamment par la confortation d'équipements existants et le développement de nouveaux services et équipements : confirmer un coeur de quartier fédérateur ;
- Améliorer l'offre commerciale, en particulier avec la rénovation du centre commercial du Gast ;
- Accompagner l'arrivée de la deuxième ligne du métro et favoriser l'intégration urbaine des équipements qui lui seront liés (station de métro, parc relais, pôle d'échange, multimodal).

7.2.7.2.2 Présentation du projet

Le projet d'ensemble propose de construire dans le quartier des programmes allant de la maison de ville au R+8, en passant par des typologies d'habitat intermédiaires.

L'ensemble du foncier récupéré représente un fort potentiel de densification. Cela va permettre de :

- Diversifier le parc de logements en proposant principalement une offre en accession à la propriété dans un quartier aujourd'hui essentiellement social, et ce afin de répondre aux enjeux de l'ANRU et du PLH ;
- Proposer des formes de bâti et de gabarits différents (individuels, collectifs, intermédiaires) et accueillir ainsi toute sorte d'accédant dans des typologies variées centrées sur le T3/T4 (famille), visant pour les 2/3 des logements des propriétaires occupants.

Le projet prévoit :

- La construction d'environ 1400 logements neufs (collectifs, semi collectifs et individuels), en accession libre (50% au moins), en accession aidée (30% au moins), PLUS (10% au plus) et PLS (10% au plus) ;
- La réhabilitation de 600 logements sociaux (totalement réalisée à fin octobre 2015) ;
- La démolition de 366 logements : des logements locatifs sociaux, correspondant à 3 immeubles (Le Balleroy – réalisé fin 2013 et financé par l'ANRU, Trecesson et Pierrefond – échéance 2022 et au-delà) et 2 cages d'escaliers (20 logements sur l'immeuble Bonneval – démolition achevée en 2011 – opération inscrite à l'ANRU) et des logements individuels sur de petits secteurs pavillonnaires.

En réponse à l'objectif de mixité des fonctions et à la nécessité de création d'emplois dans le quartier, le programme inclut la réalisation de multiples locaux à vocation économique :

- 4000 à 4500 m^2 de surface de planchers de commerces ;
- 15 000 à 20 000 m^2 de surface de planchers de bureaux et services ;
- 1 000 m^2 d'ateliers artisanaux.

La requalification du centre commercial passe par une démolition de l'existant et un maintien des surfaces commerciales en rez-de-chaussée d'immeubles.

L'opération prévoit la création d'équipements publics, venant compléter l'offre déjà existante.

- Création des équipements liés au métro, avec notamment le parc relais de 400 places et 15 000m² de surface de planchers en parking lié au métro ;
- Maintien du pôle culturel autour de la salle Guy Ropartz avec aménagement d'un espace publique permettant d'accueillir des installations temporaires (actuellement, accueil de la structure « la Baraque ») ;
- Création d'un pôle social à vocation interquartier avec la relocalisation de l'équipement social commun (ESC) du Gros Chêne (5 000m² environ) ;
- Création de locaux de quartiers.

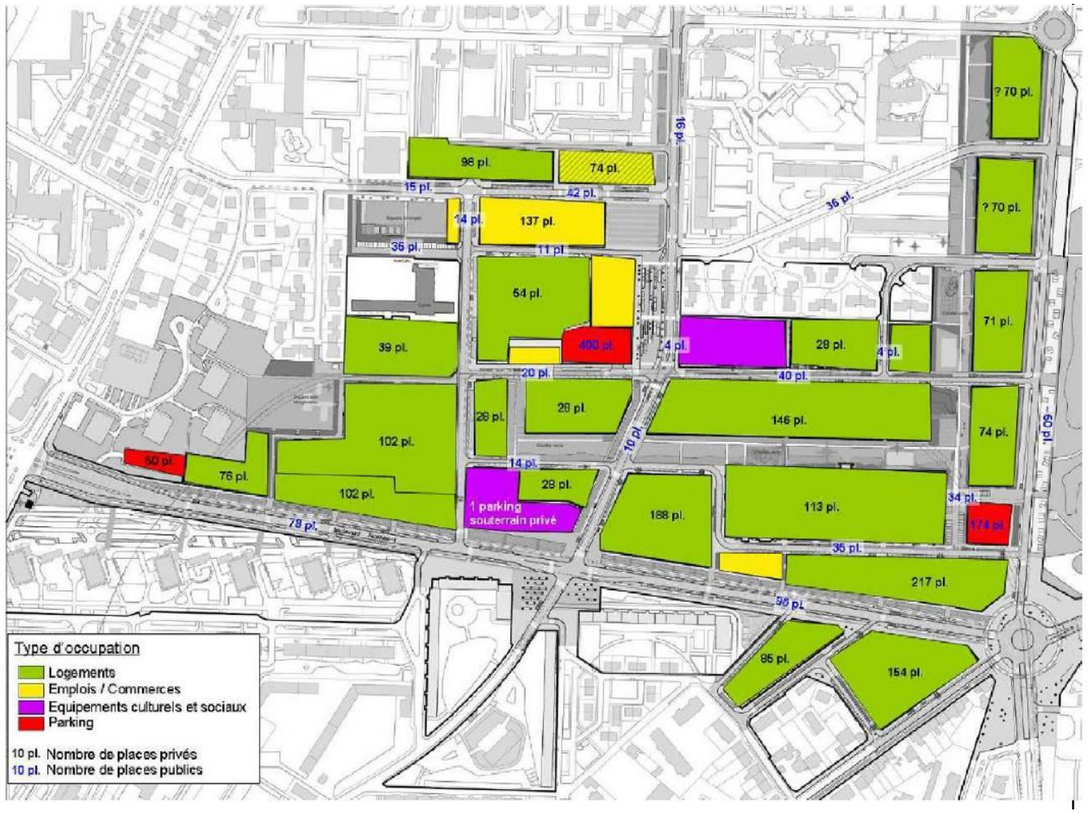


Figure 231 : Plan des aménagements

7.2.8 AMÉNAGEMENT DU LOTISSEMENT D'ACTIVITÉS « LES CHEVRONS »

7.2.8.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Aménagement du lotissement d'activités « Les Chevrons »
Maître d'ouvrage	Ville de Rennes
Localisation	Rennes
Type de projet	Lotissement d'activités
Superficie approximative	15 ha
Distance au projet	Le long de la ligne T2 sur la RN24.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	18/09/2016 Préfet
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Les travaux sont avancés d'un peu plus de 50%. Travaux jusqu'en 2026/2027.

7.2.8.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.8.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet est situé à l'ouest du territoire communal de Rennes. Il consiste en l'aménagement du site de la Barre Thomas sur environ 15 ha. Il s'agit de la création d'un lotissement d'activités à vocation commerciale, tertiaire, artisanale et industrielle en arrière-plan de la route de Lorient. Le projet est implanté sur un site aujourd'hui appartenant à l'entreprise Cooper Standard France.

Le site de la Barre Thomas est une figure historique de l'industrie Rennaise. Depuis les années 50, période d'ouverture de la première usine sous-traitante de Citroën, la zone a connu de nombreuses modifications. Il existe aujourd'hui un plan de restructuration, qui permettrait de conserver certains bâtiments appartenant à COOPER STANDARD et qui ouvrirait la voie à la création de bureaux, de restaurants et de commerces.

Par ailleurs, le Document d'aménagement commercial du SCOT du Pays de Rennes, approuvé le 29 mai 2015 prévoit comme principe d'aménagement de favoriser le transfert d'activités commerciales, notamment ceux de la zone de la route de Lorient vers le site de la Barre Thomas.

7.2.8.2.2 Présentation du projet

Le projet actuel propose un ensemble de 9 lots destinés à recevoir des activités de type tertiaires, industrielles et commerciales. La taille des terrains varie entre 2865 m² et 20 154 m² environ.

L'ensemble du lotissement sera organisé autour de 2 axes centraux Nord Sud et Est Ouest.

Les constructions seront disposées perpendiculairement à la route de Lorient de façon à ménager des échappées visuelles vers le fond de parcelle et éviter un front bâti homogène sur la rue.

La typologie des bâtiments reprendra les profils de bâtiments de type industriels : de grandes halles avec une couverture à 2 pentes, sur laquelle seront abritées les différentes activités.

Les stationnements seront positionnés le long des voix et entre les constructions, ils seront accompagnés d'un aménagement paysager soigné et dense pour minimiser leur impact visuel et une trop forte imperméabilisation.

Le site prévoit l'installation d'activité, de bureaux mais également des commerces et des restaurants le long de la route de Lorient.

Tableau 110 : Répartition des îlots

Ilot	surface parcelle	type d'activité	Surface* de l'activité
2	21009	activité	6900
3	7754	activité	3035
4	5639	restauration	930
5	2865	restauration	450
6	8558	bureau	9105
7	15553	activité	6069
8	13784	commerce	2500
		activités	2683
9	10608	commerce	3035
10	20742	commerce	4500
		restauration	1500

* surfaces approximatives dans l'attente du document d'arpentage

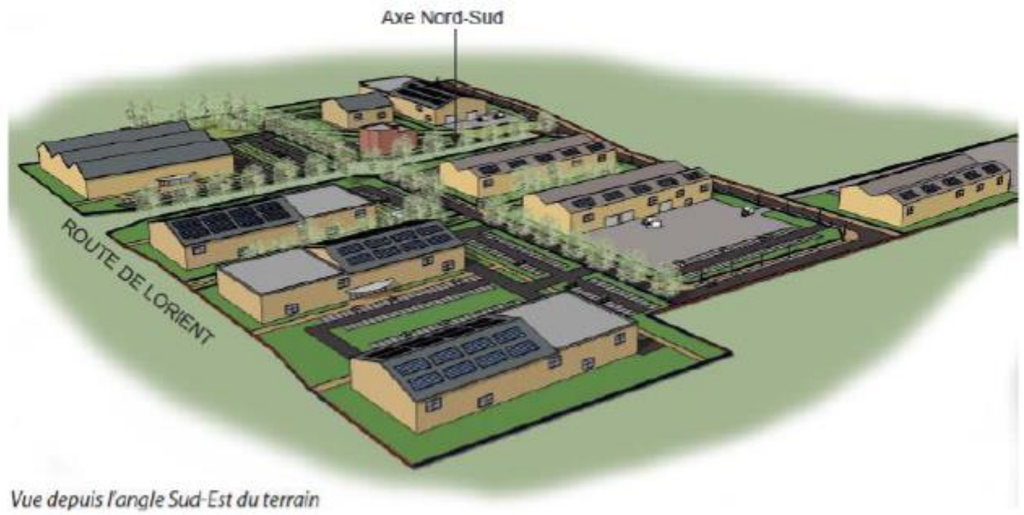


Figure 232 : Vues du projet

7.2.9 AMÉNAGEMENT DE LA ZAC ATALANTE VIASILVA

7.2.9.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Aménagement de l'îlot C2 de la ZAC Atalante ViaSilva
Maître d'ouvrage	Rennes Métropole
Localisation	Rennes
Type de projet	ZAC
Superficie approximative	93 ha
Distance au projet	Le projet jouxte la ligne T1 au niveau de la rue du Clos Courtel.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	16/08/2016 Préfet (absence d'instruction)
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	18/01/2019
Planning de réalisation des travaux	Travaux en cours, les travaux ne seront pas terminés en 2029.

7.2.9.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.9.2.1 Contexte et objectifs du projet

ViaSilva est un projet de développement urbain, essentiellement situé sur la commune de Cesson-Sévigné, et en partie sur Rennes et Thorigné-Fouillard. Idéalement desservi, au cœur de la métropole, il s'inscrit dans la continuité des quartiers d'habitat existants et de la Technopole Atalante Beaulieu.

Ce projet répond, de façon progressive, concrète et réaliste, à des enjeux d'accueil de nouveaux habitants et de nouveaux emplois, dans un cadre de vie de qualité, en cohérence avec les orientations du territoire.

Le Conseil Communautaire a fixé quatre objectifs à « Atalante ViaSilva » :

- Poursuivre le développement économique du site technopolitain « Beaulieu – Saint Sulpice – Champs Blancs » ;
- Inscrire la desserte à venir du secteur par la ligne b du métro dans un projet d'ensemble en termes de mobilité et déplacements ;
- Mettre en œuvre le projet urbain de « ViaSilva » : une ville « mixte » et des proximités ;
- Inscrire cette opération dans une démarche spécifique de développement durable.

Le dispositif envisagé et énoncé dans la délibération du 31 mars 2011 était celui d'une suppression de la ZAC « Les Champs Blancs » précédant la création de la ZAC « Atalante ViaSilva ».

7.2.9.2.2 Présentation du projet

Deux stations de métro sont à proximité ou incluses dans ce périmètre : il s'agit des stations Atalante et Cesson-ViaSilva.

Le périmètre modifié de ZAC est découpé en quatre secteurs distincts :

- Au Nord : une partie de Pâtis Tatelin, à proximité du rond-point de Vaux ;
- A l'Ouest du boulevard des Alliés : une partie d'Atalante (zone de renouvellement urbain) à proximité des deux stations de métro, rue Chêne Germain et rue Clos Courtel ;
- A l'Est du boulevard des Alliés : le secteur de Champs Blancs ;
- Au Sud-Est : les hameaux de Belle Fontaine, La Rochelle et Bouriande.

Un programme de constructions d'environ 575 000 m² de surface de plancher (500 000 m² environ de surface de plancher nouveaux et 75 000 m² de surface de plancher environ construits ou cédés sur Champs Blancs), dont environ :

- 215 000 m² de surface de plancher logements soit environ 3 100 logements (selon renouvellement urbain) ou 6 500 habitants environ ;
- 356 000 m² de surface de plancher activités et équipements (dont les 75 000 m² de surface de plancher environ construits ou cédés déjà évoqués) et environ 4 000 m² de surface de plancher de commerces (soit environ 7 000 emplois nouveaux, hors emplois déjà présents sur la zone et dans les bureaux déjà construits sur Champs Blancs).

Sur cette ZAC, en secteur d'extension urbaine, la densité est en moyenne de 80 logements ou équivalents par hectare (selon les modalités de calcul du SCoT).

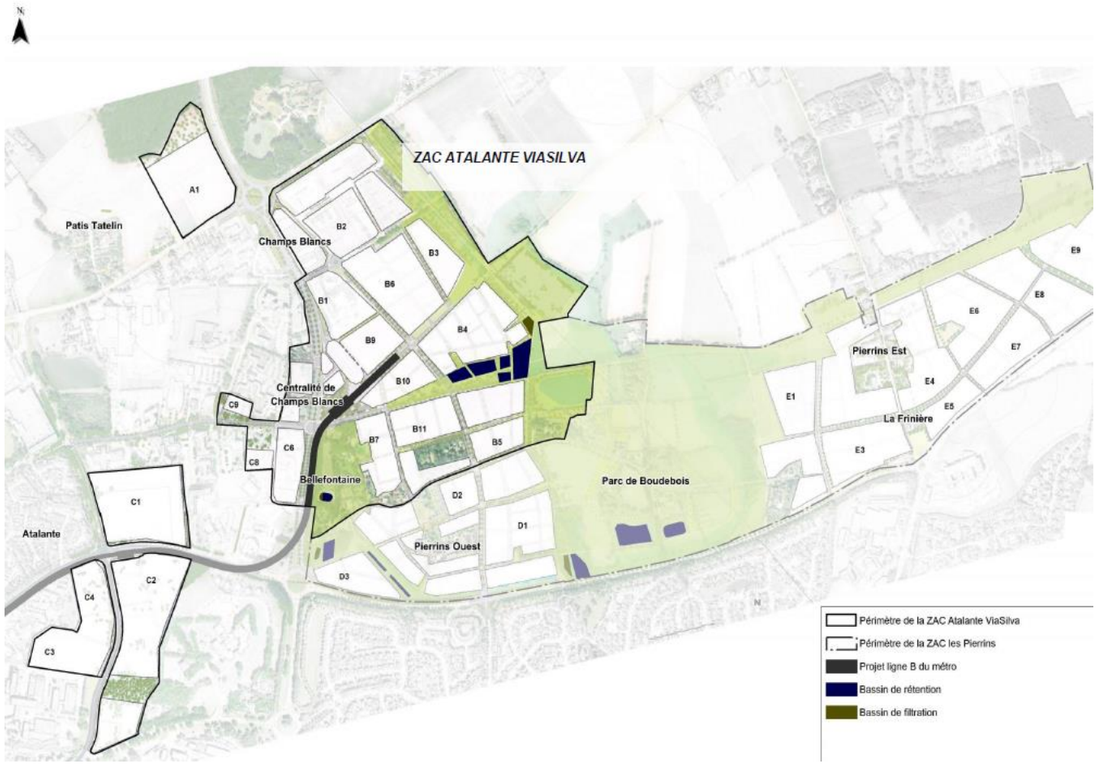


Figure 233 : Plan du projet

7.2.10 AMÉNAGEMENT DE L'ÎLOT C2 DE LA ZAC ATALANTE VIASILVA

7.2.10.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Aménagement de l'îlot C2 de la ZAC Atalante ViaSilva
Maître d'ouvrage	Legendre Immobilier
Localisation	Cesson-Sévigné
Type de projet	ZAC
Superficie approximative	
Distance au projet	Le projet jouxte la ligne T1 au niveau de la rue du Clos Courtel.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	20/08/2020 MRAe
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	

7.2.10.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.10.2.1 Contexte et objectifs du projet

Le projet concerne une partie de la zone d'aménagement concerté (ZAC) multisites Atalante-ViaSilva. L'îlot concerné sera aménagé en deux temps appelant une actualisation de l'étude d'impact du projet : l'étude d'impact présentée est centrée sur la partie sud de cet espace, dénommé îlot C2B.

7.2.10.2.2 Présentation du projet

Le projet d'aménagement de l'îlot C2, élément de la ZAC multisites Atalante ViaSilva, est porté par Legendre Immobilier.

Cette ZAC de 93 hectares, visant une surface de plancher de 575 000 m² (dont pour le logement 210 000 m² soit 36% correspondant à 3 100 logements) a pour aménageur la Société Publique Locale d'Aménagement (SPLA) ViaSilva. Elle est issue de l'ancienne ZAC des Champs Blancs, et fait aujourd'hui partie d'un projet de développement majeur de Rennes Métropole, repris en 2019 par le PLUi sous la forme de 2 ZAC. Le présent projet correspond donc à une réalisation partielle de la zone d'aménagement précitée.

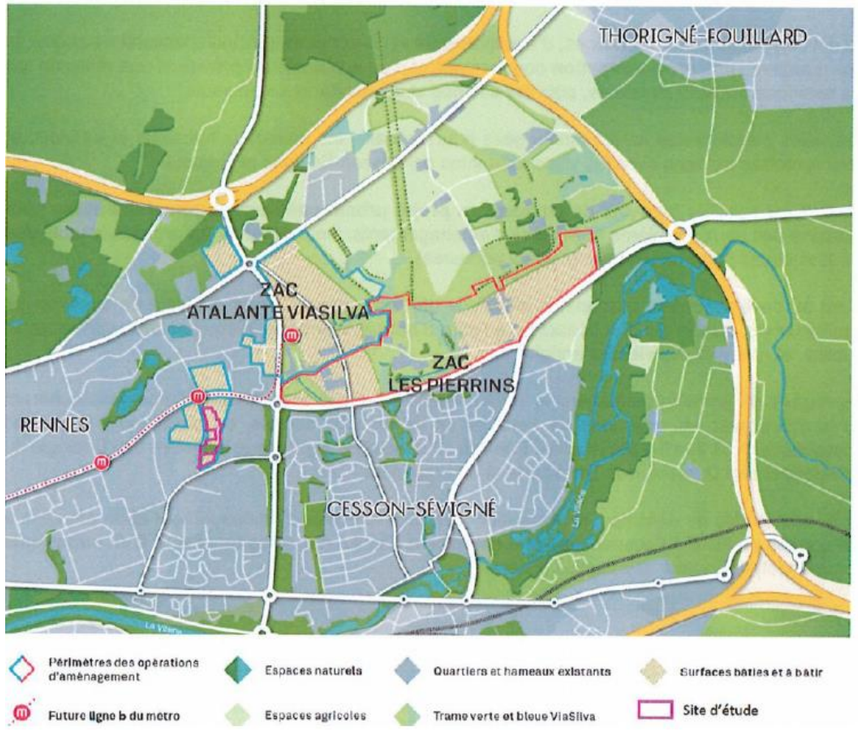


Figure 234 : Localisation du projet (Source : Avis de l'Ae)

Le projet, d'une emprise totale de 7,3 hectares, se découpe en deux lots, nord et sud, respectivement dénommé C2A et C2B. Ces deux parties comporteront de l'habitat (avec pour le nord et le sud, respectivement 180 et 181 logements qui occuperont 27 500 m²). La partie nord accueillera des bureaux, représentant une surface de plancher de 16 000 m². Un cheminement doux est prévu afin que les habitants du lot sud puissent rejoindre la station de métro en passant par l'îlot nord. Le dossier indique la conservation d'un espace boisé classé et celle d'un plan d'eau.

7.2.11 CONSTRUCTION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL (PARTIES NORD ET SUD)

7.2.11.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Construction d'une centrale photovoltaïque au sol (parties Nord et Sud)
Maître d'ouvrage	CPV SUN 40
Localisation	Cesson-Sévigné
Type de projet	Centrale solaire.
Superficie approximative	10 ha
Distance au projet	A 200 m au Sud de la T2 Est, au niveau du Parc du Bois de la Justice
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	18/06/2024 MRAe (absence d'instruction)
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non
Planning de réalisation des travaux	Mise en service prévue en 2026.

Figure 235 : Illustration du projet

7.2.11.2 PRÉSENTATION DU PROJET

Deux permis ont été déposés par CPV SUN 40 pour une centrale solaire sur le site du Bois de la Justice près du tunnel de la LGV. La mise en service est prévue en 2026.

Dotés d'une puissance électrique cumulée de 7,9 MWc, les 13 900 panneaux solaires du Bois de la Justice produiront une énergie électrique de 8,8 GWh la première année en plus des 3,5 GWh pour les 5 600 panneaux du site du chemin de Bray.

Ces deux installations permettront d'éviter l'émission de 3 407 tonnes de CO^2 par an. L'équivalent de la consommation en chauffage de quasiment 5 800 habitants.

La mise en service du parc photovoltaïque de Cesson-Sévigné se profile début 2026.

7.2.12 ZAC BEAUREGARD-QUINCÉ ET ZAC PORTE DE SAINT-MALO

7.2.12.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	ZAC Beauregard-Quincé et ZAC Porte de Saint-Malo
Maître d'ouvrage	Ville de Rennes
Localisation	Le projet traverse ces deux ZAC à l'extrémité Nord-Ouest de la ligne T1.
Type de projet	ZAC
Superficie approximative	37 ha
Distance au projet	Le projet traverse les ZAC.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	-
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	06/08/2020 Instruction en cours du PAC (Porter à connaissance)
Planning de réalisation des travaux	Travaux en cours Fin des travaux vers 2030

7.2.12.2 PRÉSENTATION DU PROJET

La ZAC Beauregard-Quincé s'étend sur 27 ha. Elle regroupe 1 430 logements, des commerces et services, un parc champêtre, un groupe scolaire, des terrains de sports, des aires de jeux, des places et squares.

La ZAC Porte de Saint-Malo comprendra à terme 450 logements, un parc paysager dans la continuité du parc champêtre de Beauregard-Quincé et des services/activités dans des rez-de-chaussée actifs.

Le programme d'aménagement projeté prévoit :

- La création d'un parc avec des promenades sur l'ancien site de la briqueterie, dans le cadre du nouveau projet de la ZAC Porte de Saint Malo, qui comprendra des belvédères, une aire de jeux, des vergers et des zones de pâturages. Le projet d'aménagement présenté dans le dossier d'autorisation loi sur l'eau initial prévoyait la création de plusieurs îlots bâtis dans ce secteur. Désormais, seule la frange nord du parc accueillera des logements ;
- Un îlot de logements, le long de la rive nord de la rue Duvivier, sur une partie des bassins d'assainissement actuels. Le projet d'aménagement présenté dans le dossier d'autorisation loi sur l'eau initial prévoyait uniquement l'aménagement de bassins de rétention dans ce secteur.

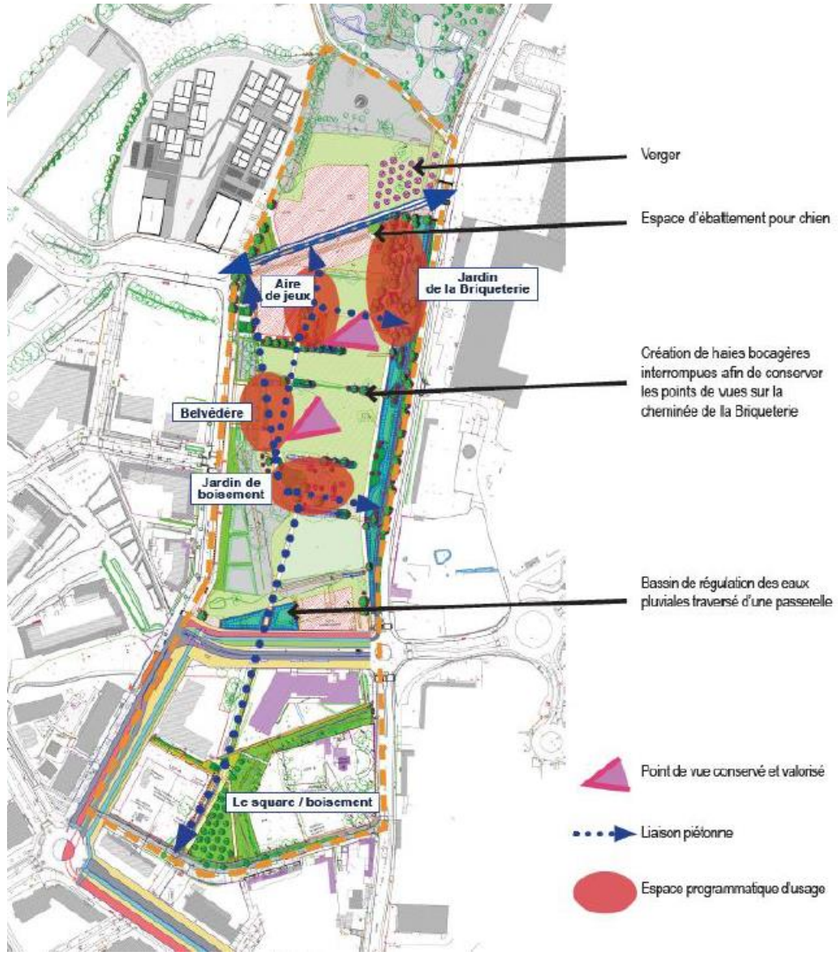


Figure 236 : Principes d'aménagement

Le projet s'articule autour de deux axes majeurs :

- Le cheminement ouest-est ;
- La voie piétonne nord-sud évoluant le long de la haie bocagère existante, sur son côté est, offrant des vues vers les prairies existantes.

Des liaisons douces complémentaires se greffent à ces deux cheminements principaux.

7.2.13 LE PROJET DES QUAIS DE LA VILAINE – PLACE DE LA RÉPUBLIQUE - ABORDS DU PALAIS DE COMMERCE

7.2.13.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Projet	Quais de la Vilaine – Place de la République- Abords du Palais de Commerce
Maître d'ouvrage	Rennes Métropole
Localisation	Le projet de trambus T1 et T2 traverse les quais de Vilaine concerné par ce projet.
Type de projet	Aménagement de quai
Superficie approximative	Environ 730 ml
Distance au projet	Le projet de trambus traverse le projet des quais de Vilaine.
Date de l'avis de l'Ae sur l'étude d'impact	Non publié à ce jour
Arrêté d'autorisation loi sur l'eau	Non publié à ce jour (DAE déposé le 10/10/2024)
Planning de réalisation des travaux	De juillet 2025 à août 2028

7.2.13.2 PRÉSENTATION DU PROJET

7.2.13.2.1 Contexte et objectifs du projet

La ville de Rennes et Rennes Métropole ont mené une concertation en 2018 visant à recueillir l'avis des administrés au sujet de leurs visions pour le centre-ville à l'horizon 2030. Les ouvrages de couverture de la Vilaine faisaient partie des thèmes abordés et des avis divers ont émergé concernant leur devenir.

La synthèse de la concertation cite parmi les faiblesses du cœur de ville, un centre trop minéral : « une nature trop contenue et confidentielle », « caractérisé par l'absence de pelouses, d'arbres et de plantes de pleine terre, de peu d'endroits où se pose et se détendre », « la présence de l'eau, trop peu valorisée : la Vilaine triste, sale, enfoncée, peu visible ». Le parking Vilaine est identifié comme « lieux qui fait débat ». Deux perceptions clivantes s'opposent : ouvrage « minéral, laid, onéreux, frontière » ou bien ouvrage « utile, permet l'accessibilité du centre-ville ». Cela se traduit dans les avis formulés, avec 46% des personnes interrogées favorable à son réaménagement, 40% défavorables et 14% sans opinion.

Suite à cette première phase de consultation de la population, une concertation préalable au titre du Code de l'urbanisme a été lancée par Rennes Métropole (décision du bureau n°B21.171 du 20 mai 2021) en 2021 sur le périmètre du projet de réaménagement des espaces publics et des ouvrages d'art compris entre le pont de la Mission et le pont Pasteur ainsi que les abords de la Place de la République.

Dans ce cadre, un jury citoyen a été mis en place entre juin et décembre 2021 pour étudier différents scénarios relatifs aux ouvrages de couverture de la Vilaine et guider les décisions politiques sur le sujet.

Deux scénarios d'aménagement, qui ont fait l'objet d'une analyse et d'un vote pondéré, se sont dégagés :

- « La Vilaine au cœur de Rennes », prévoyant l'ouverture de la dalle du parking Vilaine ;
- « Le jardin des Lavandières », prévoyant de conserver et réaménager la dalle.

A l'issue de ces travaux, le jury citoyen s'est prononcé en faveur de la suppression de la dalle du parking recouvrant la Vilaine dans la continuité de la Place de la République.

Sur la base de ces consultations, Rennes Métropole a engagé l'opération de réaménagement des quais de Vilaine, de la Place de la République et des abords du Palais du Commerce, avec comme principe directeur la suppression de la dalle du parking existant.

Le projet de réaménagement des quais de Vilaine, de la Place de la République et des abords du Palais du Commerce poursuit les objectifs suivants :

- Redonner aux quais leur statut d'espace public central de Rennes, cœur de la métropole ;
- Renforcer les connexions est-ouest et nord-sud ;
- Déconstruire le parking Vilaine ;
- Réhabiliter la structure de la dalle République ;
- Aménager les espaces publics sur l'ensemble du périmètre, intégrant le projet de trambus sur les quais sud et la vélorue sur les quais nord ;
- Constituer une armature paysagère structurante à l'échelle de la ville, en accompagnement de la réouverture de la Vilaine et répondant aux enjeux d'adaptation de la ville au changement climatique ;
- Accompagner la transformation du Palais du Commerce ;
- Créer et développer des aménités sur et autour de l'eau (pontons, gradins, passerelle) afin d'améliorer le confort urbain.

7.2.13.2.2 Présentation du projet

Le projet porte sur l'ensemble des espaces publics et des ouvrages d'art compris entre le pont de la Mission et le pont Pasteur, ainsi que les abords de la Place de la République.

Figure 237 : Périmètre du projet

De manière générale, le projet prévoit les aménagements suivants :

- La déconstruction du parking, entraînant la découverture de la Vilaine sur 275 ml ;
- Le renforcement et la rénovation de la dalle République ;
- La mise en place d'aménagements sur la Vilaine : pontons flottants, rampes d'accès et jardins flottants répartis sur les deux rives du fleuve ;
- L'installation d'une passerelle piétonne de franchissement de la Vilaine, au niveau de la rue de Lanjuinais ;
- Le réaménagement de la Place de la République ;
- Le réaménagement des abords du Palais du Commerce, notamment la rue du Pré Botté et son côté est ;
- Le réaménagement complet des quais nord (Duguay-Trouin, Lamartine, Chateaubriand) ;
- Le réaménagement ponctuel des quais sud (Lamennais, Emile Zola).

L'apaisement en termes de circulation de cet axe central de Rennes entrainera une modification de certains tracés de lignes de bus métropolitaines telles que les lignes 54, 55 et 56 avec une définition de nouveaux terminus en accroche des Métro A ou B. Cette reconfiguration, qui devrait intervenir vers 2028-2029, fait l'objet actuellement d'études détaillées et les propositions pourront être communiquées ultérieurement dans le cadre de l'évolution régulière du réseau STAR.

LEGENDE

- Périmètre d'intervention
- Sens de circulation
- Entrée véhicule / entrée piétonne
- Accès métro existants
- Sens de la pente
- Edicule bâti (toilettes publiques...)
- Aubette abri-bus

PLANTATIONS

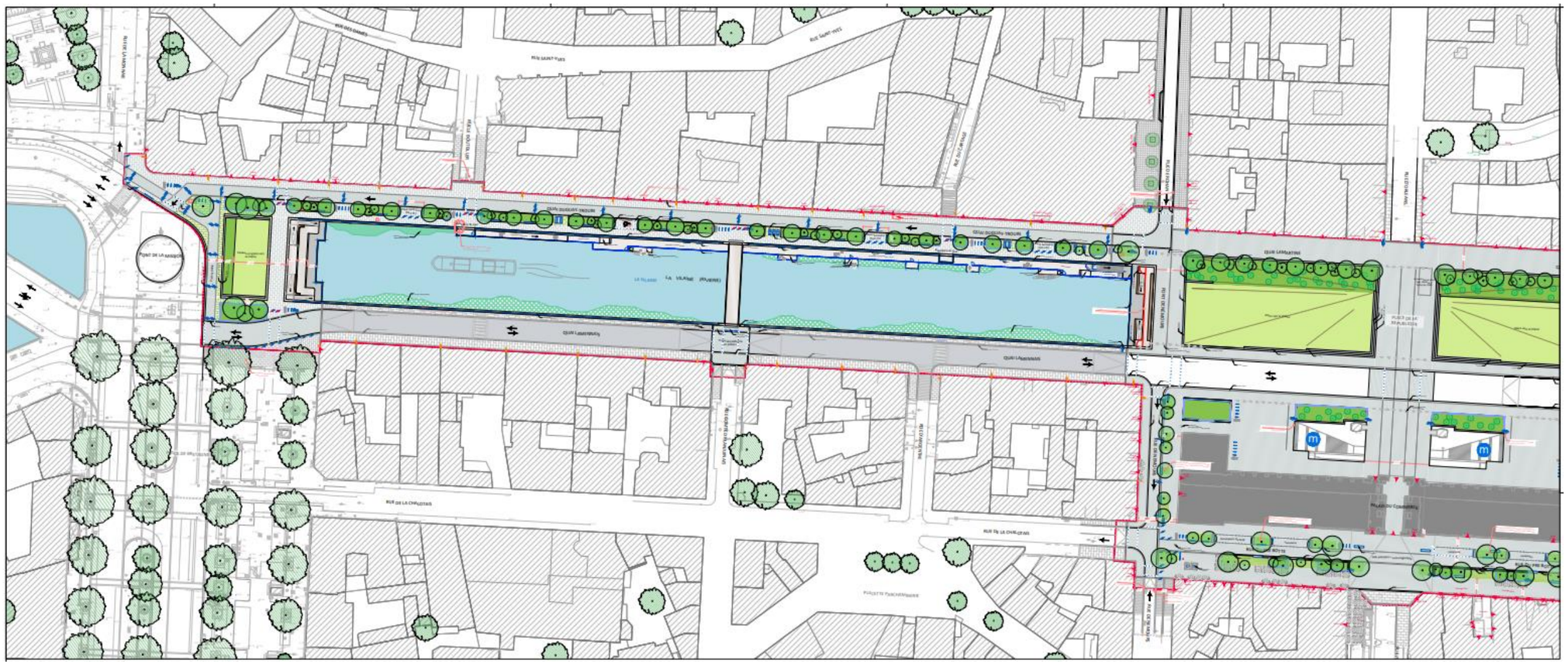
- Espace vert existant
- Jardin flottant existant
- Jardins flottants projeté
- Massifs arbustes et vivaces
- Pelouse
- Arbres existants à abattre
- Arbres existants conservés
- Arbres projetés
- Arbustes isolés projetés

REVETEMENTS

- Dallage granit 60x40cm
- Dallage granit 60x40cm à joints végétalisés
- Pavage granit format allongé 8x40cm
- Pavage granit format allongé 8x40cm, joints végétalisés
- Pavage granit petit format 14x20cm
- Revêtement béton
- Platelage bois
- Revêtement tôle micro-perforée
- Revêtement caillebottis métal
- Pierre de couronnement du quai existante

MACONNERIES ET SERRURERIES

- Muret parement granit, épaisseur 60cm
- Gradine granit (larg. 50cm)
- Banc et banquette d'assise granit
- Banquette linéaire métal (square Joffre)
- Banc bois, structure métal
- Transat bois, structure métal
- Table de pique-nique bois, structure métal
- Table de jeu bois, structure métal
- Garde-corps (normatif génie civil)
- Barrière de protection existante
- Barrière de protection nouvelle, dito existante
- Portillon simple
- Appuis-vélos
- Station Vélostar
- Inclusion de dalle - logo cycle
- Clous (signalétique horizontale)
- Borne basse fixe
- Borne basse amovible (manuelle) ou rétractable (automatique)
- Potelet haut fixe / potelet amovible à clé pompier
- Corbeille de propreté bi-flux (tri sélectif)
- Conteneurs de collecte enterrés existants
- Grille d'arbre métal, sécable
- Lisse basse métallique de protection des plantations


RUE SAINT-YVES
QUAI LAMENNAIS
RUE DE LA CHALOTAIS
PLACE DU COMMERCE

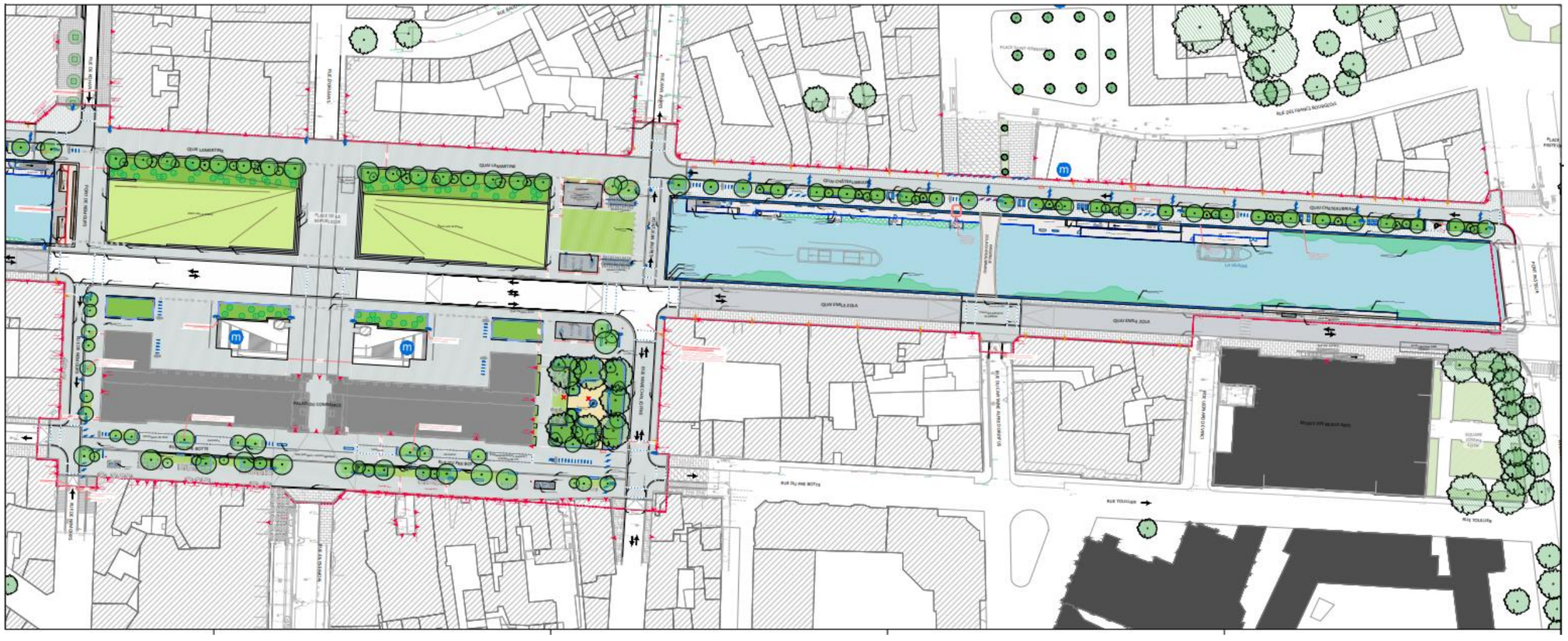


Figure 238 : Plan masse du projet (Source : Etude d'impact du projet)

7.3 ANALYSE DES IMPACTS CUMULÉS

Les impacts cumulés identifiés en phases travaux et exploitation sont présentés par thématiques environnementales. Seules les thématiques présentant des impacts non négligeables sont exposées.

7.3.1 IMPACTS CUMULÉS EN PHASE TRAVAUX

7.3.1.1 DÉPLACEMENTS, TRAFICS ET CONDITIONS DE CIRCULATION

Au vu de la localisation des projets connexes (proches du projet de Trambus T1 et T2) et des plannings de travaux de chacun des projets, des incidences cumulées sur le trafic routier en phase travaux sont attendues.

En effet, les engins de chantier sont susceptibles d'emprunter localement les mêmes axes routiers que ceux du trambus, par exemple :

- La RN24 (projet de centrale photovoltaïque au Rheu, lotissement d'activités « Les Chevrons ») ;
- Quais de la Vilaine (projet des quais de la Vilaine) ;
- Rue du Chesnay-Beauregard et rues adjacentes (ZAC Beauregard-Quincé et ZAC Porte de Saint-Malo) ;
- Rue de Fougères (ZAC Maurepas-Gayeulles) ;
- Etc.

Impacts cumulés : **forts**

Les travaux du trambus généreront des flux supplémentaires de poids-lourds et autres engins de chantier, se cumulant à ceux des chantiers connexes.

Mesures de réduction :

Des réunions de coordination de projets urbains pilotés par Rennes Métropole et en lien avec les autres maîtres d'ouvrage auront lieu afin de se coordonner sur les différentes phases de chantier des projets. Les échanges permettront d'anticiper des problèmes de chevauchement de travaux, et de phaser au mieux la réalisation des différents aménagements.

Le plan de circulation réalisé dans le cadre des travaux du trambus prendra en considération les flux de circulation générés par les autres chantiers.

Ce travail fait partie d'une mission d'OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination) relevant de la maitrise d'œuvre d'opération.

7.3.1.2 MILIEU HUMAIN : SÉCURITÉ DES USAGERS (AUTOMOBILISTES, PIÉTONS, CYCLES)

La confrontation des engins de chantier avec les autres usagers des axes routiers et piétons peut s'avérer dangereuse. Ce risque est propre à tous les chantiers, d'autant plus dans un contexte urbanisé où sont situés la plupart des projets connexes et le projet de trambus.

Impacts cumulés : **faibles**

Les projets tiennent compte des problématiques de sécurité lors de la phase travaux, que ce soit pour le personnel de chantier ou pour les usagers de l'espace public. Ainsi, les impacts cumulés sont qualifiés de faibles.

Mesures de réduction :

Rennes Métropole se rapprochera des maîtres d'ouvrages afin de se coordonner sur la signalétique et d'autres mesures éventuelles (déviation des itinéraires piétons par exemple) à mettre en œuvre.

7.3.1.3 PAYSAGE ET PATRIMOINE

Les chantiers ont des impacts temporaires sur le paysage et le patrimoine du fait de la présence d'engins et d'installations de chantier, de zones de terrassements, de dépôts de matériaux, etc.

Impacts cumulés : **faibles**

Chaque projet prévoit un panel de mesures spécifiques pour réduire leurs incidences respectives concernant ces thématiques. Une remise en état après travaux sera effectuée. Par exemple, le projet des quais de la Vilaine, s'implantant sur un secteur à enjeux patrimoniaux (présence de ZPPA, limite de SPR, nombreux périmètres de protection des abords des monuments historiques interceptés, Palais du Commerce identifié en PLUI de Rennes Métropole comme patrimoine bâti d'intérêt local) prévoit d'installer des panneaux présentant les visuels du projet sur le périmètre des travaux.

Les impacts cumulés sont donc qualifiés de faibles.

7.3.1.4 SOLS ET SOUS-SOLS, TOPOGRAPHIE, RESSOURCE EN EAU, RISQUES MAJEURS, CADRE DE VIE (ENVIRONNEMENT SONORE ET QUALITÉ DE L'AIR)

Les impacts cumulés concernent les terrassements et la gestion des déblais et remblais pour les sols et la topographie. Chaque chantier devra réutiliser au maximum les déblais sur site, ou les envoyer en centre de traitement agréé. Les stocks seront régulièrement évacués.

Pour la ressource en eau, cela concerne les incidences sur les eaux souterraines et sur les eaux superficielles (cours d'eau ou plans d'eau). Pour rappel, le projet de trambus n'a pas d'impact sur les eaux superficielles en phase travaux (des mesures seront prises pour limiter le risque de pollution). En cas de risque d'interaction avéré avec la nappe durant les travaux de terrassement, des pompages provisoires ponctuels et localisés pourront être effectués. En cas de dépassement des seuils de déclaration ou d'autorisation, un dossier loi sur l'eau sera transmis à la Police de l'eau avant le démarrage des pompages. Chaque projet prévoit des mesures en fonction des impacts qu'il génère.

Concernant la qualité de l'air et l'acoustique, chaque chantier mettra en œuvre des mesures permettant de limiter ses incidences (utilisation d'engins homologués, réduction des émissions de poussières, dossier « bruit de chantier », respect des horaires légales de travaux bruyants, etc.).

Impacts cumulés : **faibles**

Chaque projet prévoit un panel de mesures spécifiques pour réduire leurs incidences respectives concernant ces thématiques. Les impacts cumulés sont donc qualifiés de faibles.

7.3.2 IMPACTS CUMULÉS EN PHASE EXPLOITATION

7.3.2.1 DÉPLACEMENTS, TRAFICS ET CONDITIONS DE CIRCULATION

Les projets de type ZAC vont modifier les conditions de circulation sur leur secteur d'implantation respectif. En effet, de nouveaux trafics vont être générés suite à la réalisation de nouveaux logements et de nouvelles activités.

Par exemple, la ZAC Maurepas Gayeulles va générer une augmentation de la demande en déplacement (+45% entre 2007 et 2025 – étude EGIS 2011) qui sera satisfaite à 95% par l'offre accrue en transport collectif (ligne B du métro et rabattage des lignes bus urbaines et métropolitaines). Le nombre de déplacements liés à la voiture (+5%) sera donc volontairement limité.

Suite la mise en œuvre du projet des quais de la Vilaine, le périmètre de l'opération restera accessible en bus (desserte par les 2 lignes de trambus T1 et T2 qui seront mises en service), en métro (station République de la ligne a et Saint-Germain de la ligne b), en vélo, à pied et en voiture mais de façon limitée (via des boucles de desserte). Le projet de trambus est cité dans l'étude d'impact de ce projet. Il est bien prévu de laisser des voies dédiées à la circulation des lignes T1 et T2.

Les projets de centrales photovoltaïques ne seront pas générateurs de trafic important. Le seul trafic associé sera lié à la maintenance des installations.

A noter que l'offre de stationnement est remaniée par la plupart des projets connexes et par le projet de trambus.

Concernant les circulations douces, les projets de ZAC et le projet de trambus sont favorables aux aménagements piétons et cycles.

Impacts cumulés : **acceptables pour la circulation routière et positif pour les circulations douces**

7.3.2.2 GESTION DES EAUX PLUVIALES ET RISQUE D'INONDATION

Chaque projet prévoit la mise en place d'un système d'assainissement conforme aux réglementations locales d'assainissement. Pour les projets concernés par le PPRI, ces derniers tiennent notamment compte des prescriptions des zonages du PPRi qu'ils traversent.

Par exemple, le projet de nouveau dépôt bus prévoit une rétention des eaux pluviales grâce à des bassins enterrés au niveau de chaque sous bassin versant du site, excepté au sud où les eaux pluviales seront régulées et épurées grâce à un système de noues. Les bassins de rétention seront équipés d'une vanne d'obturation qui permettra de contenir une éventuelle pollution accidentelle. Les eaux collectées transiteront ensuite dans le réseau collectif avant d'aboutir dans la Vilaine.

Le projet de CHU de Rennes prévoit quant à lui de favoriser l'infiltration des eaux pluviales (tranchées d'infiltration, revêtements perméables, noues…) tandis que les eaux des pluies d'occurrence décennale seront collectées et rejetées dans le réseau.

Pour le projet des quais de la Vilaine, aucune infiltration n'est prévue. En effet, les eaux de voirie des quais nord seront acheminées vers les fosses de plantation (profondeur d'environ 1,10 m) pour les alimenter ; un drain positionné en dessous recueillera le surplus d'eau et les rejettera directement dans la Vilaine via des orifices créés dans les murs de quai. Concernant les pelouses en glacis, ces dernières prennent place sur des dalles de couverture au-dessus de la Vilaine ; aucune infiltration n'est donc possible. Concernant les quais nord et les abords du Palais du Commerce, les eaux seront collectées dans le réseau unitaire existant.

Concernant les projets de centrales photovoltaïques, la couverture des sols par les panneaux n'empêche pas l'écoulement des eaux pluviales qui reste possible entre les rangées et au travers des interstices laissés entre les panneaux.

Impacts cumulés : **nuls**

Ainsi, le risque d'inondation ne sera pas augmenté par les projets.

7.3.2.3 MILIEU HUMAIN

Pour le projet de l'îlot C2 de la ZAC ViaSilva par exemple, il est noté dans l'avis de la MRAe que le projet favorise les déplacements doux mais dans un contexte d'éloignement aux transports collectifs et d'aménagements qui peuvent réduire la portée de cet effort.

Impacts cumulés : **positifs**

Le projet de trambus permettra d'améliorer l'accessibilité et la qualité de la desserte des projets de ZAC.

Il n'aura pas d'incidence pour les projets de centrales photovoltaïques.

7.3.2.4 IMPACT FONCIER

Les projets prévoient d'acquérir des propriétés privées (besoins d'emprises).

Mesures de réduction :

Les projets ont été conçus de manière à minimiser au maximum les besoins d'acquisition foncière sur les propriétés riveraines.

Chaque maître d'ouvrage prévoit de réaliser des négociations au cas par cas concernant les propriétés riveraines concernées.

Pour rappel, le projet de trambus n'a que peu d'impact sur les propriétés privées. Des négociations à l'amiable sont prévues.

Impacts cumulés : **faibles**

7.3.2.5 PAYSAGE ET PATRIMOINE

Les projets d'aménagements urbains implantés sur des sites actuellement en friches ou des espaces verts tels que le projet de nouveau dépôt de bus (friche), la ZAC Atalante ViaSilva et les deux projets de centrales photovoltaïques ont des incidences importantes sur le paysage existant. Néanmoins, l'utilisation de telles zones enclavées en milieu urbain pour les projets de ZAC permet de réduire l'effet d'étalement urbain sur des espaces naturels aux alentours des villes.

Par ailleurs, certains projets consistent à réhabiliter des zones déjà urbanisées, telles que la ZAC Maurepas-Gayeulles et les quais de la Vilaine. L'impact sur le paysage sera donc moindre voire même positif.

Mesures de réduction :

La qualité architecturale des projets a été recherchée. Par exemple, la conception et l'architecture des bâtiments du projet de nouveau dépôt de bus apparaît soignée, notamment le bâtiment de maintenance, qui allie l'esthétique avec les éléments naturels.

Des aménagements paysagers qualitatifs font partie intégrante des projets de ZAC et viendront valoriser les sites.

Les projets de centrales photovoltaïques intègreront des plantations de bandes arbustives et haies bocagères pour limiter leurs incidences visuelles.

Le projet de trambus intègre également des aménagements paysagers.

Impacts cumulés : **positifs**

Au vu du cadre très urbains, les incidences cumulées sont jugées positives.

7.3.2.6 SOLS ET SOUS-SOLS, EAUX SOUTERRAINES, RISQUES MAJEURS HORS INONDATION, CADRE DE VIE (QUALITÉ DE L'AIR)

Une évaluation des incidences a été réalisée dans le cadre des projets concernant ces thématiques. En cas d'incidences négatives, chaque projet prévoit des mesures spécifiques pour réduire ces dernières. Les impacts cumulés sont donc qualifiés de négligeables.

Impacts cumulés : **négligeables**

7.3.2.7 CADRE DE VIE : ENVIRONNEMENT SONORE

Chaque projet a étudié ses propres incidences en termes de nuisances sonores. En cas de dépassement des seuils acoustiques réglementaires, chaque projet doit prévoir des dispositifs de protection acoustique.

Impacts cumulés : **négligeables**

7.3.2.8 MILIEU NATUREL

Les projets génèrent plus ou moins d'impact sur le milieu naturel en fonction des enjeux propres à chacun d'entre eux.

Par exemple, le projet d'îlot C2 de la ZAC ViaSilva prévoit la conservation partielle de la trame arborée et arbustive du site pour la préservation des habitats existants ainsi que l'installation et le développement des espèces. L'absence de clôtures sur le site constituera une mesure importante pour la petite faune terrestre.

Certains projets nécessiteront des demandes de dérogation à la protection d'espèces protégées. C'est le cas par exemple du projet du CHU de Rennes.

Concernant le Trambus, après l'application des mesures, les impacts résiduels de l'ensemble des groupes ne sont pas significatifs. Ils varient de « faibles » à « négligeables ». Concernant les 4 bâtiments à déconstruire et les 5 arbres à cavités à abattre, notons, qu'en fonction des prospections à l'endoscope et de l'intérieur des bâtiments (cf. protocole de la mesure MR5), il est possible qu'un dossier de demande de dérogation pour la destruction, l'altération, ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées soit nécessaire pour ces bâtiments/arbres.

Pour rappel, aucune incidence cumulée n'est attendue avec le projet de trambus concernant les zones humides, ce dernier n'impactant aucune zone (mesure d'évitement mise en place).

Impacts cumulés : **faibles**

7.3.2.9 CLIMAT ET ÉNERGIE

Les projets de centrales photovoltaïques contribuent à la production d'énergie électrique faiblement carbonée, favorable à la lutte contre le changement climatique.

À terme (2030), le nouveau dépôt de Baud-Chardonnet permettra l'accueil de 249 bus électriques et des trambus des lignes T1 et T2.

A noter que pour des projets comme le CHU de Rennes, le porteur de projet s'engage dans une démarche de sobriété énergétique, avec plusieurs mesures proposées pour réduire l'empreinte carbone : conception bioclimatique des bâtiments, recours aux énergies renouvelables, déploiement des modes actifs de déplacement, optimisation des consommations énergétiques… Ces éléments s'inscrivent dans la réflexion liée au projet de CHU sur son impact carbone dans le contexte national de réduction des gaz à effet de serre à l'horizon 2030 et 2050, en cohérence avec le Plan Climat Air Énergie du Territoire (PCAET) porté par Rennes Métropole.

Impacts cumulés : **positifs**

Le trambus est un mode de transport 100% électrique, bien moins émetteur de gaz à effet de serre qu'un bus classique fonctionnant au diesel. Les impacts cumulés sont donc positifs.

CHAPITRE 8. ANALYSE SPECIFIQUE POUR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Conformément à l'article R.122.5, pour les infrastructures de transport visées aux 5° à 9° du tableau annexé à l'article R.122-2, l'étude d'impact comprend, en outre :

- Une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ;
- Une analyse des enjeux écologiques et des risques 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.

8.1 ANALYSE DES CONSÉQUENCES PRÉVISIBLES DU PROJET SUR LE DÉVELOPPEMENT ÉVENTUEL DE L'URBANISATION

8.1.1 RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET

Les objectifs du projet sont les suivants :

➢ **OBJECTIF DE FRÉQUENCES DE PASSAGE**

L'ambition est d'offrir une fréquence de 6 minutes (voire jusqu'à 4 minutes à terme) en heures de pointe pour la ligne T1, et 7 minutes en heures de pointe pour la ligne T2. L'amplitude horaire projetée s'adaptera aux horaires du Métro soit approximativement 5h15 à 0h25. À noter que les fréquences de passage sont entre 6 et 8,20 minutes sur l'actuelle ligne ChronoStar C4.

➢ **GAIN DE TEMPS DE PARCOURS**

Les aménagements de couloirs bus dédiés et la mise en place de carrefours à feux avec priorité Trambus doivent permettre une amélioration nette des temps de parcours, notamment aux heures de pointe.

➢ **OBJECTIF DE FRÉQUENTATION À L'HORIZON 2030**

Le projet favorise l'attractivité du réseau de transports Star dont la fréquentation évolue de + 4 420 voyages entre les situations avec et sans projet à l'horizon 2030. Ce dernier se répartit pour moitié entre l'accroissement démographique des bassins de population traversés, et le report d'automobilistes vers le Trambus.

➢ **AMÉLIORATION DU RÉSEAU CYCLABLE**

L'aménagement de l'espace public pour faire circuler le Trambus dans de bonnes conditions prévoit aussi d'améliorer sur tout l'itinéraire les circulations des cycles. Une attention particulière sera portée aux raccordements avec les pistes et/ ou bandes existantes, notamment dans les carrefours. À noter que la partie aménagée sur le boulevard Jean Baptiste de la Salle permettra d'améliorer la continuité du Réseau Express Vélo (REV) Rennes-Pacé.

8.1.2 PÉRIMÈTRES D'ANALYSE

8.1.2.1 PÉRIMÈTRE D'INFLUENCE DE PROXIMITÉ

Le périmètre d'influence de proximité permet d'observer les effets directs du projet. Il correspond à la zone d'étude de 500 m définie dans le cadre de l'état initial de l'environnement.

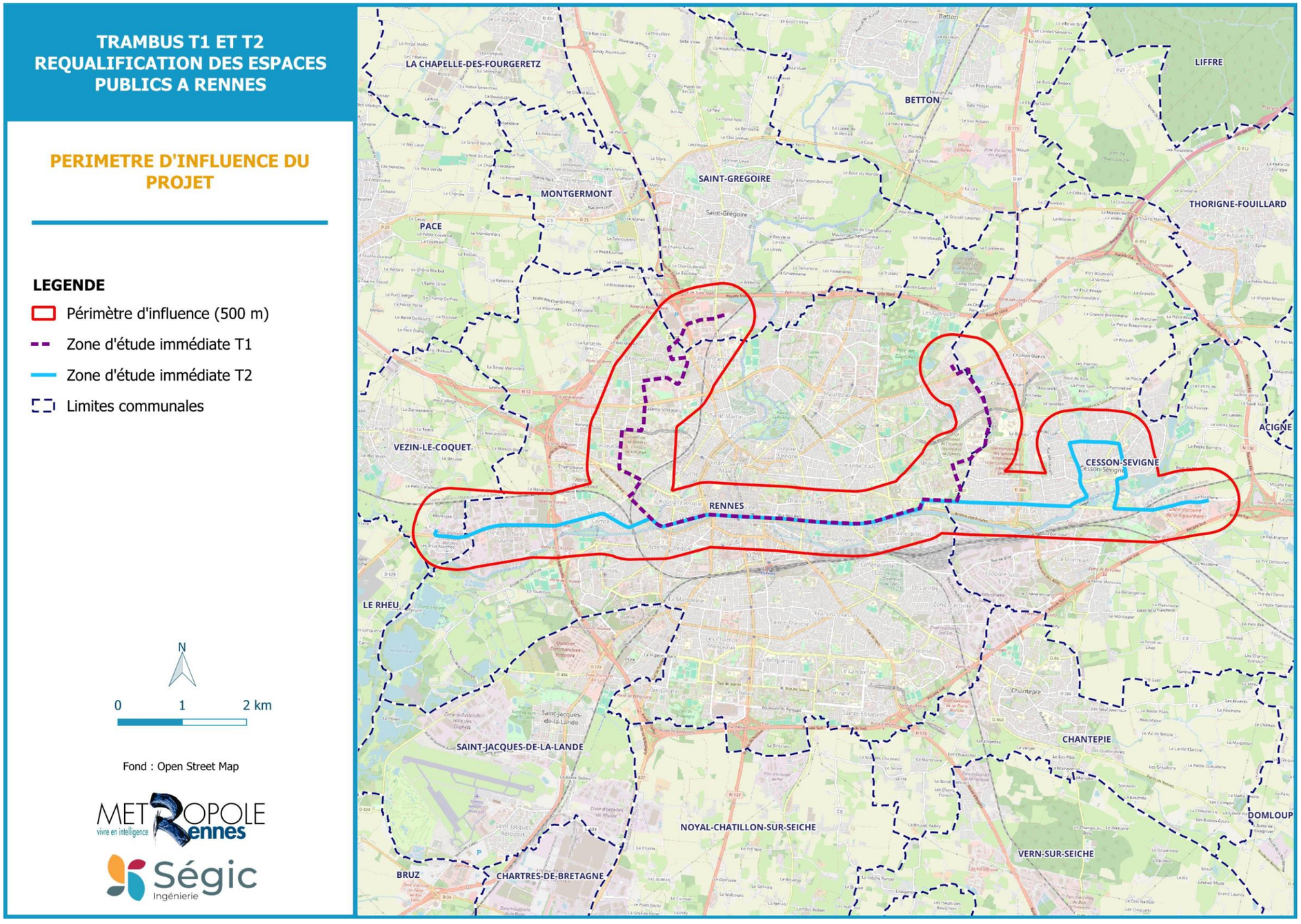


Figure 239 : Périmètre d'influence de proximité (Source : SEGIC Ingénierie)

8.1.2.2 PÉRIMÈTRE D'INFLUENCE ÉLOIGNÉE

Le périmètre d'influence éloigné correspond à un territoire plus large que le périmètre d'influence rapproché, au sein duquel la nouvelle offre de mobilité est toujours susceptible de contribuer au développement de l'urbanisation, mais de façon moins directe.

Le périmètre pris en considération pour l'étude est celui de la métropole de Rennes.

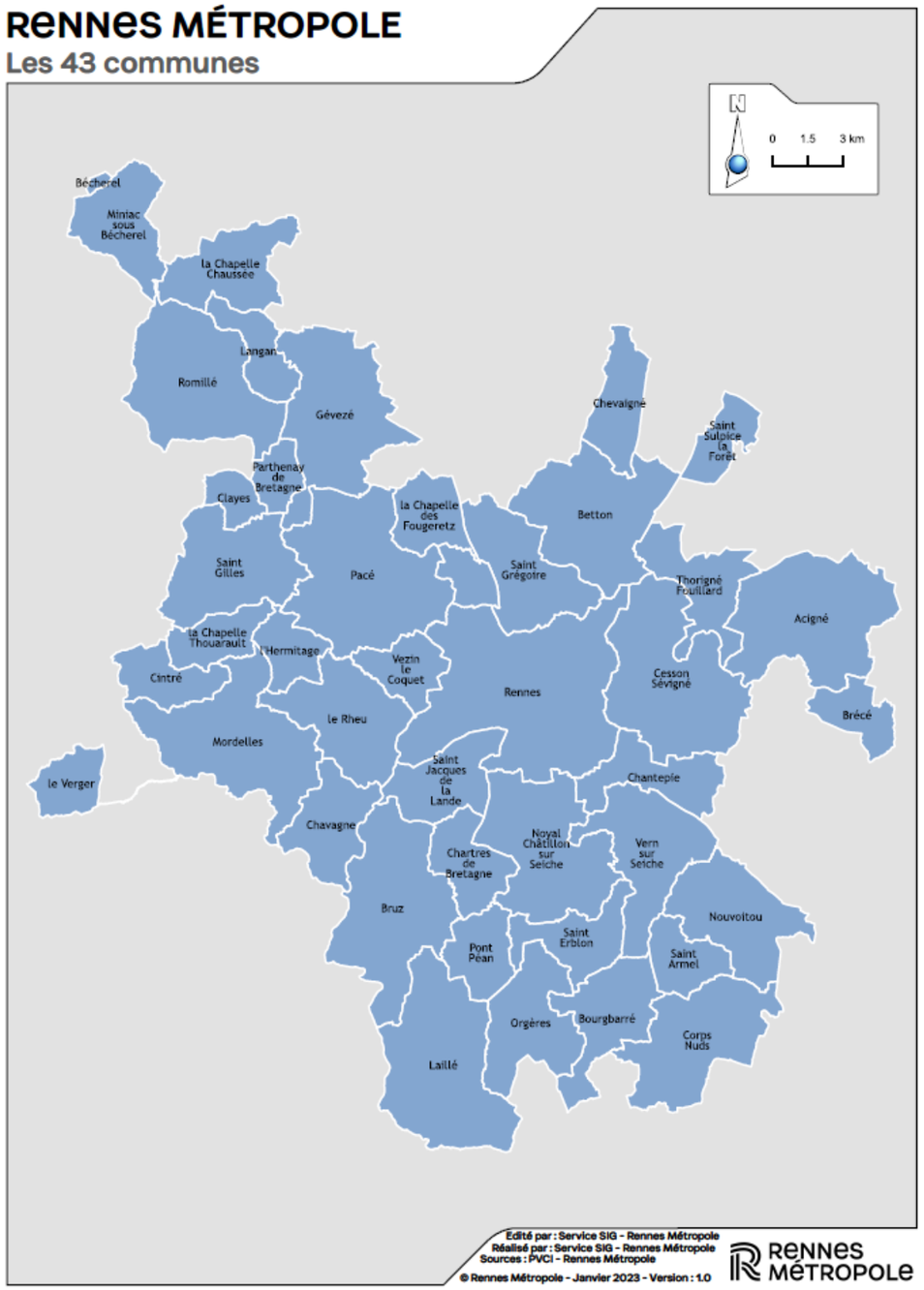


Figure 240 : Rappel du territoire de Rennes Métropole (Source : Rennes Métropole)

8.1.3 APPRÉCIATION DU POTENTIEL D'ÉVOLUTION DU TERRITOIRE

8.1.3.1 À L'ÉCHELLE DU PÉRIMÈTRE D'INFLUENCE DE PROXIMITÉ

Le périmètre d'influence de proximité est marqué par des enjeux environnementaux notables, entrainant des contraintes réglementaires. Ainsi, l'urbanisation à l'échelle communale est régie par :

- **Le PLUi de Rennes Métropole ;**
- **Le PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet.**

❑ Urbanisation future projetée

Le territoire métropolitain comprend de nombreux projets d'aménagement en cours ou à venir sur son territoire, certains faisant l'objet d'OAP inscrites dans le PLUi. Nombre d'entre eux sont des Zones d'Aménagement Concerté (ZAC), et donc des nouveaux logements, bureaux et équipements.

Ainsi, le périmètre d'influence de proximité est inclus dans un contexte très urbanisé comprenant des secteurs en cours d'aménagement ou en renouvellement urbain.

Ces projets ont pour objectif de répondre à l'augmentation de la population projetée sur le territoire de la métropole.

❑ Protection des espaces

❖ Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi) du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet

Le périmètre d'influence de proximité est inclus dans le périmètre du PPRi du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet. Des restrictions d'urbanisation sont donc plus ou moins appliquées selon les zonages considérés.

A noter que les secteurs concernés par le PPRi sur le périmètre d'influence de proximité sont situés de part et d'autre de la Vilaine, de l'Ille et de la Flume.

❖ Plans de zonage du PLUi

Le PLUi de Rennes Métropole comprend des zonages réglementaires restreignant l'urbanisation : ce sont les zonages N (zones naturelles) et A (zone agricole).

Le périmètre d'influence de proximité est concerné de manière très marginale par ces zonages, ceux-ci étant localisés plus en périphérie de Rennes.

En conclusion, les espaces faisant l'objet d'une restriction d'urbanisation ne représentent pas une superficie importante à l'échelle du périmètre considéré.

❑ Conséquences prévisibles du projet sur l'urbanisation future

Le projet s'insère dans un secteur fortement urbanisé. De nombreux sites (OAP, secteurs de projet, zones à urbaniser) sont d'ores et déjà identifiés dans le PLUI de Rennes Métropole, notamment à Rennes, pour bon nombre d'entre eux à des espaces de renouvellement urbain. Les communes de l'étude ont donc vocation à se développer (nouveaux logements et développement des activités).

Le projet s'inscrit donc sur un territoire dynamique et viendra notamment relier plusieurs secteurs en mutation. En ce sens, la définition des tracés des lignes de Trambus T1 et T2 s'est appuyée sur certains de ces projets représentant des secteurs au sein desquels une amélioration de la desserte en transport en commun sera essentielle.

Le projet a donc pour objectif d'accompagner la desserte des secteurs en mutation sans entrainer une urbanisation supplémentaire. À noter que les lignes T1 et T2 reprennent en partie des itinéraires de bus déjà existants :

- La ligne T1 : elle reprend principalement l'itinéraire de la ligne Chronostar C4 actuelle, qui est la ligne la plus fréquentée du réseau (23 000 validations/jour) et qui bénéficie déjà aujourd'hui d'un niveau d'offre proche de standard BHNS (Bus à Haut Niveau de Service) ;
- La ligne T2 : elle reprend l'itinéraire de la ligne Chronostar C6 entre Cesson Sévigné et République et côté Ouest la ligne 11 entre République et la fin de la ZI (zone industrielle) Ouest. Cette nouvelle ligne transversale Est-Ouest utilisera le site propre axe Est-Ouest déjà existant dans son intégralité.

8.1.3.2 À L'ÉCHELLE DU PÉRIMÈTRE D'INFLUENCE ÉLOIGNÉE

Le projet prend place au sein de la métropole de Rennes. Celle-ci est régie par les documents d'urbanisme suivants :

- **Le PLUi de Rennes Métropole ;**
- **Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Pays de Rennes** ;
- **Le Plan de Déplacement Urbain (PDU) 2019-2030 de Rennes Métropole**.

❑ PLUi de Rennes Métropole

Le PLUi de Rennes régie l'urbanisation des sols en fonction des zonages réglementaires.

Le périmètre d'influence éloigné comprend de nombreux zonages, certains voués à l'urbanisation et d'autres voués à la protection des espaces naturels.

L'évolution de l'urbanisation est donc cadrée par ce document d'urbanisme.

On notera que les centres-villes sont majoritairement soumis à des zonages autorisant l'urbanisation.

La périphérie des centres-villes comprend quant à elle des zonages protégeant les sols de l'urbanisation au niveau des secteurs agricoles par exemple (zonage A).

❑ SCoT du Pays de Rennes

❖ Mobilités

Le SCoT du Pays de Rennes a pour objectif le développement des transports en commun et des déplacements doux pour réduire l'utilisation de la voiture personnelle et ainsi réduire la pollution.

❖ Maîtrise de l'urbanisation

Le SCoT vielle à ce que les projets d'aménagement prennent en compte les enjeux environnementaux dans leur conception, et notamment les enjeux de biodiversité.

L'objectif est de réduire les incidences sur ces enjeux, soumis à une forte pression liée à l'artificialisation des sols.

❑ PDU 2019-2030

Concernant les transports collectifs, l'action 20 « Améliorer les liaisons de bus et la performance des transports collectifs (Cœur de Métropole) » vise notamment à :

- Renforcer l'attractivité des lignes de transports collectifs ;
- Améliorer la liaison en transport en commun entre l'Est et l'Ouest de Rennes ;
- Rendre plus attractifs les transports en commun en agissant sur leur vitesse commerciale et leur ponctualité.

Pour le 2ème point cité ci-dessus, le PDU indique la nécessité de **réaliser une étude visant à renforcer l'attractivité de l'axe de transports collectifs performant sur l'axe Est-Ouest - notamment entre la Zone d'Activités Ouest (RN24) et Cesson-Sévigné-La Rigourdière.**

À noter que le PDU a également pour objectif de favoriser le report modal vers les transports collectifs et les modes actifs mais aussi de faciliter la promotion des modes les moins polluants.

Des études ont été réalisées dans la continuité de cette action 20 du PDU et ont abouti à la définition de 4 nouvelles lignes de Trambus permettant de répondre aux enjeux de mobilités du territoire : T1, T2, T3 et T4.

La priorité a été axée sur la réalisation des lignes T1 et T2, objet de la présente étude d'impact.

❑ Conséquences prévisibles du projet sur l'urbanisation future

Le projet des lignes de Trambus T1 et T2 s'inscrit dans une réflexion sur les mobilités à large échelle au cœur de la métropole rennaise.

D'autres lignes de Trambus sont ainsi également à l'étude : T3 et T4. Celles-ci seront réalisées ultérieurement aux lignes T1 et T2.

Ces projets ont pour objectif d'améliorer la desserte en transport en commun du territoire de la métropole tout en réduisant la pollution (Trambus 100% électriques, diminution de l'usage de la voiture personnelle). Les tracés des lignes ont été définis en fonction des besoins de déplacements actuels et futurs constatés.

Ils n'ont pas vocation à augmenter l'urbanisation du territoire mais sont voués à l'accompagner.

8.2 ANALYSE DES ENJEUX ÉCOLOGIQUES ET DES RISQUES POTENTIELS LIÉS AUX AMÉNAGEMENTS FONCIERS, AGRICOLES ET FORESTIERS INDUITS PAR LE PROJET

8.2.1 ENJEUX ÉCOLOGIQUES

L'étude écologique a été présentée au chapitre 1.4 « Impacts sur le milieu naturel et mesures associées ».

Avant l'application des mesures, les impacts bruts étaient évalués comme « **faibles** » pour l'ensemble des **habitats** en raison du contexte urbain du secteur et de la quasi-absence d'impacts sur les habitats présentant le plus d'enjeux (fourrés/bosquets/haies, mares/bassins/cours d'eau).

Concernant la **faune**, les impacts étaient évalués à « **moyens** » pour l'ensemble des cortèges de **l'avifaune** en raison :

- Du risque de destruction d'individus pour l'avifaune de milieu ouvert (création de parking au sud-est) et pour l'avifaune de milieux arborés et boisés (abattage d'arbres) ;
- Du risque de perturbation d'espèces pour l'ensemble des cortèges ;
- De la destruction/altération des habitats pour l'ensemble des cortèges à l'exception de l'avifaune de milieu humide.

Ils sont « **forts** » pour les **chiroptères** en raison du risque de destruction d'individus lors de l'abattage d'arbres à cavités et de la destruction de bâtiment.

Les impacts sont « **moyens** » pour les **mammifères** car en l'absence de mesures, le projet risque de détruire des individus, altèrera des habitats et perturbera des espèces.

Enfin, ils sont considérés comme « **faibles** » pour **l'entomofaune**, les reptiles et les amphibiens en raison de la faible surface d'habitats impactés pour ces espèces.

Les impacts sont négligeables concernant les zones humides (évitées), les continuités écologiques et le site Natura 2 000.

Après l'application des mesures écologiques (évitement et réduction), les **impacts résiduels** de l'ensemble des groupes ne sont **pas significatifs**. Ils varient de « faibles » à « négligeables ».

Concernant les 4 bâtiments à déconstruire et les 5 arbres à cavités à abattre, notons, qu'en fonction des prospections à l'endoscope et de l'intérieur des bâtiments (cf. protocole de la mesure MR5), il est possible qu'un dossier de demande de dérogation pour la destruction, l'altération, ou la dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'animaux d'espèces animales protégées soit nécessaire pour ces bâtiments/arbres.

8.2.2 AMÉNAGEMENTS FONCIERS, AGRICOLES ET FORESTIERS

8.2.2.1 IMPACTS SUR LE FONCIER

L'implantation du projet a été calée de manière à limiter au maximum les emprises sur les parcelles privées. Ainsi, les acquisitions réalisées ne concernent que les parcelles pour lesquelles l'impact est inévitable. Les terrains concernés sont détenus par des propriétaires privés. Dans ce cadre, le maître d'ouvrage a déjà contacté les propriétaires concernés pour obtenir des acquisitions à l'amiable.

Des procédures de DUP localisées à certaines parties du projet seront réalisées uniquement en cas de non accord à l'amiable et de nécessité de recours à l'expropriation des terrains.

8.2.2.2 IMPACTS SUR L'AGRICULTURE

Le projet n'impactera aucune parcelle agricole. Une seule parcelle agricole jouxte le projet (zone A dans le PLUi), au niveau du croisement Rue des Fougères/ Rue du Clos Courtel. L'emprise projet reste cantonnée à la voirie.

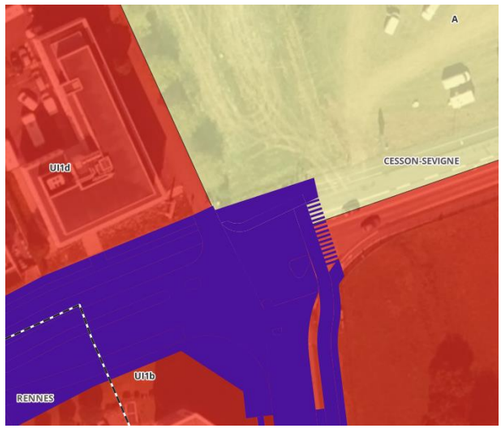


Figure 241 : Parcelle agricole au croisement Rue des Fougères/ Rue du Clos Courtel à Cessons-Sévigné (Source : Photo Google maps/ PLUi de Rennes Métropole)

8.2.2.3 IMPACTS SUR LES ZONES FORESTIÈRES

Le projet n'a pas d'impact sur des zones forestières.

8.3 DESCRIPTION DES HYPOTHÈSES DE TRAFIC

Les projections de trafic ont été réalisées à partir du **modèle multimodal des déplacements de Rennes Métropole**. Ce modèle couvre le périmètre de l'Enquête Ménages Déplacements (EMD) de 2018, soit **l'ensemble du département d'Ille-et-Vilaine élargi à quelques communes limitrophes du Morbihan et des Côtes d'Armor**, avec une finesse spatiale importante sur le territoire de Rennes Métropole (43 communes) et une représentation plus agrégée sur les autres territoires, moins densément peuplés. Il tient également compte des flux d'échange et de transit en lien avec des territoires plus lointains.

8.3.1 PRINCIPES DE MODÉLISATION

Le modèle repose sur la méthodologie classique à 4 étapes de représentation des comportements de déplacements :

- Etape de génération : estimation du nombre de déplacements émis et attirés par chaque zone correspondant à un découpage du territoire, un quartier par exemple,
- Etape de distribution : définition des origines-destinations des déplacements,
- Etape de choix modal : attribution d'un mode de transport à chaque déplacement,
- Etape d'affectation des flux sur les réseaux routiers et de transports collectifs.

Les modes de transport suivants sont modélisés : voiture particulière (conducteur ou passagers, covoiturage), poids lourds, transports en commun (urbains, cars interurbains et trains, avec éventuellement une utilisation des parcs relais), vélo et marche.

8.3.2 SOURCES DE DONNÉES

Le modèle utilisé dans cette étude a été construit en 2024, et se base sur les dernières données disponibles à fin 2023. Il intègre donc les dernières évolutions des réseaux de transport (l'ouverture du métro B notamment)., les données de fréquentations issues dernières enquêtes TC (enquête fréquence +) ainsi que la mise à jour des hypothèses relatives aux projets à venir aux horizons 2030 et 2040 d'étude.

Les données socio-démographiques utilisées en entrée du modèle sont fournies principalement par l'INSEE (populations par classe d'âge, emplois par catégorie, services et commerces), l'agence d'urbanisme de Rennes AUDIAR (population globale, emploi par zone, nombre d'étudiants, évolution prospective de la population par classe d'âge).

Les réseaux de transport sont codés sur la base des données fournies par Rennes Métropole (caractéristiques des réseau, temps de parcours, offre de transports en commun…).

Les comportements de déplacement sont modélisés sur la base des sources de données suivantes :

- Enquête Ménages Déplacements (EMD) réalisée de janvier à avril 2018 sur le périmètre du département d'Ille-et-Vilaine élargi à quelques communes limitrophes du Morbihan et des Côtes d'Armor,
- Enquête Déplacements Fréquence + de 2023, qui vient actualiser l'EMD de 2018 avec les dernières données de fréquentation relevées : intégration du Métro B notamment, et diminution observée du nombre de déplacements par habitant.
- Enquête origines-destinations réalisée sur le réseau de transports en commun urbains STAR en 2015, complétée par les données billettiques de mars 2018 issues de Rennes Métropole,
- Enquête réalisée sur les parcs relais STAR en 2015, rapports mensuel et annuel du délégataire réalisés par Kéolis sur l'année 2018,
- Données de fréquentation des trains TER et autocars en 2018 transmises par la région Bretagne,
- Enquête origines-destinations routière (véhicules légers - VL et poids lourds - PL) de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) réalisée en cordon autour de la Métropole de Rennes en 2019, complétée par des comptages routiers en bordure de périmètre,
- Comptages routiers tous véhicules confondus ou avec distinction des véhicules légers (VL) et des poids lourds (PL) de l'année 2018 issus de Rennes Métropole, du Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine et de la Direction Interdépartementale des Routes Ouest (DIR Ouest),
- Enquêtes sur le covoiturage (étude ADEME, étude de l'AUDIAR « le covoiturage courte distance au départ des aires : pratiques des covoitureurs »).

8.3.3 INDICATEURS FOURNIS PAR LE MODÈLE

Le modèle renseigne sur les volumes de déplacements par origine-destination pour les différents modes de transports considérés par période (matin, soir) et sur la journée pour un jour moyen ouvré (par exemple, mardi ou jeudi hors période scolaires et jours fériés).

Les charges de trafic sur les différents tronçons du réseau sont modélisées sur différentes périodes :

- Pour la route :
  - L'heure de pointe du matin, de 8h00 à 9h00,
  - L'heure de pointe du soir, de 17h00 à 18h00,
  - La journée complète.
- Pour les transports collectifs :
  - La période de pointe du matin, de 7h00 à 9h00,
  - La période de pointe du soir, de 16h00 à 19h00,
  - La journée complète.
- Pour le vélo : la journée complète.

8.3.4 PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DU TERRITOIRE

Deux horizons de projection des déplacements sont utilisés pour réaliser l'évaluation du projet : 2030 et 2040. Pour chacun, deux trajectoires d'évolution du territoire sont considérées : **la situation de référence (situation sans projet) et la situation de projet (avec réalisation du projet de Trambus T1 et T2)**.

Elles intègrent toutes deux une **évolution tendancielle des données socio-démographiques du territoire** (populations, emplois, nouveaux établissements scolaires, projets de développement urbain) et des trafics d'échange et de transit.

Elles considèrent également **les évolutions à venir des réseaux de transport**. Le modèle étant construit et paramétré sur l'année 2018, l'ensemble des changements intervenus entre 2018 et 2024 est bien sûr pris en compte, en particulier la mise en service de la ligne B de métro, la Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre historique, la réglementation des vitesses « Ville à 30 »…

La situation de référence correspond à la situation la plus probable en l'absence de réalisation du projet. Par rapport à la situation actuelle, elle prend notamment en considération le Schéma Directeur d'Agglomération de Gestion de Trafic (SDAGT) avec l'extension de voies réservées sur les pénétrantes, l'aménagement de nouvelles aires de covoiturage, la réalisation du réseau express vélo (REV) et du schéma directeur vélo, la politique de gestion du stationnement…

La situation de projet comprend en complément les évolutions suivantes :

- Pour les transports collectifs :
  - Mise en œuvre des lignes de Trambus T1 et T2 ;
  - Création de deux parcs relais (P+R) aux extrémités de la ligne T2 (Zi Ouest et Bordage) ;
  - Restructuration du réseau de bus consécutive au projet de Trambus T1 et T2.
- Pour la route, impact sur le réseau viaire des aménagements en lien avec les Trambus T1 et T2.

La comparaison de ces deux situations (de référence et de projet) permet, à chaque horizon, d'identifier les effets du projet.

8.4 ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS DES POLLUTIONS ET NUISANCES ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITÉ

8.4.1 ÉMISSIONS DE GES DU TRAFIC ROUTIER SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

Pour la présente étude, la quantification en GES a été réalisée au moyen du logiciel COPERT pour les émissions engendrées par le trafic routier du réseau d'étude.

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (2R / VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, Normes Euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude sont données en figure et tableau suivant.

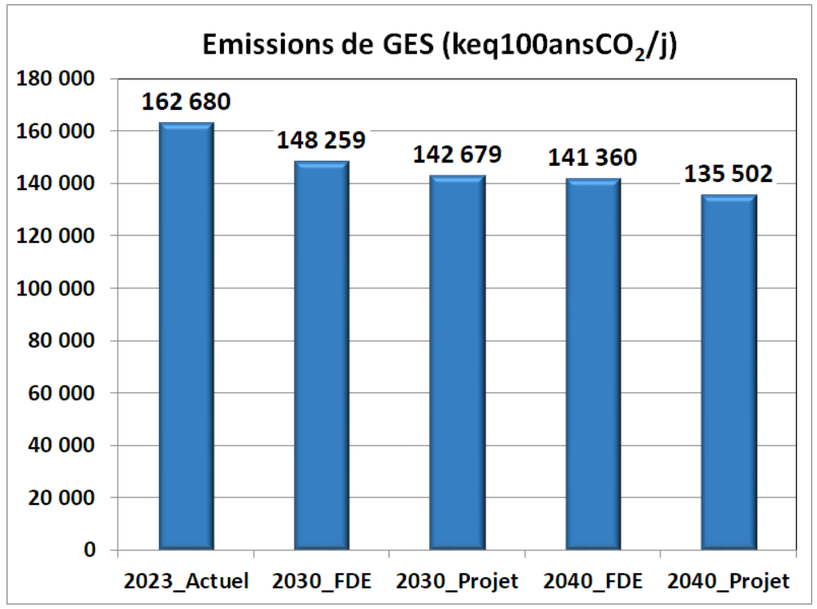


Figure 242 : Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) du trafic routier sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Les quantités de Gaz à Effet de Serre sont dépendantes de la tendance des consommations de carburant.

Par rapport à la situation actuelle, sur le réseau d'étude, les émissions de GES diminuent de 8,9 % en 2030 et de 13,1 % en 2040 en situation Fil de l'Eau et **diminuent** de 12,3 % en 2030 et de 16,7 % en 2040 en **situation projet**.

Sur le réseau d'étude, la réalisation du projet va induire une baisse des émissions de GES de 3,8 % en 2030 et de 4,1 % en 2040, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

Tableau 111: Quantité de GES produits par le trafic routier du réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

[kilo équivalent 100 ans CO_2/jour]	2023 Horizon actuel	2030 Sans projet	2030 Avec projet	2040 Sans projet	2040 Avec projet
CO_2 [PRG = 1]	160 340	146 314	140 796	139 684	133 885
N_2O [PRG = 265]	2 206	1 843	1 800	1 558	1 522
CH_4 [PRG = 30]	134	102	83	118	94
TOTAL	**162 680**	**148 259**	**142 679**	**141360**	**135 502**

PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME *via* le 5e rapport du GIEC de 2013[13]

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une faible partie des émissions (cf. figure suivante).

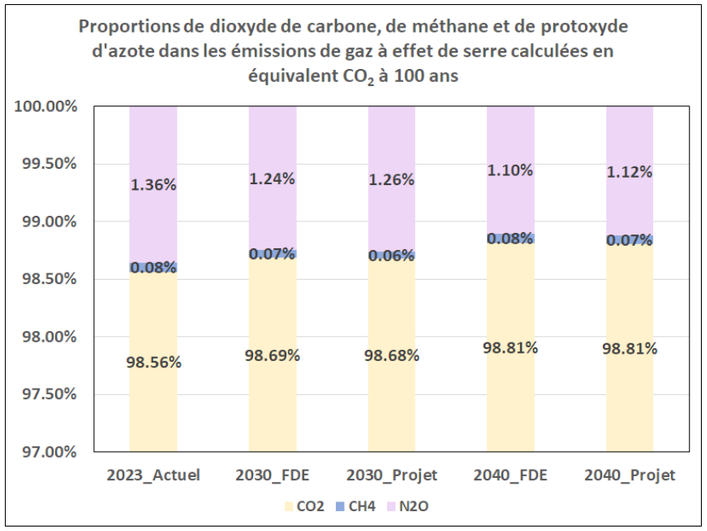


Figure 243 : Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES du trafic routier calculées sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Le dioxyde de carbone provient très essentiellement de la combustion de combustibles carbonés fossiles ou non.

Il est utile de garder en mémoire que la réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

Par rapport à la situation 'actuelle' (2023), les consommations en carburant sur le réseau d'étude diminuent aux horizons futurs (2030 et 2040) en situation Fil de l'Eau et projet.

La mise en place du projet induit une diminution des consommations de carburant sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, quel que soit l'horizon, 2030 ou 2050.

En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier sur le réseau d'étude épousent la même trajectoire.

La réalisation du projet engendre une évolution des émissions de GES, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, de -3,8 % en 2030 et -4,1 % en 2040, sur le réseau d'étude.

[13] http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm

8.4.2 COÛTS COLLECTIFS DE L'IMPACT SANITAIRE

8.4.2.1 COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.

La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Tableau 112: Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude étendue	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab/km²]	> 4 500	1 500 -4 500	450 -1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab/km²]	6 750	2 250	750	250	25

Compte tenu de la densité moyenne de population au sein de la zone d'étude, cette dernière est classifiée en tant que milieu urbain dense.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau 113: Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules.km)

	Densité de population	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Types de véhicule	**Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)**					
	Véhicule Particulier	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population.

Pour la région Bretagne, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,0 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2014-2024), l'inflation a été en moyenne de 1,83 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts aux horizons futurs.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations du tableau (valeurs journalières et annuelles) et du graphe ci-après.

Tableau 114: Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude

Type de véhicules	2023 Actuel (en €$_{2023}$)	2030 Sans Projet (en €$_{2030}$)	2030 Projet (en €$_{2030}$)	2040 Sans Projet (en €$_{2040}$)	2040 Projet (en €$_{2040}$)
Sur une journée (en euro)					
VL	24 124 €	19 948 €	19 864 €	26 873 €	26 701 €
PL (hors TC)	7 772 €	6 944 €	6 975 €	7 133 €	7 166 €
Bus urbains / ChronoStar / TramBus	2 096 €	2 915 €	3 093 €	3 013 €	3 278 €
Total	**12 407 k€**	**10 880 k€**	**10 925 k€**	**13 549 k€**	**13 595 k€**
Sur l'ensemble de l'année (en kilo euro)					
VL	8 805 k€	7 281 k€	7 250 k€	9 835 k€	9 773 k€
PL (hors TC)	2 837 k€	2 535 k€	2 546 k€	2 611 k€	2 623 k€
Bus urbains / ChronoStar / TramBus	765 k€	1 064 k€	1 129 k€	1 103 k€	1 200 k€
Total	**12 407 k€**	**10 880 k€**	**10 925 k€**	**13 549 k€**	**13 595 k€**

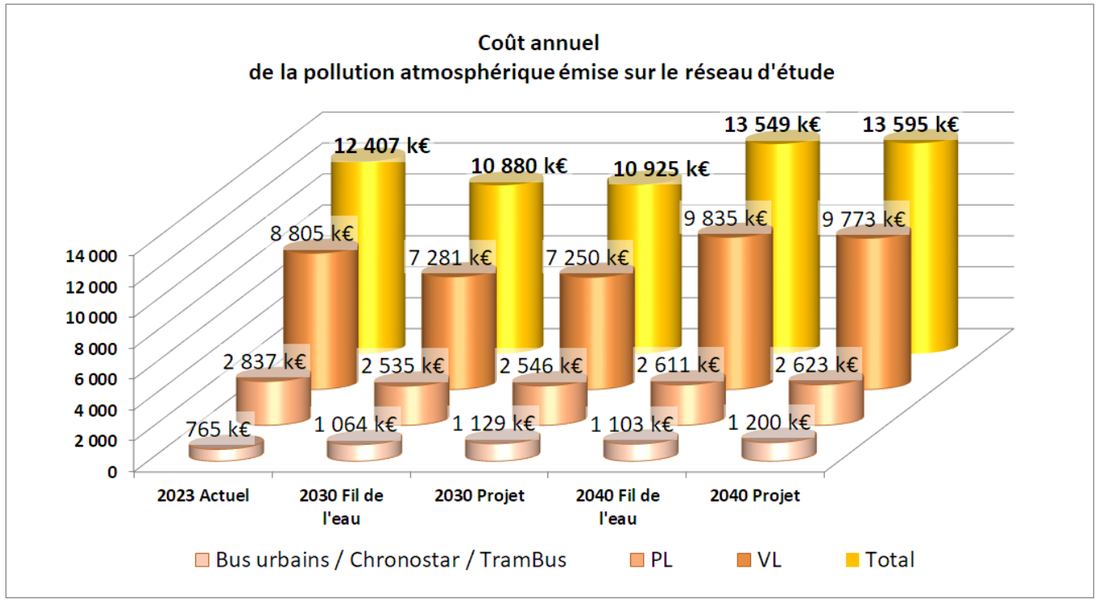


Figure 244 : Coût annuel de la pollution atmosphérique du trafic routier sur le réseau d'étude par type de véhicule

Le coût annuel de la pollution atmosphérique, par rapport à la situation 'actuelle', émise sur le réseau d'étude diminue à l'horizon 2030 en situation Fil de l'Eau (-12,3 %) et Projet (-11,9 %) et augmente à l'horizon 2040 en situation Fil de l'eau (+9,2 %) et Projet (+9,6 %).

La mise en place du projet « TramBus T1 & T2 » engendre une légère augmentation des coûts annuels de la pollution atmosphérique de +0,4 % en 2030 et +0,3 % en 2040, sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

NOTE IMPORTANTE : La fiche outil ne stipule pas de coûts différents pour les bus en fonction de leur motorisation. Bien que les bus urbains de Rennes Métropole seront tous électriques et que les bus interurbains fonctionneront au gaz, l'application des valeurs tutélaires pour les bus va entrainer mécaniquement une augmentation des coûts de la pollution alors même que ces véhicules seront moins émissifs qu'une flotte de bus diesel (le calcul étant basé sur les VK et ces derniers augmentent pour les bus en situation projet).

Le choix de ne pas retirer les bus du calcul est justifié par le fait que bien qu'il n'y ait pas d'émission à l'échappement pour les bus électrique, les émissions de particules liées à l'abrasion et au freinage sont existantes.

Néanmoins, il est à noter que le projet permet une diminution des couts de la pollution atmosphérique émise par les véhicules légers sur le réseau d'étude comparativement à la situation Fil de l'eau correspondante (-0,4 % en 2030 et -0,6 % en 2040)

Il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.

Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Diverses études sont en cours sur cette thématique.

8.4.2.2 COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO_2.

La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « La valeur de l'action pour le climat » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO_2 émise sont de 54 €$_{2018}$ en 2018, de 250 €$_{2018}$ en 2030, de 500 €$_{2018}$ en 2040 et de 775 €$_{2018}$ en 2050.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT V.

Le tableau et la figure ci-après fournissent l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 115: Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2023 Actuel (en €$_{2023}$)	2030 Sans Projet (en €$_{2030}$)	2030 Projet (en €$_{2030}$)	2040 Sans Projet (en €$_{2040}$)	2040 Projet (en €$_{2040}$)
Sur 1 journée (Euro)	24 163 €	46 068 €	44 335 €	105 303 €	100 939 €
Sur 1 année (Kilo euro)	**8 820 k€**	**16 815 k€**	**16 182 k€**	**38 541 k€**	**36 944 k€**

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.

Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, la mise en place du projet induit une diminution du coût des émissions de GES de -3,8 % en 2030 et -4,1 % en 2040.

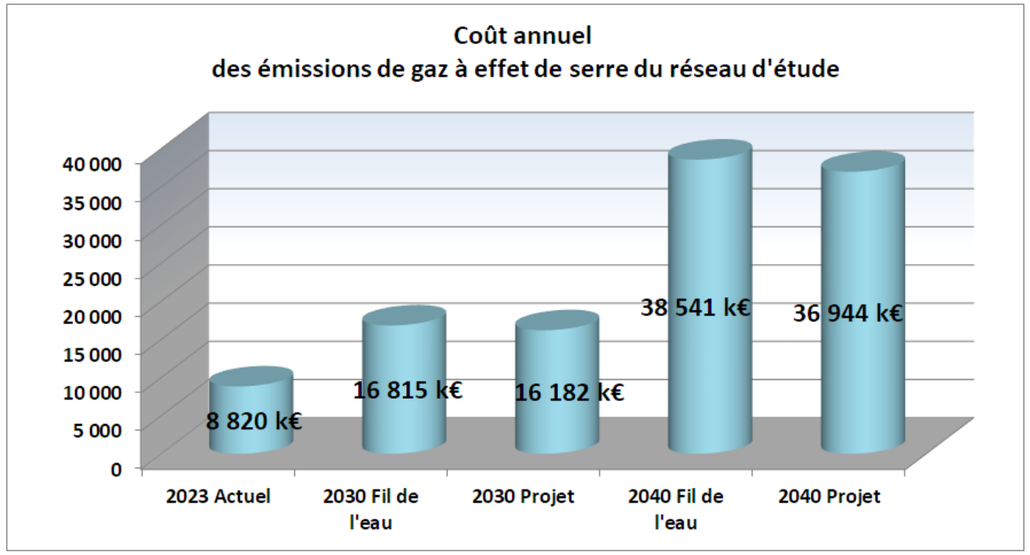


Figure 245 : Coût annuel des émissions de GES du transport routier sur le réseau d'étude

8.5 MESURES DE PROTECTION CONTRE LES NUISANCES SONORES

Une étude acoustique a été réalisée dans le cadre du projet et présentée au chapitre 1.10.2 « Impacts sur l'environnement sonore et mesures associées ».

Aucune mesure de protection acoustique n'est nécessaire.

CHAPITRE 9. METHODES UTILISEES POUR LA REALISATION DE L'ETUDE D'IMPACT

Conformément à la règlementation (article R.122-5 du Code de l'environnement), l'étude d'impact est complétée d'une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets du projet sur l'environnement et, lorsque plusieurs méthodes sont disponibles, d'une explication des raisons ayant conduit au choix opéré. Elle comprend également une description des difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées par le Maître d'ouvrage pour réaliser cette étude.

Ce chapitre recense l'ensemble des méthodologies employées pour réaliser l'étude d'impact et notamment pour évaluer les effets du projet sur l'environnement.

Cette analyse a pour objectif non seulement de décrire le processus d'étude et les méthodes utilisées pour l'analyse de l'état initial et des impacts, mais également de faire état des difficultés de nature technique, scientifique ou pratique rencontrées.

Le recueil des données nécessaires à la caractérisation de l'état initial de l'environnement aux phases successives des différentes études a mis en jeu différents moyens. La méthodologie appliquée comprend une recherche bibliographique, un recueil de données effectué auprès des organismes compétents dans les divers domaines, une étude de terrain et pour certaines thématiques, une analyse par des experts reconnus et qualifiés.

L'évaluation des impacts du projet sur l'environnement s'est appuyée sur une analyse du plan des aménagements projetés au regard de l'ensemble des enjeux humains et environnementaux de la zone d'étude, ainsi que sur l'ensemble des études spécifiques ayant été menées dans le cadre de l'étude d'impact.

9.1 MÉTHODES UTILISÉES POUR L'ÉLABORATION DU DOSSIER D'ÉTUDE D'IMPACT

9.1.1 DESCRIPTION DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT

9.1.1.1 MILIEU PHYSIQUE

9.1.1.1.1 Climat

Ce paragraphe a été rédigé à partir des données issues :

- Du site internet de Météo France (https://meteofrance.com) ;
- Du site internet Infoclimat (https://www.infoclimat.fr) ;
- Du site internet Windfinder (https://fr.windfinder.com) ;
- Du rapport de présentation du PLUi de Rennes Métropole.

9.1.1.1.2 Topographie

L'analyse de la topographie du site étudié provient :

- Du site internet Topographic-map (https://fr-fr.topographic-map.com) ;
- Du rapport de présentation du PLUi de Rennes Métropole.

9.1.1.1.3 Sol et sous-sol

Le chapitre sol et sous-sol a été rédigé à partir des données issues :

- D'InfoTerre (BRGM) ;
- Du rapport de présentation du PLUi de Rennes Métropole.

9.1.1.1.4 Ressource en eau

Les données consultées sont les suivantes :

- Site internet Gest'eau (https://www.gesteau.fr) ;
- Agence de l'Eau Loire-Bretagne (https://agence.eau-loire-bretagne.fr) ;
- Site internet du SAGE Vilaine (https://www.eaux-et-vilaine.bzh) ;
- BRGM (sites internet Infoterre et Géorisques) ;
- Rapport de présentation du PLUi de Rennes Métropole.

9.1.1.1.5 Risques majeurs

❑ **Risques naturels**

Ce chapitre a été rédigé sur la base des données :

- Du BRGM (sites internet Infoterre et Géorisques) ;
- De la Préfecture d'Ille-et-Vilaine (https://www.ille-et-vilaine.gouv.fr) ;
- Du PLUi de Rennes Métropole ;
- Du Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) du bassin Loire-Bretagne 2016-2021 ;
- Du Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi) du bassin de la Vilaine dans la région rennaise, Ille et Illet;
- Du Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) Vilaine de Rennes à Redon.

❑ **Risques technologiques**

Les données consultées sont les suivantes :

- BRGM (Géorisques et Infoterre) ;
- PLUi de Rennes Métropole.

9.1.1.2 MILIEU NATUREL

Une étude spécifique relative aux milieux naturels a été réalisée dans le cadre du projet par Rainette (voir chapitre 9.2.1 Etude écologique).

9.1.1.3 PAYSAGE

Ce chapitre est rédigé sur la base :

- De l'Atlas des Paysages d'Ille-et-Vilaine ;
- Des études techniques des lignes T1 (études préalables) et T2 (études AVP).

9.1.1.4 PATRIMOINE HISTORIQUE, CULTUREL ET PAYSAGER

Les données sont issues :

- De l'Atlas des Patrimoines (http://atlas.patrimoines.culture.fr/atlas/trunk) ;
- Du site internet de l'UNESCO (https://fr.unesco.org).

9.1.1.5 DOCUMENTS DE PLANIFICATION TERRITORIALE ET D'URBANISME

Les documents utilisés dans ce chapitre sont :

- Le SRADDET de la région Bretagne ;
- Le SCoT du Pays de Rennes ;
- Le PLUi de Rennes Métropole ;
- Le PSMV de Rennes.

9.1.1.6 MILIEU HUMAIN ET SOCIO-ÉCONOMIQUE

Les données utilisées sont issues :

- De l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques (https://www.insee.fr).

9.1.1.7 OCCUPATION DU SOL

Ce chapitre a été rédigé sur la base :

- Des photographies aériennes de Google maps ;
- Du Mode d'Occupation des Sols (MOS) de 2017 de Rennes Métropole.

9.1.1.8 DÉPLACEMENTS, TRAFICS ET CONDITIONS DE CIRCULATION

Ce chapitre est rédigé sur la base :

- Du Plan de Déplacement Urbain (PDU) de Rennes Métropole 2019-2030 ;
- De l'étude de trafic du projet.

9.1.1.9 CADRE DE VIE

❑ **Qualité de l'air**

Une étude spécifique relative à la qualité de l'air a été réalisée dans le cadre du projet par le bureau d'études Technisim (étude air et santé). La méthodologie relative à cette dernière est détaillée au chapitre 9.2 « Méthodes utilisées pour la production des études spécifiques ».

❑ **Environnement sonore**

Une étude acoustique a été réalisée dans le cadre du projet par le bureau d'études SEGIC Ingénierie. La méthodologie relative à cette dernière est détaillée au chapitre 9.2 « Méthodes utilisées pour la production des études spécifiques ».

9.1.2 DESCRIPTION DU PROJET

Cette partie est rédigée sur la base des études préalables du projet.

9.1.3 ÉVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT EN CAS DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET ET APERÇU DE L'ÉVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Le scénario de référence décrit l'évolution la plus probable de l'environnement dans l'hypothèse où le projet n'est pas réalisé en comparaison avec la situation avec projet.

9.1.4 ANALYSE DES IMPACTS ET DÉFINITION DES MESURES

9.1.4.1 ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIÉES

L'analyse des impacts a été réalisée en croisant les caractéristiques du projet et les enjeux définis dans l'état initial. Elle se fait donc :

- En déterminant les éléments présents sur le site que la réalisation du projet modifie ;
- En indiquant les éléments nouveaux que le projet amène ;
- En décrivant la nouvelle organisation urbaine que le projet génère, et les variations de production de nuisances ou les améliorations qui en résultent.

La détermination des impacts du projet sur les différentes thématiques de l'environnement s'est appuyée sur :

- La connaissance du territoire concerné ;
- Les études techniques du projet : plans, coupes, croquis ;
- Les seuils de respect des différentes réglementations en vigueur.

Les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation sont proposées, de façon spécifique, au regard des impacts identifiés.

Des études spécifiques ont été réalisées sur les thèmes essentiels (faune/flore, hydraulique, qualité de l'air, acoustique).

Le coût des mesures environnementales a été intégré dans l'estimation du projet. Conformément à la réglementation, les modalités de suivi des mesures en phase travaux et exploitation sont également décrites.

9.1.4.2 ANALYSE DES IMPACTS CUMULÉS

Les projets pris en compte dans l'analyse des effets cumulés sont les projets existants et approuvés au sens réglementaire, c'est-à-dire ceux soumis à :

- Etude d'impact sur l'environnement ayant fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale ;
- Loi sur l'eau, régime d'autorisation, ayant fait l'objet d'une enquête publique au titre du Code de l'environnement.

Ainsi, pour recenser les projets existants ou approuvés, les informations ont été collectées sur les sites Internet des services de l'État. Les services qui ont été consultés sont :

- L'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD), Niveau national pour les avis du ministère de l'Environnement ;
- La Mission Régionale de l'Autorité environnementale (MRAe) de Bretagne ;
- La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Bretagne pour les avis du préfet de région.

9.2 MÉTHODES UTILISÉES POUR LA PRODUCTION DES ÉTUDES SPÉCIFIQUES

9.2.1 ÉTUDE ÉCOLOGIQUE

9.2.1.1 ÉQUIPE MISSIONNÉE

La direction et la coordination de l'étude ont été réalisées par **Maximilien RUYFFELAERE**, Gérant.

Les personnes ayant travaillé sur les investigations de terrain ainsi qu'à la rédaction de cette étude sont nommées ci-dessous :

Tableau 116 : Équipe missionnée sur le dossier

Cheffe de projet	Cassandre DUPONT
Chargée d'étude flore	Mylène MALBAUX
Chargée d'étude faune	Eva POTET, Clémence OLIVIER, Clément LEGEAY
Pédologie	Paul LAVAUR
Cartographe	Ensemble des personnes ayant travaillé sur le projet
Contrôle qualité	Camille VILLEDIEU

9.2.1.2 CONSULTATIONS ET BIBLIOGRAPHIE

9.2.1.2.1 Expertise Faune-Flore-Habitats

Dans un premier temps, un inventaire des différents **zonages réglementaires et d'inventaires** situés à proximité du projet a été effectué grâce aux données obtenues auprès d'organismes publics, tels que la **DREAL, l'INPN** et le **MNHN**, qui sont des sources d'informations majeures dans le cadre de nos requêtes bibliographiques. Pour connaître la richesse écologique de ces différents zonages, nous nous sommes basés sur les **fiches descriptives des ZNIEFF** et les **Formulaires Standards de Données** (FSD) pour les sites Natura 2000.

Les extractions de données « flore » sont issues de **la base de données en ligne « eCalluna »** du **Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB)** pour les communes de Rennes, Saint-Grégoire, Le Rheu et Cesson-Sévigné (seules les données récentes sont consultées (postérieures à 2000)).

Les extractions de données « **faune** » sont issues de la plateforme « **OpenObs** » de l'**INPN** et de la plateforme **« Faune France »** de la LPO France et animée par les associations locales : Bretagne Vivante, GRETIA, le GMB, VivArmor Nature, le GEOCA et LPO35. Seules les données postérieures à 2013 ont été extraites dans un rayon d'environ 1 km autour de la zone d'étude. Ces extractions ont été réalisées en novembre 2023. Les données fournies par la métropole de Rennes ont été consultées. Dans le cas des données concernant les chiroptères, les informations recueillies étant très réduites, l'atlas en ligne du GMB (Groupe Mammalogique Breton) a également été consulté.

9.2.1.2.2 Expertise zones humides

Certains documents permettent, en amont de la phase de terrain, d'établir un premier diagnostic quant à la pré-localisation des zones humides sur le secteur d'étude :

- Les cartes pédologiques disponibles, plus ou moins exploitables en fonction de leur échelle de restitution. Ainsi, seules les cartes à grande échelle (1/10 000ème et 1/25 000ème) permettent de délimiter directement les sols de zones humides d'une parcelle ou d'une commune à partir des unités cartographiques de sols.
- Les cartes topographiques (Scan 25, BD Carto, BD topo…). Ces cartes, en indiquant les positions basses du paysage (fonds de vallées, vallons, plaines littorales…), permettent d'identifier les secteurs présentant une forte probabilité de présence de sols de zones humides. Toutefois, les zones humides peuvent exister en position de versants ou de plateaux.
- Les cartes géologiques. Les formations argileuses spécifiques de quelques étages géologiques (argiles du Crétacé, du Jurassique, du Lias, du Trias) sont en effet connues comme zones préférentielles de localisation de zones humides.
- Les cartes de localisation des Zones à Dominante Humide (ZDH) des SDAGE. Cette cartographie au 1/5 000ème, essentiellement réalisée par photo-interprétation et sans campagne systématique de terrain, ne permet pas de certifier que l'ensemble des zones ainsi cartographiées est constitué à 100% de zones humides au sens de la Loi sur l'eau : c'est pourquoi il a été préféré le terme de « Zones à Dominante Humide ».
- Et enfin, lorsqu'elles existent, les cartes de localisation des zones humides des SAGE.

Ces différentes sources d'informations permettent d'orienter ou de guider la délimitation des zones humides, mais en aucun cas ne permettent de s'affranchir d'une information pédologique ou botanique obtenue par le biais de relevés sur le terrain.

9.2.1.2.3 Délimitation de la zone d'étude

Les premières prospections, dans le cadre du pré-diagnostic se sont étendues sur l'ensemble du tracé auquel nous avons ajouté un contour de 50m de part et d'autre du tracé. Cet élargissement est en effet indispensable pour évaluer les impacts des travaux sur les habitats et espèces observés à proximité.

Le pré-diagnostic écologique a permis d'identifier et de mettre en évidence les principaux enjeux de la zone d'étude. Sur cette base et au regard des aménagements prévus pour le projet de TRAMBUS T1 et T2, nous avons proposé de réaliser des prospections supplémentaires pour l'année 2024 (cf. Atlas cartographique) :

- Secteurs ne prévoyant pas d'élargissement de voirie : absence d'inventaires supplémentaires compte-tenu de l'absence d'enjeu du secteur (contexte urbain circulé) ;
- Secteur prévoyant uniquement l'aménagement d'arrêts/quais de bus :
  - Inventaires complets et 3 saisons pour les zones favorable à la faune ;
  - Prospection des arbres localisés entre 0 et 25m de part et d'autre du tracé pour les autres secteurs : 1 passage hivernal (recherche de cavités et d'indices de présence de coléoptères) ;
  - 2 passages printaniers (avifaune nicheuse) et 1 passage estival (flore protégée juin/juillet) ;
- Autres secteurs :
  - Inventaires complets et 3 saisons pour les secteurs favorables à la faune ;
  - Prospection des arbres localisés entre 0 et 25m de part et d'autre du tracé et de la potentialité de gîte des bâtiments (extérieur) localisés entre 0 et 10m de part et d'autre du tracé pour les autres secteurs : 1 passage hivernal (recherche de cavités et d'indices de présence de coléoptères), 2 passages printaniers (avifaune nicheuse) et 1 passage estival (flore protégée) ;
- Projets de parking relais :
  - Sur un espace naturel : inventaires complets et 3 saisons ;
  - Sur un espace minéral avec des bâtiments à démolir potentiellement : 2 passages à l'extérieur (avifaune nicheuse).

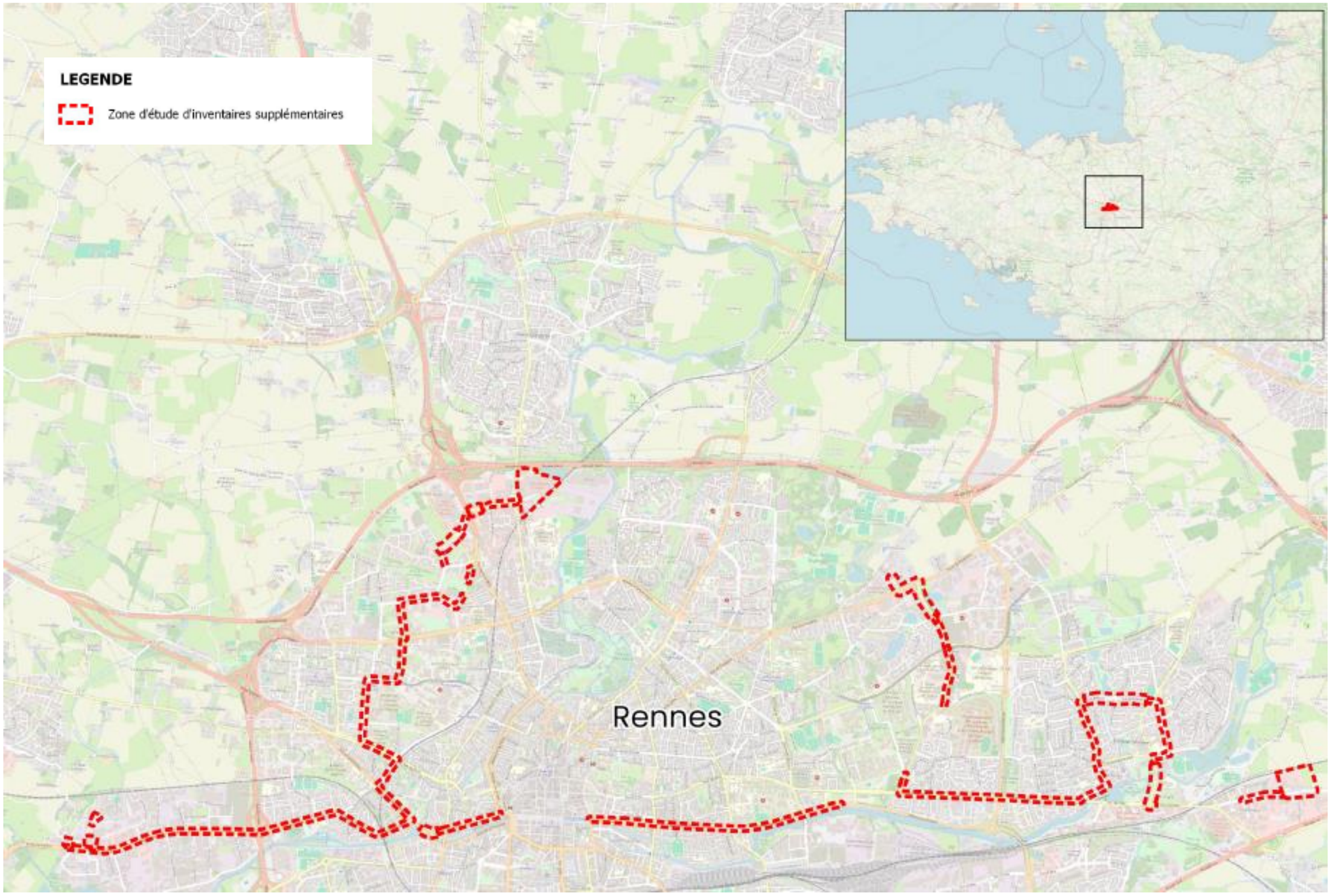


Figure 246 : Zone d'étude d'inventaires supplémentaires

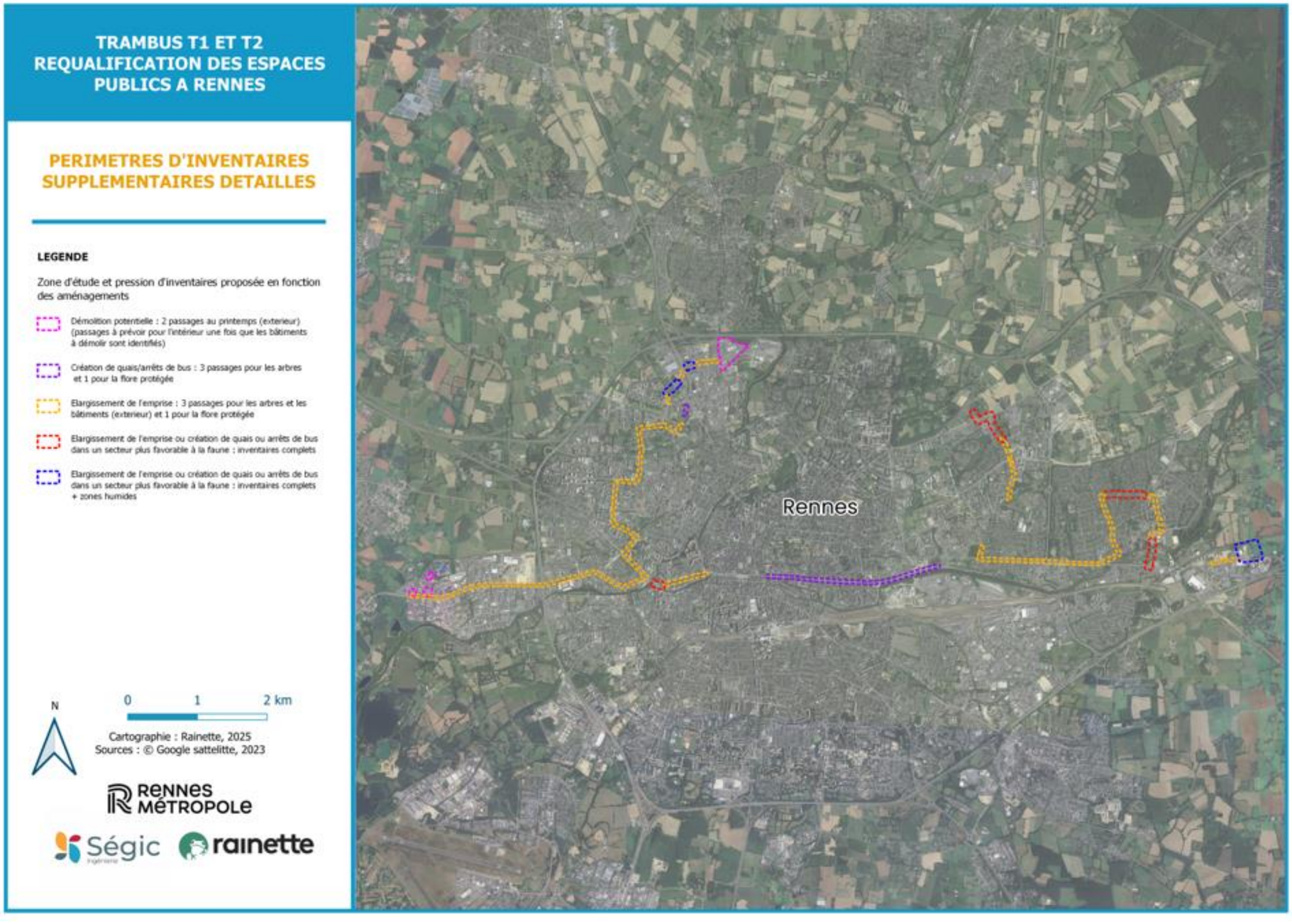


Figure 247 : Zone d'étude d'inventaires supplémentaires

9.2.1.3 MÉTHODES POUR L'EXPERTISE ÉCOLOGIQUE

9.2.1.3.1 Dates de prospections

La campagne de prospection s'est déroulée sur **une partie du cycle biologique** qui a uniquement permis de définir les potentialités, les dates de passage n'ayant pas été propices à l'inventaire précis des espèces faunistiques et floristiques.

Les différentes dates d'intervention et les conditions météorologiques associées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 117 : Dates de passages selon les différents groupes étudiés et conditions météorologiques associées

Date de passage	Groupes taxonomiques								Météorologie	
	Flore / Habitat	Pédologie	Avifaune	Amphibiens	Reptiles	Entomofaune	Mammifères terrestres	Chiroptères	Jour	Nuit
28/11/2023	x		x	x	x	x	x		pas de vent, couverture nuageuse variable, 7-10°C	
29/11/2023	x		x	x	x	x	x		pas de vent, couverture nuageuse variable, 1-9°C	
15/02/2024			x					x	Ensoleillé et sans vent, 10-14°C	
16/02/2024			x					x	Ensoleillé et sans vent, 10-14°C	
16/04/2024			x		x	x			Couverture nuageuse variable, pluie fine, 5°C a 10°C	
17/04/2024			x		x	x			Couverture nuageuse variable, pluvieux à ensoleillé, 6°C a 12°C	
18/04/2024			x		x	x			Couverture nuageuse variable, 2 a 15°C	
19/04/2024			x		x	x			Couverture nuageuse variable, 4 a 14°C	
29/04/2024				x						Couverture nuageuse variable, 8 a 13°C
15/05/2024	x								Ensoleillé a couvert, fortes averses régulières, 12-17°C	
16/05/2024	x								Ensoleillé a couvert, fortes averses régulières, 10-14°C	
17/05/2024			x		x	x	x		Ensoleillé, 10-16°C	
21/05/2024		x	x		x	x	x		Nuageux à pluvieux avec averses de forte Intensité, 12- 18°C et vent faible	
22/05/2024			x		x	x	x		Pluvieux à ensoleillé, 10°C a 17°C	
23/05/2024			x		x	x	x		Pluvieux à ensoleillé, 11°C a 16°C	
24/05/2024			x		x	x	x		Ensoleillé, 10-18°C	
26/06/2024	x								Ensoleillé, 21-31°C, vent nul	
27/06/2024	x								Ensoleillé, 16-30°C, vent nul à faible	
30/07/2024					x	x	x		Ensoleillé, 19-31°C	
31/07/2024					x	x	x		Ensoleillé, 20-34°C	
28/05/2024								x		Couvert, vent faible, 15°C
29/05/2024								x		Couvert, vent faible, 14°C
07/08/2024								x		Nuages 50%, vent faible, 19°C
08/08/2024								x		Ciel dégagé, vent faible, 20°C
24/09/2024			x						Couverture nuageuse variable, pluvieux à ensoleillé, 14°C a 17°C	

9.2.1.3.2 Les habitats et la flore associée

Trois passages ont été réalisés pour cette étude. Un premier passage en novembre 2023 pour évaluer les potentialités floristiques, suivi de deux passages en mai et juin 2024. La zone d'étude a été parcourue sur l'ensemble de sa superficie.

9.2.1.3.2.1 Identification de la flore

Les espèces ont été identifiées à l'aide d'ouvrages de références tels que Flora Gallica (Tison et de Foucault, 2014) ou encore les flores régionales, notamment la Flore vasculaire de Basse-Normandie (PROVOST M., 1998) qui peut être utilisée en Bretagne. Pour certains groupes particuliers, comme les Poacées, nous avons également utilisé des ouvrages spécifiques (Les Festuca de la flore de France…).

La nomenclature principale de référence est celle du référentiel taxonomique national TAXREF 7.0 proposé par l'INPN (Gargominy & al., 2013) et retenue par le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB).

L'ensemble des taxons observés ont été listés sous forme d'un tableau Excel, où ont notamment été précisées diverses informations (rareté régionale, protection…).

Certaines espèces ont fait l'objet d'une attention particulière :

- Les espèces patrimoniales et/ou protégées ;
- Les espèces exotiques envahissantes.

9.2.1.3.2.2 Identification des habitats

RELEVES DE VEGETATION

Afin de déterminer les différents habitats présents et évaluer l'intérêt floristique du site d'étude (espèces/habitats), nous avons procédé à des **relevés phytocénotiques**[14] par types d'habitats naturels, c'est-à-dire que l'ensemble des taxons constituant la végétation typique de l'habitat ont été notés (vision exhaustive de la végétation, hors relevés phytosociologiques). Cependant, bien qu'ils soient exhaustifs, ces relevés ne reflètent pas l'abondance et le taux de recouvrement de chacune des espèces au sein de la végétation. La prise en compte de ces indices peut pourtant s'avérer nécessaire pour étudier plus précisément une végétation (état de conservation, caractérisation en zone humide…).

Nous avons donc ponctuellement utilisé la **méthode de la phytosociologie sigmatiste**. Cette méthode des relevés de végétation (GUINOCHET, 1973), plus chronophage, est inspirée de la technique mise au point par Braun Blanquet et son école. Basée sur le fait que la présence d'une plante est conditionnée par le milieu et les relations interspécifiques locales, elle permet un échantillonnage représentatif de la diversité écologique et géomorphologique du site.

Pour chaque zone homogène (physionomie, composition floristique, substrat, exposition…), un ou plusieurs relevés de végétation ont été effectués. La surface relevée doit cependant être suffisamment importante pour être représentative (notion d'aire minimale), ce qui limite parfois la mise en place de tels relevés (zones étroites, très perturbées…).

Au sein des différentes strates représentées (strate herbacée, arbustive ou arborée), chaque taxon observé a été associé à :

- un **coefficient d'abondance/dominance** prenant en compte sa densité (nombre d'individus, ou abondance) et son taux de recouvrement,
- un **coefficient de sociabilité** qui illustre la répartition des individus entre eux au sein de la végétation.

Chaque habitat identifié est décrit, avec ses typologies CORINE ET EUNIS, associés aux espèces caractéristiques, et illustré par des photos de terrain.

DETERMINATION DES HABITATS

A l'aide de clés de détermination, basées essentiellement sur les critères physionomiques et écologiques, il devient généralement possible de rattacher une végétation choisie à une unité phytosociologique définie, plus ou moins précise.

Différents ouvrages proposent des clés de détermination (plus ou moins fines) comme la Classification physionomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire (DELASSUS L ET AL, 2014) ;

Système de classification des habitats

Il existe une correspondance entre la typologie phytosociologique et les autres typologies décrivant les habitats. Plusieurs se sont succédé au niveau européen depuis les années quatre-vingt-dix. La typologie **CORINE Biotopes** est la première typologie européenne utilisée. Mais cette typologie montrant des lacunes et des incohérences (absence des habitats marins…), une seconde, plus précise, vît le jour. Il s'agit de la typologie **EUNIS** (European Nature Information System = Système d'information européen sur la nature), qui couvre les habitats marins et les habitats terrestres. Cette classification des habitats, devenue une classification de référence au niveau européen actuellement, est une combinaison de plusieurs autres classifications d'habitats (notamment CORINE Biotopes).

Par ailleurs, les **Cahiers d'habitats** servent de références pour les habitats d'intérêt communautaire.

[14] Relevés phytocénotiques. Ce sont des relevés simples indiquant la présence d'une espèce au sein d'un habitat naturel ou d'une entité écologique géographique : il s'agit d'une liste d'espèces par habitat ou par secteur. Pour les habitats naturels remarquables et/ou pouvant se révéler d'intérêt communautaire, la réalisation d'un relevé phytosociologique est préférable.

Pour nous aider dans ce travail, **des guides de référence suivants (outre que les guides CORINE biotopes, EUNIS et les Cahiers d'habitats) ont entre autres été utilisés** :

- **Classification des habitats terrestres et d'eau douce traduction EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature**. Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- **Guide d'identification simplifiée des divers types d'habitats naturels d'intérêt communautaire présents en France Métropolitaine**. Essais de correspondance entre les codes Corine Biotopes de l'annexe I de la Directive Habitats et la nomenclature phytosociologique sigmatiste, 56 pages, Jacques BARDAT, Muséum National d'Histoire Naturelle 1993 ;
- **Prodrome des végétations de France**, 171 pages, Jacques BARDAT, 2004 ;
- **Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000**. Guide méthodologique. MNHN, 66 pages, 2005.

Il est toutefois important de signaler que la variabilité naturelle des groupements végétaux, en fonction des paramètres stationnels notamment, peut être importante (zones perturbées, transition, surface réduite…). Dans certains cas, le rattachement à un syntaxon précis (et aux différentes nomenclatures) devient alors complexe (absence d'espèces caractéristiques…).

Évaluation de l'état de conservation

L'état de conservation d'un habitat naturel peut se définir comme l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les « espèces typiques » qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses « espèces typiques » (MACIEJEWSKI L., 2012).

Les nombreuses recherches et expériences sur la connaissance des milieux naturels permettent aujourd'hui de déterminer des tendances quant à l'évolution d'un grand nombre de végétations en fonction de différents facteurs (trophie, gestion…). L'étude des relevés de terrain permet alors de déterminer un état de conservation du milieu à un instant (t) par rapport à un état de référence défini (état « idéal » pour des conditions similaires). Ce concept « dynamique », qui repose sur l'évolution de la structure et de la composition d'un milieu, intègre la notion des services écosystémiques.

Cette évaluation repose sur de nombreux critères spécifiques à la nature du milieu (abondance en espèces nitrophiles, recouvrement en arbustes pour les pelouses…).

Différents ouvrages disponibles proposent des méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats. Citons notamment les ouvrages suivants, pour les habitats d'intérêt communautaire :

- Guide méthodologique pour l'Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire (BENSETTITI F., PUISSAUVE R., LEPAREUR F., TOUROULT J. ET MACIEJEWSKI L., 2012) ;
- Guide méthodologique pour l'Evaluation de l'Etat de conservation des Habitats et Espèces d'intérêt communautaire (COMBROUX, I., BENSETTITI, F., DASZKIEWICZ, P. & MORET, J., 2006.) ;
- Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Méthode d'évaluation des habitats forestiers (CARNINO N., 2009).

Cet état de conservation peut s'exprimer en différents niveaux, généralement :

- Bon (ou favorable)
- Mauvais (ou altéré)
- Défavorable.

Évaluation de la dynamique spontanée

Suite à l'analyse de l'état de conservation des habitats, des facteurs influençant la gestion, les nombreuses recherches et expériences sur la connaissance des milieux (nombreux guides de références) permettent de d'évaluer la dynamique spontanée des habitats observés.

CARTOGRAPHIE DES HABITATS

Sur le terrain, chaque habitat identifié a été délimité (selon l'échelle de travail) sur photographie aérienne.

L'ensemble a ensuite été géo-référencé et représenté sous logiciel de cartographie.

9.2.1.3.3 La faune

L'AVIFAUNE NICHEUSE

Méthodes pour les espèces nicheuses

Une session d'inventaire a été effectuée du 16 avril au 19 avril 2024. Une deuxième session a été réalisée les 17-21-22-23 et 24 mai 2024. Les observations opportunistes réalisées le 30 et 31 juillet 2024 ont également été notées.

Deux méthodes permettent de déterminer quelles sont les espèces nicheuses présentes sur le site :

- **Méthode des Points d'Écoutes** (principe **IPA** selon Blondel, 1970) :

Les points d'écoute sont réalisés sur l'ensemble du périmètre d'étude. Cette méthode consiste à noter l'ensemble des oiseaux observés et / ou entendus durant vingt minutes à partir d'un point fixe du territoire. Pour cette étude, le recensement est donc basé sur la reconnaissance des chants et des cris d'oiseaux avec des prospections en matinée.

- **Prospection aléatoire** :

Les points d'écoute sont couplés à une prospection aléatoire. Ainsi, toutes les espèces vues ou entendues en dehors des points d'écoute sont également consignées.

Les deux méthodes permettent d'estimer les populations d'espèces.

Nous définissons le **statut de nidification** de chaque espèce selon des critères d'observation définis ci-dessous :

- **Nicheur potentiel**

Les oiseaux définis comme "Nicheurs potentiels" sont des espèces non observées mais dont le milieu favorable laisse penser qu'elles pourraient être nicheuses.

- **Nicheur possible**

Est considéré comme "Nicheur possible" un oiseau vu en période de nidification dans un milieu favorable (quelle que soit son activité), ou encore un mâle chantant en période de reproduction.

- **Nicheur probable**

L'oiseau est au moins "Nicheur probable" dans le cas d'un couple observé en période de reproduction, de chant du mâle répété sur un même site (le chant est un mode de marquage du territoire), un territoire occupé, des parades nuptiales, des sites de nids fréquentés (indice surtout valable pour les espèces nichant au même endroit d'une année sur l'autre, grands rapaces, hérons coloniaux ou oiseaux marins par exemple), comportements et cris d'alarme (attention à certains comme le geai qui alarment en toute saison).

- **Nicheur certain**

Un "Nicheur certain" se caractérise par la construction d'un nid (ou l'aménagement d'une cavité, selon l'espèce), un adulte simulant une blessure ou cherchant à détourner un intrus (manœuvre visant à écarter un danger potentiel de la progéniture), la découverte d'un nid vide (de l'année) ou de coquilles d'œufs, l'observation de juvéniles non volants, d'un nid fréquenté mais inaccessible, le transport de nourriture ou de sacs fécaux (pelotes blanches correspondant aux excréments émis par les poussins, et évacués par les parents pour ne pas attirer les prédateurs), et bien évidement un nid garni (d'œufs ou de poussins).

En complément, des **prospections aléatoires** sont réalisées pendant lesquelles toutes les espèces vues ou entendues, en-dehors des points d'écoute, sont consignées.

Ces deux méthodes permettent d'estimer les populations d'espèces. Des IPA (Indices Ponctuels d'Abondance) et des recherches au sol (indices de présence et contact direct) ont été réalisés. Les points d'écoute sont réalisés sur l'ensemble du périmètre d'étude. Cette méthode consiste, aux cours de deux sessions distinctes de comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés et / ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire.
Pour cette étude, le recensement est donc basé sur la reconnaissance des chants et des cris d'oiseaux avec des prospections en matinée.
Les données récoltées nous donnent un aspect qualitatif du milieu.

MÉTHODES POUR LES ESPÈCES MIGRATRICES ET HIVERNANTES

Le passage concernant la période migratoire prénuptiale a été réalisé les 16-17, 18 et 19 avril 2024 et celui de l'avifaune post-nuptilale le 24 septembre 2024. Les conditions météorologiques étaient mitigées avec des journées ensoleillées à nuageuses, parfois pluvieuses, et des températures entre 2°C et 15°C en avril et de 14 à 17°C en septembre.

Les passages en période hivernale ont eu lieu les 28-29 novembre 2023 et 15-16 février 2024 dans de bonnes conditions météorologiques : des journées ensoleillées et sans vent avec des températures de 14 à 17°C le 15 février et entre 10 et 14°C le 16 février.

Pour ces espèces, les individus observés sont notés lors des prospections. L'étude se fait à l'aide d'une paire de jumelles et d'une longue vue, ce qui permet d'observer et de dénombrer les oiseaux en vol ou posés tout en restant à une distance raisonnable. Les données météorologiques (température, vent, pluviométrie, …) sont des facteurs influençant les oiseaux pendant la migration. Elles sont évaluées avant toute prospection.

Concernant l'avifaune migratrice, les oiseaux observés sont dissociés en deux groupes pour permettre une analyse plus juste des futurs impacts/incidences :

- Les oiseaux vus en vol (migration active) sont définis comme oiseau de passage. Différents éléments sont notés comme la direction des vols, la hauteur et l'effectif. Ils nous permettent d'évaluer l'importance de la zone d'étude comme axe migratoire.
- Les oiseaux exploitant la zone d'étude (déplacement ou halte migratoire), sont définis comme oiseau séjournant sur le site. Il s'agit là de noter les oiseaux observés (effectifs, espèces, …) qui utilisent le site pour se nourrir et/ou se reposer. Ces informations nous permettent d'évaluer l'importance de la zone d'étude comme halte migratoire. Il est cependant possible que des individus soient sédentaires sur la zone d'étude.

Concernant l'avifaune hivernante, les oiseaux observés sont recensés sur l'ensemble de la zone d'étude.

L'HERPETOFAUNE

Les amphibiens

En ce qui concerne les amphibiens, **2 passages** ont été effectués : un passage de jour, les 28 et 29 novembre 2023 et un passage nocturne le 29 avril 2024. En novembre, la couverture nuageuse était variable avec des températures comprises entre 7°C et 10°C pour la première nocturne et des températures comprises entre 1°C et 9°C pour la seconde. En avril, les températures étaient de 8°C à 13°C avec une couverture nuageuse variable.

En milieu terrestre :

Une prospection des bords de mares, étangs et des zones propices est effectuée ainsi qu'une recherche sous les abris naturels tels que les branches mortes, les rochers, etc.

En milieu aquatique

Les mares sont prospectées de préférence de nuit afin d'avoir une visibilité maximum sur le fond des points d'eau. Une pêche avec relâche immédiate sur place peut être réalisé afin de déterminer notamment les larves.

Les données récoltées nous donnent un aspect qualitatif du milieu.

Les reptiles

Les prospections sont réalisées, dans la mesure du possible, par beau temps et températures moyennes (environ 20°C). **Quatre passages** ont été effectués pour ce groupe les 28 et 29 novembre 2023 et les 16-17-18-19 avril et 17-21-22-23 et 24 mai 2024. Le dernier passage a été réalisé le 30 et 31 juillet 2024. En avril, les conditions météorologiques étaient mitigées avec des journées ensoleillées à nuageuses, parfois pluvieuses, et des températures entre 2°C et 15°C. En mai, les conditions météorologiques étaient similaires à celles d'avril, avec des températures comprises entre 10°C et 18°C. Les conditions météorologiques du passage de juillet étaient ensoleillées avec des températures comprises entre 19 et 34°C.

Plusieurs méthodes de recherche sont utilisées : à vue, la recherche orientée, l'identification des cadavres sur les routes, la pose de plaques à reptiles et les observations inopinées.

Concernant la recherche orientée, il s'agit de recherches spécifiques sur les biotopes favorables et les zones propices aux espèces susceptibles d'être présentes. Il s'agit par exemple d'une prospection minutieuse sous les abris naturels, les pierres, les branches mortes, etc.

Une prospection des routes à proximité peut se révéler intéressante, entre le printemps et l'automne, les routes sont régulièrement traversées par les reptiles. Les données de cadavres retrouvés peuvent donc être des informations non négligeables.

Enfin, les données concernant les observations inopinées de reptiles sont recueillies : un reptile qui traverse un jardin, une route…

En ce qui concerne les **caches artificielles**, nous avons utilisé des plaques noires (par exemple constituées de PEHD épais ou d'acier), de surface d'au moins 0,5 m². Les plaques sont disposées au sol en intercalant des branches d'arbres d'environ 2 cm de diamètre, débarrassées de leurs rameaux, croisées sous la plaque et dépassant de part et d'autre, pour que les reptiles puissent se glisser sous les plaques.

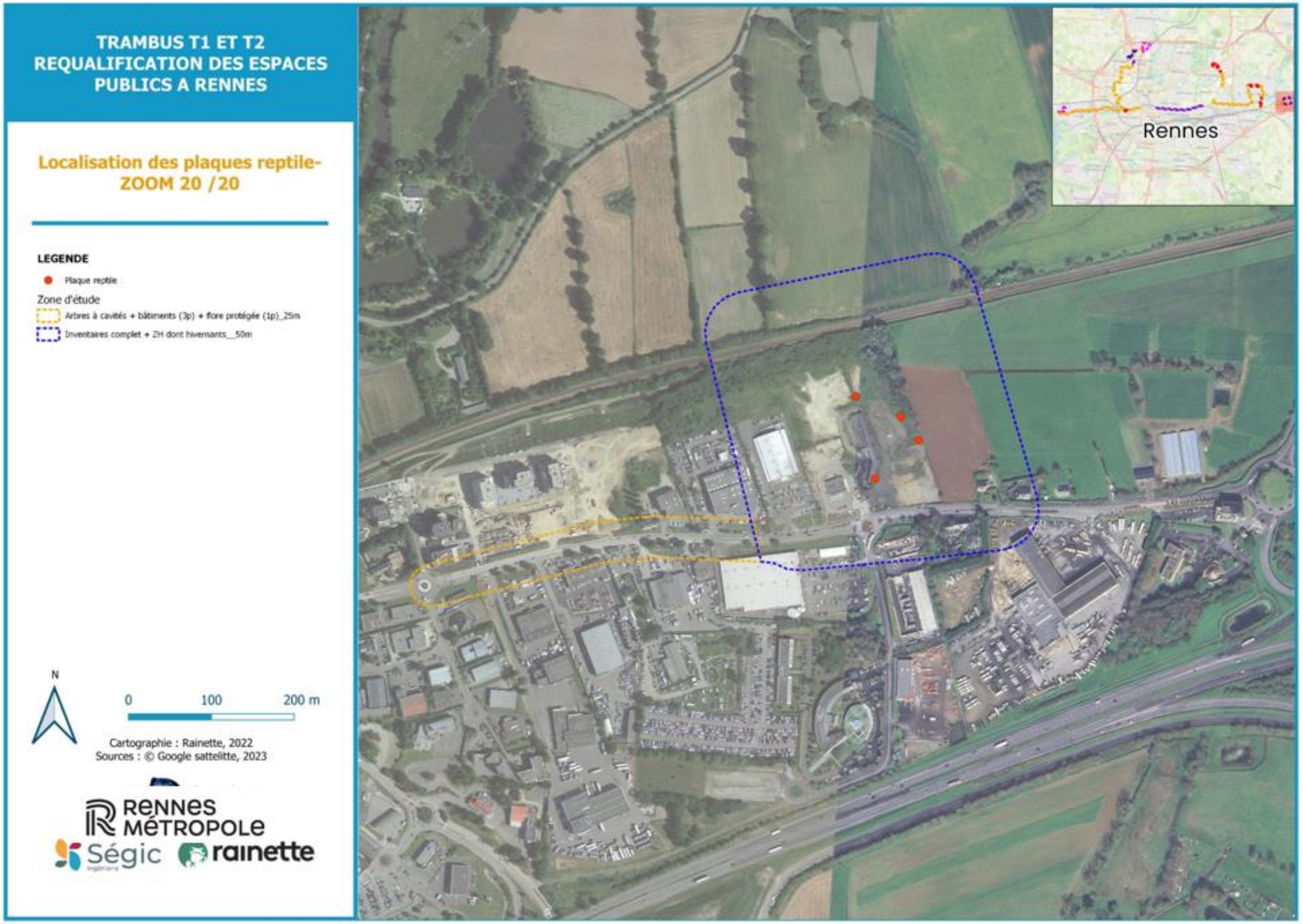


Figure 248 : Localisation des plaques reptiles

L'ENTOMOFAUNE

L'inventaire entomologique est axé sur quatre ordres d'insectes : les rhopalocères (papillons de jour) les odonates (libellules), les orthoptères (criquets, sauterelles et grillons) et les coléoptères. Ces groupes ont l'avantage d'être bien connus et sont représentatifs du type et de l'état du milieu qu'ils occupent, ce qui permet alors d'évaluer la valeur patrimoniale du site. La zone d'étude est parcourue à pied sur l'ensemble de la superficie. Les sessions de prospections sont réalisées par beau temps et par températures moyennes (environ 20°C) dans la mesure du possible.

Quatre passages ont été effectués pour ce groupe les 28 et 29 novembre 2023 et les 16-17-18-19 avril et 17-21-22-23 et 24 mai 2024.Le dernier inventaire a été effectué le 30 et 31 juillet 2024. En novembre, la couverture nuageuse était variable avec des températures comprises entre 7°C et 10°C pour la première nocturne et des températures comprises entre 1°C et 9°C pour la seconde. En avril, les conditions météorologiques étaient mitigées avec des journées ensoleillées à nuageuses, parfois pluvieuses, et des températures entre 2°C et 15°C. En mai, les conditions météorologiques étaient similaires à celles d'avril, avec des températures comprises entre 10°C et 18°C. Les conditions météorologiques du passage de juillet étaient ensoleillées avec des températures comprises entre 19 et 34°C.

Concernant les rhopalocères, la recherche s'effectue sur tout type de milieux et principalement l'après-midi. C'est aux heures les plus chaudes que les rhopalocères sont les plus actifs. Les individus adultes sont soit déterminés à vue (jumelles) soit capturés avec un filet à papillons pour être déterminés sur place. Les comportements des individus sont notés, permettant de définir si les espèces se reproduisent ou non sur le site et donc de connaitre le type d'utilisation du site par les espèces. Les œufs, larves d'espèces patrimoniales sont recherchées quand les milieux sont propices ou que des données bibliographiques sont connues.

Pour les odonates, les individus sont recherchés essentiellement près de l'eau (fossés, étangs, mares…), où ces derniers sont souvent en nombre. Pour les mêmes raisons que les papillons, la prospection s'effectue l'après-midi. Les individus adultes sont soit déterminés à vue (jumelles) soit capturés avec un filet à papillons pour être déterminés sur place. Comme pour les papillons, les comportements observés permettent de faire état de l'utilisation du site par les espèces. Enfin, des exuvies (dernière mue de la larve avant d'atteindre l'état adulte) sont recherchées sur la végétation du bord des eaux. Elles permettent à la fois de compléter l'inventaire mais aussi de recueillir des informations complémentaires sur le statut de reproduction des espèces sur le site et sur la qualité écologique des zones en eau.

Concernant les orthoptères, la recherche s'effectue à vue, sur tous les types de milieux, les individus sont capturés à la main, au filet fauchoir ou encore au parapluie japonais. Certaines espèces sont également identifiées grâce à la reconnaissance auditive (chant) parfois aidée d'un détecteur à ultrasons. Une prospection en début de soirée est également effectuée pour ce groupe dont certaines espèces ne se manifestent qu'à la tombée de la nuit. La densité d'individus ainsi que les comportements observés permettent souvent de savoir si les espèces se reproduisent sur le site ou non…

Et enfin concernant les coléoptères, des observations opportunistes et une recherche ciblée des habitats propices (recherche d'indices de présence) aux espèces xylophages patrimoniales comme le Lucane cerf-volant, Grand capricorne et Pique prune, a été effectuée.

LES MAMMIFERES (HORS CHIROPTERES)

Quatre passages ont été effectués pour ce groupe les 28 et 29 novembre 2023 et les 16-17-18-19 avril et 17-21-22-23 et 24 mai 2024.Le dernier inventaire a été effectué le 30 et 31 juillet 2024. En novembre, la couverture nuageuse était variable avec des températures comprises entre 7°C et 10°C pour la première nocturne et des températures comprises entre 1°C et 9°C pour la seconde. En avril, les conditions météorologiques étaient mitigées avec des journées ensoleillées à nuageuses, parfois pluvieuses, et des températures entre 2°C et 15°C. En mai, les conditions météorologiques étaient similaires à celles d'avril, avec des températures comprises entre 10°C et 18°C. Les conditions météorologiques du passage de juillet étaient ensoleillées avec des températures comprises entre 19 et 34°C.

Pour les mammifères, du fait de leur grande discrétion, plusieurs méthodes « indirectes » sont utilisées : la recherche d'indices de présence, l'identification d'éventuels cadavres en particulier sur les routes, la pose de pièges non-vulnérants, l'installation de pièges-photographiques et les observations inopinées.

Concernant la recherche d'indices de présence, il s'agit de déceler et d'identifier les empreintes, les fèces, les terriers, les restes de repas, etc.

Une prospection des routes à proximité peut se révéler intéressante. Les routes sont régulièrement traversées par les mammifères et les collisions peuvent être fréquentes sur certains secteurs. Les cadavres retrouvés constituent donc une source d'informations non négligeable.

Enfin, les données concernant les observations inopinées (un mammifère traversant une route, une prairie, en fuite, etc.) sont recueillies.

LES CHIROPTERES

Pour la prospection des chiroptères, une recherche de gîtes potentiels a été réalisée les 15 et 16 février 2024 (arbres creux, loges de pics, écorces décollées, bâtis, etc.).

Des prospections nocturnes sont prévues.

Concernant les prospections nocturnes, deux passages d'écoute active ont été réalisés sur la zone d'étude fin mai et début août. Un total de 14 points d'écoute de 12 minutes chacun a été effectués à chacun des passages sur le site afin de de caractériser le type d'activité et la fréquentation du site par les chauves-souris. Les inventaires ont été réalisés à l'aide d'un micro Pettersson M500-384. Ce détecteur permet d'effectuer des enregistrements ultrasonores et de les analyser en expansion de temps grâce à un logiciel spécialisé (Chirosurf). Pour de nombreuses espèces, l'utilisation de ce type de logiciel est obligatoire pour la détermination spécifique.

9.2.1.3.4 Évaluation patrimoniale

9.2.1.3.4.1 Textes de référence pour la flore et les habitats

TEXTES LEGISLATIFS

Sont présentés ci-dessous les différents textes législatifs relatifs à la protection des espèces et des habitats, en vigueur aux niveaux européen, national et régional et sur lesquels repose l'évaluation patrimoniale.

Protection légale au niveau européen

- **Directive « Habitats-Faune-Flore »** du 21 mai 1992 92/43/CEE relative à la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune (biologie) et de la flore sauvage,
- **Convention de Berne** du 19 septembre 1979 relative à la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvage.

Protection légale au niveau national

- Arrêté du **23 juillet 1987**, relatif à la liste des espèces végétales protégées en Bretagne complétant la liste nationale

REFERENTIELS

L'évaluation patrimoniale des habitats et des espèces repose notamment sur leur rareté (selon un référentiel géographique donné), leur sensibilité et vulnérabilité face à différentes menaces ou encore leur intérêt communautaire.

Par ailleurs, le ressenti et l'expérience du chargé d'étude permettent d'intégrer des notions difficilement généralisables au sein de référentiels fixes. Ce « dire d'expert » permet notamment d'affiner l'évaluation patrimoniale.

Sont considérés comme d'intérêt patrimonial les taxons de rang espèce ou sous-espèce :

- Bénéficiant d'une PROTECTION légale au niveau international (annexes II et IV de la Directive Habitat, Convention de Berne), national (liste consolidée au 24 février 2007) et régional (arrêté du 23 juillet 1987) ;
- Tous les taxons, non invasifs et indigènes présentant une MENACE au minimum égale à « Vulnérable » en Bretagne ou à une échelle géographique supérieure.

Tous les taxons déterminants de ZNIEFF à l'échelle régionale.

A noter que le statut de plante d'intérêt patrimonial n'est pas applicable aux populations cultivées, adventices, subspontanées. Des exceptions à cette définition sont précisées par la structure habilitée pour la flore régionale. Nous suivrons donc son classement.

9.2.1.3.4.2 Textes de référence pour la faune

TEXTES LEGISLATIFS

Sont présentés ci-dessous les différents textes législatifs relatifs à la protection des espèces et des habitats, en vigueur au niveau européen, national et régional, et sur lesquels repose l'évaluation patrimoniale sont présentés ci-après.

Protection légale au niveau européen

- **Directive « Oiseaux »** (Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages)
- **Directive « Habitats-Faune-Flore »** du 21 mai 1992 92/43/CEE relative à la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune (biologie) et de la flore sauvage
- **Convention de Berne** du 19 septembre 1979 relative à la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvage

Protection légale au niveau national

- Arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des **oiseaux protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
- Arrêté ministériel du 8 janvier 2021 fixant la liste des **Amphibiens et Reptiles protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection
- Arrêté ministériel du 19 novembre 2007 fixant la liste des **insectes protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection
- Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des **Mammifères terrestres protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection
- Arrêté du 23 avril 007 fixant les listes des **Mollusques protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

REFERENTIELS

Afin de connaître l'état des populations dans la région et en France, nous référons également aux différents ouvrages possédant des informations sur les répartitions et raretés.

Au niveau européen

- Liste rouge des **Oiseaux d'Europe** "*European Red List of Birds*" (IUCN, European Commission, BirdLife, 2021)
- Liste rouge des **Reptiles d'Europe** "*European Red List of Reptiles*" (IUCN, European Commission, SSC, 2009)
- Liste rouge des **Amphibiens d'Europe** "*European Red List of Amphibians*" (IUCN, European Commission, SSC, 2009)
- Statuts et distribution des **Mammifères d'Europe** "*The Status and Distribution of European Mammals*" (IUCN, SSC, 2007)
- Liste rouge des **Orthoptères d'Europe** "*European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets*" (IUCN, European Commission, SSC, GSG, 2016)
- Liste rouge des **Papillons d'Europe** "*European Red List of Butterflies*" (IUCN, European Commission, 2010)
- Liste rouge des **Odonates d'Europe** "*European Red List of Dragonflies*" (IUCN, European Commission, SSC, EIS, 2010)

Au niveau national

- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Oiseaux de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016)
- Liste rouge des **oiseaux non nicheurs de France métropolitaine**, (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2011)
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN & SHF, 2015)
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Mammifères de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017)
- Les **chauves-souris de France**, Belgique, Luxembourg et Suisse (ARTHUR L., LEMAIRE M., Collection Parthénope, Editions Biotope, 544 p, 2009)
- Les **Orthoptères menacés en France** - Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques (SARDET E. & B. DEFAUT (coordinateurs), 2004)
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Papillons de jour de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2014)
- Les **papillons de jour de France**, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles (LAFRANCHIS T., Collection Parthénope, Editions Biotope, 448 p, 2000)
- Tendances de populations des rhopalocères de France (AGNOUX S., estimations 2021. MNHN. 3p. 2021).
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Libellules de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016)
- Données issues de « http://www.libellules.org/fra/fra_index.php »

Au niveau régional

- Liste rouge régionale 2015 de la **faune de Bretagne** validée par le CSRPN (EOB, 2015)
- Liste rouge régionale 2021 des **oiseaux nicheurs de Bretagne** (Observatoire régional de l'avifaune, Bretagne vivante, Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor, 2023)
- **Atlas des mammifères de Bretagne** (Groupe Mammalogique Breton, 2023)
- **Atlas dynamique des Odonates de France** (OPIE, 2023)

9.2.1.3.5 Méthode d'évaluation et de hiérarchisation des enjeux

L'enjeu écologique peut se définir comme l'intérêt particulier que présente une composante du milieu naturel (habitat, espèce) à une échelle donnée (site, région).

A l'heure actuelle, pour l'identification et la hiérarchisation des enjeux écologiques, il n'existe aucune méthodologie standard validée par l'ensemble des acteurs référents en la matière. La méthode que nous proposons est **adaptée aux études réglementaires et limite la part de subjectivité** en prenant en compte un certain nombre de **critères objectifs de référence** (statuts de protection réglementaires, listes rouges UICN, etc.).

Les principaux critères utilisés sont listés dans le tableau ci-dessous (liste non exhaustive). Ils reposent à la fois sur l'appréciation de la **valeur « juridique »** (protection à différentes échelles) et de la **valeur « écologique »** de la composante étudiée.

Tableau 118 : Critère d'appréciation du niveau d'enjeu d'une composante du milieu naturel

Valeur juridique
Protection européenne (Directives "Oiseaux" et "Habitats/Faune/Flore", Convention de Berne) Protection nationale ou régionale (totale, partielle, des spécimens et/ou des habitats d'espèces…)
Valeur écologique
D'un habitat ou d'un cortège : Indigénat / naturalité / originalité Degrés de rareté et de menace (listes rouges nationales et régionales) Patrimonialité / déterminant ZNIEFF (strict ou selons critères) Richesse et composition spécifique (habitat et/ou cortège d'espèces) Etat de conservation (surface, présence d'espèces remarquables, effectifs) Sensibilité (dynamique naturelle, restaurabilité, résilience) et fonctionnalité (connectivité
D'une espèce : Indigénat / naturalité Degrés de rareté et de menace (listes rouges nationale et régionale) Patrimonialité / endémisme / déterminant ZNIEFF (strict ou selon critères) Etat de conservation (effectifs, conditions d'habitat) Sensbilité (capacités d'adaptation et régénération)

N.B : L'identification et la hiérarchisation des enjeux dépendent directement des référentiels disponibles à l'échelle considérée (listes rouges régionales, atlas de répartition, etc.). L'absence de tels référentiels limite le nombre de critères d'appréciation, et donc la part d'objectivité de notre analyse.

Le croisement des différents critères permet d'attribuer un niveau d'enjeu à chacune des composantes étudiées. Ce niveau sera d'autant plus fort que l'intérêt écologique de cette dernière sera élevé. Ce niveau est illustré par une variation de la nuance de verts dans les tableaux d'espèces : plus la nuance est foncée et plus l'enjeu est fort.

En fin de diagnostic, un **tableau de synthèse des enjeux potentiels** reprend l'ensemble des enjeux identifiés pour chaque groupe, et les met en lien avec la ou les zone(s) concernée(s) au niveau de la zone de projet.

Chaque habitat se voit alors attribuer un **niveau d'enjeu global** : on distinguera alors différents niveaux d'enjeux : **Nul, faible, moyen, fort et très fort.**

Classiquement, l'enjeu de l'habitat reprend par défaut l'enjeu le plus fort identifié sur ce dernier. Notons toutefois que dans certains cas, la multiplication des enjeux sur une même zone peut aboutir à un enjeu supérieur (ex : un habitat présentant plusieurs enjeux moyens pourra se voir attribuer un enjeu fort). Cette appréciation reste soumise au dire d'expert (expérience du chargé d'étude, ressenti de terrain). Cette cotation est par conséquent basée en partie sur un avis d'expert adapté au cas par cas. Ce jugement d'expert contient incontestablement une part de subjectivité mais reste toutefois la façon la plus pragmatique pour conclure efficacement quant au niveau à attribuer.

Notons également qu'un même habitat peut présenter différents niveaux d'enjeux selon les endroits, en fonction des enjeux détectés.

Tableau 119 : Tableau d'attribution des enjeux écologiques spécifiques

Enjeu écologique spécifique							
Critères de vulnérabilité		Statuts UICN					
		LC/NA	DD	NT	VU	EN	CR/RE
Note pour chaque liste rouge →	Régionale	0	1	2	4	6	8
	Nationale	0	1	2	4	6	8
	Européenne	0	1	2	4	6	8
↓ Annexes de la Directive "Habitat-Faune-Flore" ↓							
Plus 1 à la note si l'espèce est inscrite en annexe I, II ou IV ou patrimoniale en bota Par défaut une espèce inscrite en annexe I ou II est évaluée à minima comme moyen							
↓ Somme des notes ↓							
Espèce non indigène/invasive	0 à 2	3 à 6		7 à 10		11 et plus	
Très faible/Nul	Faible	Moyen		Fort		Très fort	
↓ Espèce évaluée au moins comme moyen voir faible si elle présente un intérêt ↓							
Critères écologiques		Niveau de vulnérabilité précédemment évalué					
		Très faible/Nul		Faible	Moyen	Fort	Très fort
Taille de la population	Très faible	Très faible/Nul		Faible	Faible	Moyen	Fort
	Moyenne/Inc.	Très faible/Nul		Faible	Moyen	Fort	Très fort
	Importante	Très faible/Nul		Moyen	Fort	Très fort	Très fort
Etat de conservation (habitats de l'espèce)	Défavorable	Très faible/Nul		Faible	Faible	Moyen	Fort
	Altéré/Inconnu	Très faible/Nul		Faible	Moyen	Fort	Très fort
	Favorable	Très faible/Nul		Moyen	Fort	Très fort	Très fort
↓ Garder le niveau du plus fort enjeu après critères écologiques Espèce évaluée au moins comme moyen ↓							
Critère fonctionnel de la zone d'étude		*Niveau d'enjeu précédemment évalué* →		***Niveau d'enjeu final***			
				Moyen		Fort	Très fort
Statut de l'espèce sur la zone d'étude	de passage			Faible			
	site utilisé par l'espèce mais non vital à son maintien			Faible		Moyen	Fort
	alimentation et/ou repos récurrent			Moyen		Fort	Très fort
	cycle biologique complet ou reproduction			Moyen		Fort	Très fort

9.2.1.3.6 Délimitation des zones humides

9.2.1.3.6.1 Rappel du cadre réglementaire

L'arrêté du 24 juin 2008, modifié par celui du 1er octobre 2009, précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 241-7-11 et R. 211-108 du Code de l'environnement. D'après cet arrêté, la délimitation des zones humides repose sur **2 critères** :

- **Le critère pédologique** (étude des sols), qui consiste à vérifier la présence de sols à hydromorphie fonctionnelle ;
- **Le critère botanique** (étude de la végétation) qui consiste à déterminer si celle-ci est hygrophile, à partir soit directement de l'étude des espèces végétales, soit de celles des communautés d'espèces végétales, dénommées « habitats ».

Les modalités de mise en œuvre de l'arrêté, c'est-à-dire les méthodes à utiliser sur le terrain pour chacun de ces critères, sont précisées dans la **circulaire du 18 janvier 2010.**

L'article 23 de la LOI n° 2019-773 du 24 juillet 2019 vient repréciser la définition des zones humides donnée par le 1° du I de l'article L. 211-1 du code de l'environnement. Ainsi, une zone humide est à présent considérée comme telle : « 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 ».

Ainsi, le secteur concerné est considéré en zone humide si l'un ou l'autre des 2 critères (pédologique ou floristique) conclut à la présence d'une zone humide.

9.2.1.3.6.2 Méthodologie pour le critère botanique

La caractérisation en « zone humide » d'un secteur donné est également réalisée par l'examen des espèces floristiques présentes (espèces caractéristiques des milieux humides) et/ou des habitats observés.

ETUDE DES HABITATS

Lorsque les relevés de terrain permettent une détermination fine de l'habitat, selon les typologies CORINE biotopes ou Prodrome des végétations de France (rattachement phytosociologique précis), il est souvent possible de déterminer si l'habitat concerné doit être considéré comme un habitat caractéristique de zones humides, c'est-à-dire s'il est mentionné dans la Table B de l'arrêté du 1er octobre 2009.

La réalisation sur le terrain d'une cartographie des habitats, à une échelle de levés appropriée, rend alors compte de la surface précise caractérisée en zone humide au titre de l'arrêté du 1er octobre 2009.

PROTOCOLE DE TERRAIN

L'examen des habitats doit porter prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 placette) par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques.

Sur chacune des placettes, elles-mêmes homogènes du point de vue physionomique, floristique et écologique, l'examen des habitats consiste à effectuer un relevé phytosociologique et à déterminer s'il correspond à un ou plusieurs habitats caractéristiques de zones humides, c'est-à-dire mentionnés dans la Table B de l'arrêté du 1er octobre 2009.

ETUDE DES ESPECES VEGETALES

Comme pour les habitats, l'examen des espèces végétales porte prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 placette) par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques.

Sur chacune des placettes, l'examen de la végétation vise à vérifier si celle-ci est caractérisée par des espèces dominantes indicatrices de zones humides, c'est-à-dire figurant dans la liste mentionnée en Table A de l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides. Ces espèces sont identifiées selon le protocole ci-dessous.

PROTOCOLE DE TERRAIN

Sur une placette circulaire globalement homogène du point de vue des conditions mésologiques et de végétation, d'un rayon de 3 ou 6 ou 12 pas (soit un rayon entre 1,5 et 10 mètres) selon le milieu : respectivement herbacé, arbustif ou arborescent, il convient d'effectuer une estimation visuelle du pourcentage de recouvrement des espèces pour chaque strate de végétation (herbacée, arbustive ou arborescente) en travaillant par ordre décroissant de recouvrement.

Pour chaque strate, il s'agit de :

- Noter le pourcentage de recouvrement des espèces ;
- Classer ces espèces par ordre décroissant ;
- Etablir une liste des espèces dont les pourcentages de recouvrement cumulés permettent d'atteindre 50 % du recouvrement total de la strate ;
- Ajouter les espèces ayant individuellement un pourcentage de recouvrement supérieur ou égal à 20 %, si elles n'ont pas été comptabilisées précédemment.

Une liste d'espèces dominantes est ainsi obtenue pour la strate considérée.

L'opération est répétée pour chaque strate. Les listes obtenues sont ensuite regroupées en une seule liste d'espèces dominantes, toutes strates confondues.

Il s'agit ensuite d'examiner le caractère hygrophile des espèces de cette liste : si la moitié au moins des espèces de cette liste figure dans la liste des espèces indicatrices de zones humides (Table A de l'arrêté du 1er octobre 2009), la végétation peut être qualifiée d'hygrophile.

9.2.1.3.6.3 Méthodologie pour le critère pédologique

La caractérisation pédologique se divise en 4 phases.

PHASE 1 : ÉTAT DES LIEUX ET PRE-LOCALISATION DES ZONES HUMIDES

Cette première phase, réalisée en amont au bureau, consiste en un état des lieux de la zone d'étude, afin de définir des critères larges (probabilité forte, moyenne et faible) de probabilité de présence de zones humides. Ces critères sont décrits dans les cartes d'analyse de la zone d'étude (carte géologique, topographique, occupation des sols…).

La phase 1 est réalisée à partir de la synthèse des données disponibles concernant la zone à l'étude :

- La délimitation du secteur d'étude validée par le maître d'ouvrage ;
- L'occupation des sols via les ortho photos ;
- La topographie générale de la zone d'étude appréciée à partir des courbes de niveau via les SCAN 25 (la topo-séquence des unités pédologiques est fortement corrélée au relief) ;
- Le réseau hydrographique ;
- Les cartes géologiques, hydrogéologiques et pédologiques ;
- Toutes autres données utilisables.

Ces vestiges constituent une information sur les zones où il existe une potentialité de zones humides. Selon l'INRA, même si un étang n'existe plus, d'un point de vue pédologique, des traces d'oxydo-réductions doivent être présentes encore dans les sols (hydromorphie fossile).

À cela s'ajoute une analyse critique des secteurs pré-localisés afin de mettre en évidence les usages et les perturbations éventuelles ayant pu les affecter (comblement, creusement, drainage…). L'objectif étant d'évaluer le degré d'altération du fonctionnement hydrologique.

Une attention a été portée sur les anthroposols construits ou artificiels (action volontaire de génie pédologique), ne rentrant pas dans la nomenclature des sols de zones humides et de ce fait ont été retirés des zones pré-localisées.

La phase 1 aboutit donc à la pré-localisation des sondages à effectuer.

Cette préparation en amont de la phase de terrain est indispensable avant tout travail sur le terrain.

PHASE 2 : VISITE DE SITE ET STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE AFFINEE (NOMBRE PRECIS ET POSITIONNEMENTS DES SONDAGES EFFECTIFS)

En amont des investigations de terrain, la visite de site permet d'affiner la stratégie d'échantillonnage (systématique ou raisonnée) préalablement établie.

Le nombre et la localisation des sondages effectifs répondent aux deux règles suivantes :

Règle de la lecture du pédopaysage :

Cette méthode consiste à redéfinir (si besoin) les différentes zones homogènes préalablement établies à partir de critères d'observation de terrain : topographie, occupation du sol, caractéristiques de la surface du sol (couleur, charges en éléments grossiers, structure de surface). Celle-ci prend en compte également la synthèse des données bibliographiques existantes (phase 1).

Règle de cartographie des sols :

Le choix de l'échelle de restitution d'une carte des sols dépendant de la finalité d'utilisation de la carte et donc de sa précision attendue : la pression de sondage (Nb sondages/Ha) est donc corrélée à l'échelle de la carte.

Par ailleurs, afin de délimiter précisément les zones humides, le positionnement des sondages effectifs intègre les deux situations suivantes :

- Présence de cours d'eau ;
- Absence de cours d'eau.

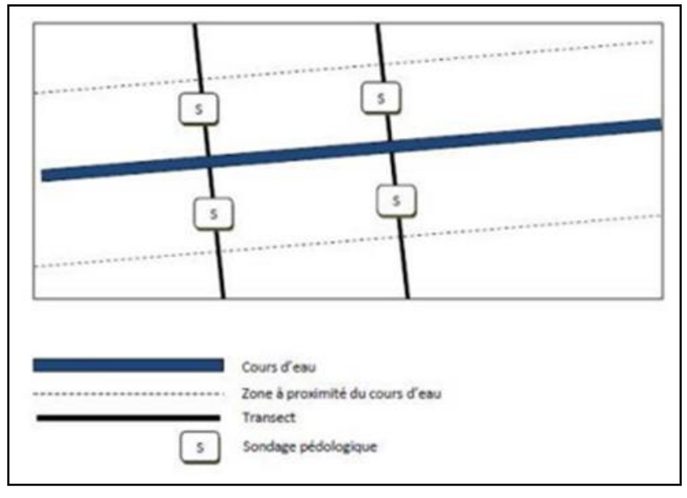


Figure 249 : Exemple de transects perpendiculaires au cours d'eau

Ces sondages sont donc réalisés sur des transects perpendiculaires au cours d'eau, en commençant par réaliser les sondages à proximité du cours d'eau, dans la zone potentiellement humide.

En absence de cours d'eau, lorsqu'on est confronté à des secteurs plats et cultivés, il devient nécessaire d'observer avec précision les parcelles concernées pour conjecturer la présence/absence d'une zone humide. Dans ce cas précis, **la densité des sondages peut être modifiée.**

Si le sondage confirme le critère humide, un second sondage est réalisé, toujours sur le transect, mais en s'éloignant du cours d'eau. Et ainsi de suite jusqu'à ce que le sondage ne confirme plus le caractère humide du sol.

Lorsque le sondage ne correspond plus aux critères des zones humides, alors d'autres sondages sont réalisés sur le transect entre les deux sondages (humide et non humide) afin de préciser la limite de la zone humide.

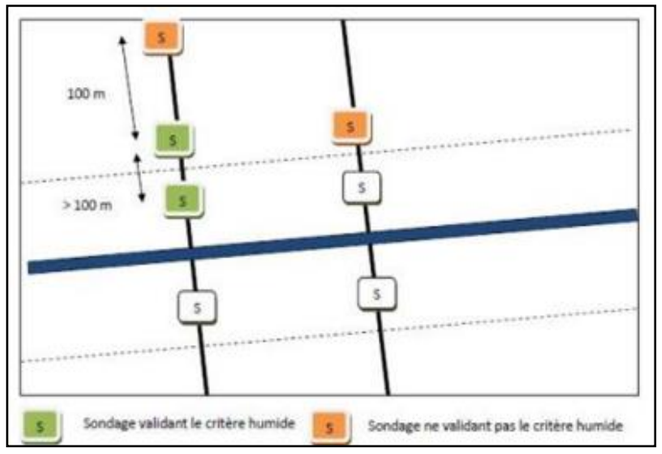


Figure 250 : Exemple de sondages validant ou non le critère humide

Une fois les sondages réalisés, l'enveloppe de la zone humide est délimitée comme indiquée dans l'article 3 de l'arrêté du 1er octobre 2009, c'est-à-dire en s'appuyant, selon le contexte géomorphologique, soit sur la cote de crue, soit sur le niveau de la nappe phréatique, soit sur la courbe topographique correspondante, comme indiqué sur le schéma ci-dessous extrait de la circulaire du 18 janvier 2010.

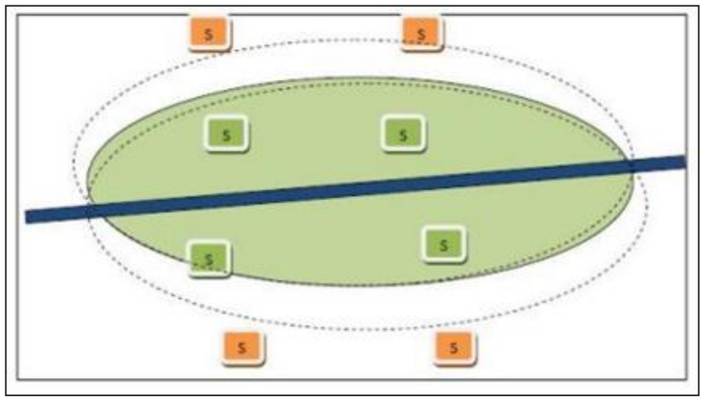


Figure 251 : Exemple de délimitation de zone humide

PHASE 3 : INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Les sondages sont réalisés à l'aide d'une tarière à main de pédologue, tarière permettant en fonction du type de sol une prospection jusqu'à 1,20m.

Son diamètre de 6 cm permet d'obtenir un volume de matière suffisant et approprié pour la description visuelle.

Un profil de sol est reconstitué dans la mesure du possible, dans une gouttière graduée à partir du prélèvement de 6 « carottes » de sol de 20 cm chacune environ.

La lecture de ce profil reconstitué permet de mettre en évidence les différents horizons d'après la description de leur couleur, leur texture, leur profondeur d'apparition et leur niveau d'hydromorphie.

Le positionnement de chaque sondage est marqué par GPS.

PHASE 4 : INTERPRETATION DES SONDAGES (EN TENANT COMPTE DES CONDITIONS MESOLOGIQUES)

L'interprétation des sondages va renseigner sur la variabilité spatiale des sols, permettre de délimiter ou non plusieurs types de sols et mettre en évidence d'éventuelles zones humides.

Pour obtenir une délimitation précise, il faut au préalable identifier le gradient hydrique à l'aide de la topographie. Les contours de la zone humide peuvent être affinés par les observations de terrain liées à des limites naturelles :

- Les ruptures de pente ;
- La végétation, quand la limite, entre les différentes formations végétales, est franche ;
- Le réseau hydrographique ;
- Les aménagements humains (routes, talus, haies, ou autres éléments paysagers) ;
- Les cotes de crues ou le niveau phréatique.

Une fois ces données synthétisées, des UTS (Unités Typologiques de Sols) et UCS (Unités Cartographiques de Sols) sont alors délimitées et pourront être cartographiées grâce au logiciel de Système d'Information Géographique : QGIS.

Critères relatifs à l'hydromorphie

Selon l'arrêté du 1er octobre 2009, chaque sondage doit être si possible d'une profondeur de l'ordre de 1,20m, puis l'échantillon est analysé par le pédologue.

Un sol est considéré en zone humide s'il laisse apparaitre la présence :

- **Cas 1 : d'horizons histiques (ou tourbeux)** débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm ;
- **Cas 2 : de traits réductiques débutant à moins de 50 cm** de la surface du sol. Nous adopterons dans ce cas la codification suivante Go et/ou Gr apparaissant avant 50 cm ;
- **Cas 3 : de traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm** de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. On indiquera g avant 25 cm ;
- **Cas 4 : de traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm** de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur. On indiquera ici un g avant 50 cm se prolongeant par un Go et/ou Gr entre 80 et 120 cm.

Les classes d'hydromorphie GEPPA sont schématisées dans le tableau en page suivante (source : Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée, Baize et Ducommun, 2014).

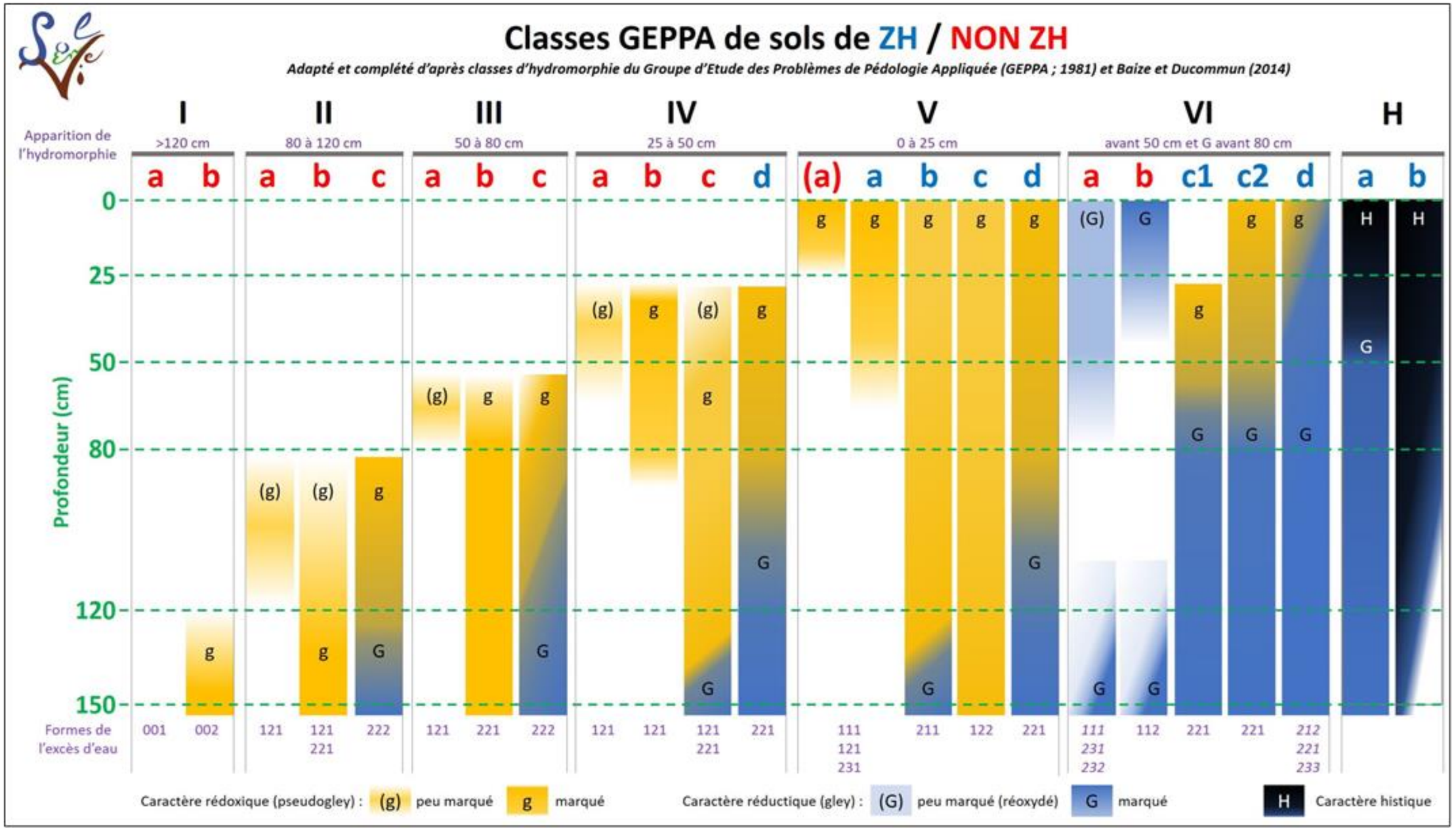


Figure 252 : Schématisation des classes d'hydromorphie du GEPPA

9.2.1.3.7 Evaluation des limites

9.2.1.3.7.1 Limites liées à la flore

Aucun inventaire ne peut être considéré comme réellement exhaustif dans le cadre d'une étude réglementaire. Les inventaires sont en effet réalisés sur une saison donnée et sont alors dépendants de nombreux facteurs externes.

Dans le cadre de cette étude, un passage avait été effectué en novembre, période défavorable aux prospections floristiques, afin de pré-identifier les enjeux du site. Ce passage a été complété par un deuxième passage en mai, ainsi qu'un troisième et dernier passage en juin. Les espèces discrètes et/ou à période de visibilité limitée sont donc probablement sous-échantillonnées. Il est ainsi possible que des espèces n'aient pas été inventoriées sur l'aire d'étude ou que leur répartition soit sous-estimée. De plus certaines zones manquaient d'accès, comme des zones en travaux ou des bassins et autres espaces clôturés.

Par conséquent, les inventaires réalisés pour la présente étude présentent des limites. Néanmoins, la pression d'inventaire est estimée comme suffisante en vue d'une future évaluation des impacts du site.

9.2.1.3.7.2 Limites liées à la faune

L'une des limites de ces inventaires concerne les conditions météorologiques de ce début d'année 2024 qui étaient très pluvieuses, ce qui favorise moins les observations de la faune.

Une seconde limite est le bruit de fond constant dû à l'urbanisation qui perturbe les protocoles d'écoutes sur le site.

Enfin, le passage concernant les amphibiens a été tardif (en raison notamment d'un besoin de décaler le passage à cause de mauvaises conditions météorologiques), ce qui a conduit à passer à côté de certaines espèces précoces.

Toujours, concernant les amphibiens, le bassin situé le long de la rue du Clos Courtel à Cesson-Sévigné t le bassin rue du Chesnay Beauregard étaient inaccessibles, rendant impossibles les prospections visuelles ; seules des écoutes ont pu être réalisées.

Concernant l'entomofaune, certaines zones étaient tondues ou fauchées et très anthropisées dans certains cas, ce qui limite la capacité d'accueil des espèces.

Toutefois, les inventaires couplés au caractère urbain et à la quantité de données bibliographiques récoltées nous permettent une évaluation fiable des enjeux.

9.2.1.3.7.3 Limites concernant la délimitation des zones humides

DU POINT DE VUE DE LA FLORE ET DES HABITATS

Pour rappel, dans le cadre de cette étude, un passage avait été effectué en novembre, période défavorable aux prospections floristiques, afin de pré-identifier les enjeux du site. Ce passage a été complété par un deuxième passage en mai, puis par un troisième passage en juin.

A noter que certaines végétations étaient fauchées lors des deux passages, printanier et estival, ne permettant pas de caractériser la végétation. De plus, des zones manquaient d'accès, comme des zones en travaux ou des bassins et autres espaces clôturés. Les zones privées, comme des zones résidentielles, n'ont également pas fait l'objet de délimitations.

Il est également important de rappeler que d'une manière générale, la délimitation des zones humides par le critère floristique ne peut pas être effectuée lorsqu'aucune végétation n'est présente, comme c'est le cas des zones à nu ou des milieux artificialisés. Elle est également inutile dans le cas de milieux où la végétation est entièrement d'origine anthropique comme c'est par exemple le cas des cultures. Les milieux dans lesquels une strate est plantée, comme les parcs, celle-ci sera ignorée.

Du point de vue pédologique

La plupart des difficultés décrites ci-après concernent l'application du critère pédologique et sont mentionnées dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009.

Une première limite peut être d'ordre purement mécanique. Les sondages s'effectuant manuellement, il n'est pas toujours possible d'atteindre les profondeurs minimales fixées par l'arrêté (25 et 50 cm), en présence notamment d'horizons à forte charge en éléments grossiers ou bien lorsque la compacité du sol est trop importante.

Les sondages P5 et P10 sont concernés par cette limite.

Une seconde limite réside dans la difficulté d'identifier l'hydromorphie en présence de sols remaniés et/ou fabriqués par l'homme. De tels sols, nommés « anthroposols » (Référentiel pédologique de l'AFES, 2008), sont le plus souvent présents en milieu urbain mais aussi, dans des conditions particulières, en milieu rural.

Les sondages P4, P5 et P10 sont concernés par cette limite.

Une autre difficulté provient de sols régulièrement engorgés par l'eau mais pour lesquels les traits d'hydromorphie sont très peu marqués, voire absents. C'est par exemple le cas :

- De matériaux contenant très peu de fer (sols sableux ou limoneux blanchis) ;
- De matériaux contenant du fer sous forme peu mobile (sols calcaires, sols très argileux) ;
- D'horizons noirs à teneur en matière organique humifiée élevée ;
- De matériaux ennoyés dans une nappe circulante bien oxygénée (sols alluviaux).

Aucun sondage n'est concerné par cette limite.

Inversement, des traits d'hydromorphie peuvent persister alors que l'engorgement par l'eau a changé à la suite de certains aménagements tels que le drainage. La difficulté est alors de vérifier si les traits sont fonctionnels (correspondant à un engorgement actuel), ou fossiles (correspondant à un engorgement passé).

Aucun sondage n'est concerné par cette limite.

Concernant les traits rédoxiques, tout ce qui est orange-rouge-rouille n'est pas forcément révélateur d'hydromorphie. Ces couleurs peuvent correspondre à des taches d'altération sous climats anciens (chauds et humides) de minéraux riches en fer (par exemple la glauconie ou les micas noirs).

Limites et atouts concernant les zones humides

Toutes les zones ont pu être étudiées dans le cadre des pédologiques et des prospections sont encore à réaliser pour le critère botanique. Une conclusion encore partielle quant à la nature humide des différents secteurs a pu être donnée.

9.2.2 ÉTUDE DE QUALITÉ DE L'AIR

9.2.2.1 MESURES IN SITU

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, deux campagnes de mesure en saisons contrastées ont été réalisées par TechniSim Consultants pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Les poussières PM10 et PM2,5.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO_2.

Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la Directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO_2 dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

Les mesures des particules (PM10 et PM2.5) sont réalisées à l'aide de micro-capteurs laser autonomes. Les micro-capteurs laser relèvent les concentrations toutes les 5 minutes.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-dessous.

Figure 253 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser pour les particules

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse sont disponibles en détail en annexe.

9.2.2.1.1 Déroulement des campagnes de mesure

Les campagnes de mesure ont été réalisées sur les périodes suivantes :

- Campagne hivernale : du 12 février au 11 mars 2024. (29 jours).
- Campagne estivale : du 6 juin.au 2 juillet (27 jours).

Les prélèvements de NO_2 ont été effectués sur 24 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des réplicats ont été réalisés pour les points n°2 (seulement pendant la campagne hivernale), n°22 (seulement pendant la campagne estivale) et les brins n°6, 9, 15, 17, 24 (pendant les 2 campagnes). Des 'blancs' ont été réalisés pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (point n°6, 12, 15 et 20).

Les mesures de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°7, 9 et 12.

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet. Chaque point de mesure est repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, …), description de l'environnement immédiat du point de mesure (habitations, …).

L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

Avertissement important : les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

Le tableau suivant indique la typologie de chaque point de mesure ; la carte suivante indique leur localisation. La campagne se déroule en milieu urbain.

Tableau 120 : Typologie des points de mesure

POINTS	Remarque / Typologie
Point n°1	Trafic rue de l'étang au diable / futur parc relais au terminus « la Plesse » - ligne T1
Point n°2	Trafic Rond-point de l'auge de pierre (D437) / tracé T1
Point n°3	Fond urbain / tracé T1
Point n°4	Fond urbain / tracé T1
Point n°5	Trafic / tracé T1
Point n°6	Trafic de la D125 / Ehpad Léon Grimault / tracé T1
Point n°7	Trafic de la D125 / tracés T1 et T2
Point n°8	Trafic de la D177 / à côté de la station Air Breizh « Laënnec » pour comparaison
Point n°9	Fond urbain / Groupe scolaire J.Zay / à côté de la station Air Breizh « Thabor » pour comparaison
Point n°10	Trafic Av. Aristide Briand / École maternelle Pasteur / tracés T1 et T2
Point n°11	Trafic Av. Aristide Briand / tracés T1 et T2
Point n°12	Trafic Rue de Rennes / tracés T1 et T2
Point n°13	Trafic allée de Beaulieu / tracé T1
Point n°14	Trafic D197 / tracé T1
Point n°15	Trafic Rue du Jouanet / Terminus T1
Point n°16	Trafic rue de Lorient / École Moulin Comte / tracé T2
Point n°17	Trafic rue de Lorient (N24)/ tracé T2
Point n°18	Trafic Rue de Rennes / tracé T2
Point n°19	Trafic Rue de Rennes / tracé T2
Point n°20	Trafic rue de la Croix connue / Ehpad Beausoleil / tracé T2
Point n°21	Fond Urbain / Groupe scolaire Bourgchevreuil / tracé T2
Point n°22	Trafic bd des Métairies / tracé T2
Point n°23	Trafic rue de Paris / tracé T2
Point n°24	Trafic rue de Paris / futur parc relais au terminus « Rigaudière» - ligne T2

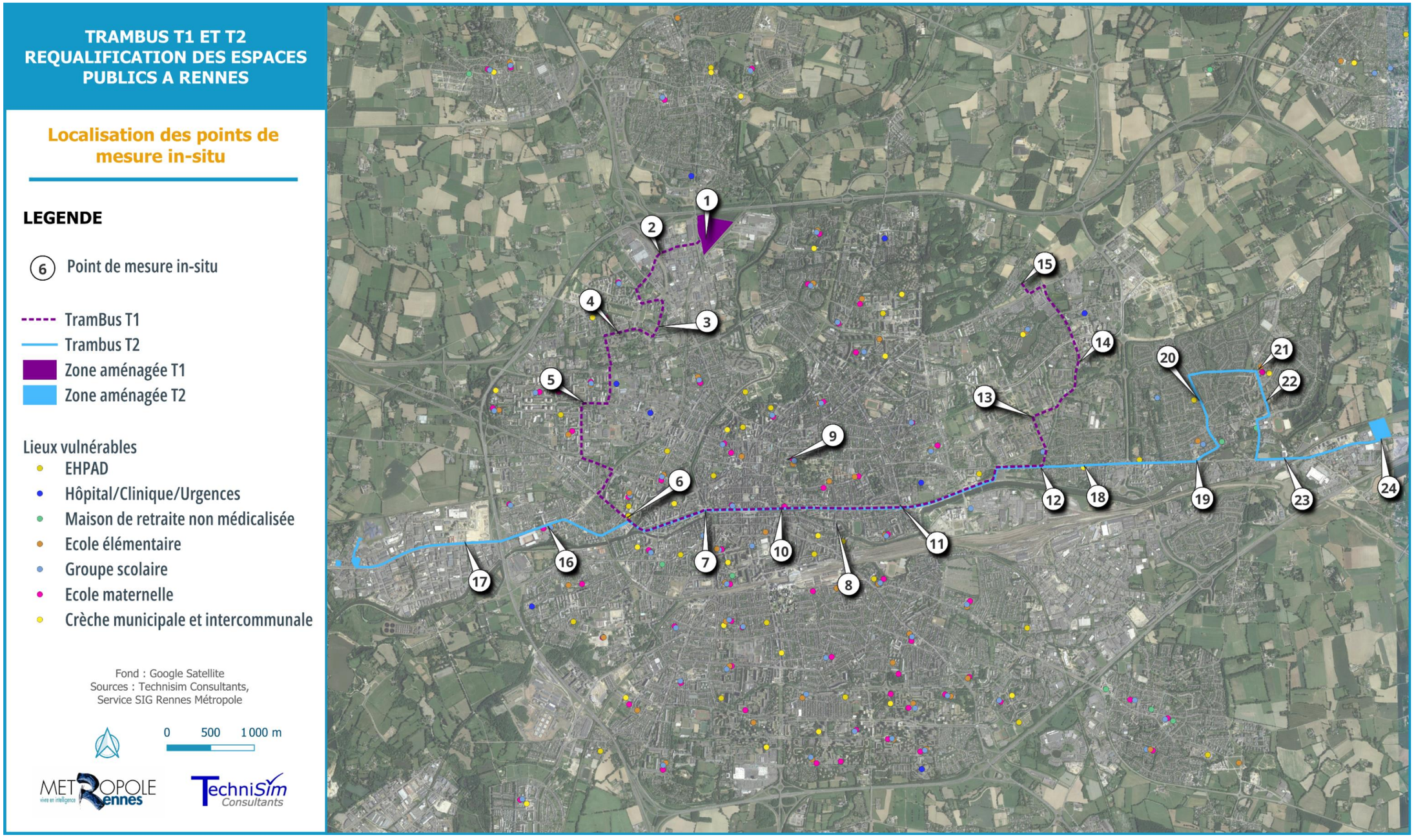


Figure 254 : Emplacements des points de mesure in situ

9.2.2.1.2 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques observées au cours de la campagne de mesure sont disponibles en détail en annexe.

Globalement, les conditions favorables à la dispersion des polluants sont caractérisées par des vents forts, (dépassant les 20 km/h), ainsi que des précipitation. Ces dernières participent au lessivage de l'air en dissolvant les polluants les plus solubles et en rabattant les particules vers le sol. Ces conditions réunies permettent une amélioration de la qualité de l'air.

En revanche, les conditions propices à l'accumulation des polluants comprennent des pressions anticycloniques (dépassant les 1015 hPa), de basses températures, des précipitations et des vents faibles. En particulier, des basses températures en journée et très basses la nuit ainsi qu'une persistance des conditions anticycloniques induisent le phénomène d'inversion de température. L'anticyclone va agir comme un "couvercle" emprisonnant l'air froid et les polluants en basses couches de l'atmosphère.

9.2.2.1.3 Campagne hivernale (du 12 février au 11 mars 2023)

Lors de la période de mesure hivernale, la température moyenne (8,4°C) a été supérieure à la moyenne pondérée des normales saisonnières [1991-2020] de février/mars : 7,4°C. L'ensoleillement (moyenne 2,26 h/j sur 29 jours) est inférieur à la moyenne pondérée de février/mars pour 29 jours (3,44 h/j). Toutefois, on observe des températures plus basses sur la seconde partie de la période avec l'apparition de températures négatives les nuits des 3, 4, 6 et 10 mars.
Les conditions atmosphériques ont été instables et ont oscillées entre anticycloniques et dépressionnaires tout au long de la période.
Pendant 78 % de la campagne, le vent était présent de manière faible, se répartissant ainsi : 1,3 % de vents 'calmes', 11,8 % de 'très légères brises', 26,6 % de 'légères brises', et 38,5 % de 'petites brises'. Les vents étaient principalement des vents du sud-ouest avec une fréquence cumulée de 25 % sur les secteurs de 200° à 250°, et sud avec une fréquence cumulée de 24 % sur les secteurs de 160° à 200°.
En revanche, près de 21,8 % de la période de mesure hivernale présentait des vents capables de disperser efficacement les polluants, notamment les 21, 22, 26 et 27 février avec des moyennes journalières supérieures à 20km/h.
En ce qui concerne les précipitations, elles ont été supérieures aux normales, totalisant 55,2 mm répartis sur 20 jours, dont 13 jours avec des précipitations supérieures ou égales à 1 mm. Comparativement, la moyenne pondérée des normales de février/mars pour 29 jours est de 50,6 mm, avec 9,6 jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm.

9.2.2.1.4 Campagne estivale (du 6 juin au 2 juillet 2024)

Lors de la période de mesure estivale, la température moyenne (16,4°C) a été inférieure à la moyenne pondérée des normales saisonnières [1991-2020] de juin/juillet : 17,4°C. L'ensoleillement (moyenne de 6 h 44 min/j sur 27 jours) est inférieur à la moyenne pondérée de juin/juillet pour 27 jours (7 h 55 min/j).

Les conditions atmosphériques ont été instables et ont oscillé entre anticycloniques et dépressionnaires tout au long de la période.

Pendant 88 % de la campagne, le vent était présent de manière faible, se répartissant ainsi : 0,8 % de vents 'calmes', 11,9 % de 'très légères brises', 47,4 % de 'légères brises', et 27,9 % de 'petites brises'. Les vents étaient principalement des vents du nord avec une fréquence cumulée de 31 % sur les secteurs de 340° à 20°, et nord-ouest avec une fréquence cumulée de 24 % sur les secteurs de 290° à 340°.

En revanche, près de 12 % de la période de mesure estivale présentait des vents capables de disperser efficacement les polluants, notamment du 9 au 15 juin.

En ce qui concerne les précipitations, elles ont été supérieures aux normales, totalisant 66,0 mm répartis sur 15 jours, dont 9 jours avec des précipitations supérieures ou égales à 1 mm. Comparativement, la moyenne pondérée des normales de juin/juillet pour 27 jours est de 50,4 mm, avec 7,4 jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm.

9.2.2.1.5 Concordance aux normales annuelles

Le tableau suivant synthétise les normales climatiques pour la station Météo France « Rennes St Jacques » (48,07°N | 1,74°O l altitude : 36 m) situé à 3,3 km environ au sud du tracé de la ligne T2, concernant la période 1991-2020 (données officielles).

Tableau 121 : Normales météorologiques à « Rennes St-Jacques »

Paramètre	Normales annuelles [1991-2020] Données officielles	Estimation des valeurs annuelles basée sur les périodes de mesure	Évaluation des écarts à la normale proratisés pour les périodes de mesure
Température moyenne annuelle	12,4°C	12,4°C	0 %
Cumul des précipitations annuelles	691,0 mm	792,1 mm	+ 14,6%
Nombre de jours de précipitations supérieures ou égales à 1 mm	114,5 jours	143,8 jours	+ 25,6%
Ensoleillement	1761h 36min	1640h 27min	- 6,9%

Globalement, le cumul des périodes de mesure est peu représentatif des conditions climatiques annuelles. En effet, l'ensoleillement est légèrement inférieur aux normales saisonnières, tandis que les précipitations, en termes de hauteur et de nombre de jours, sont supérieures à la normale. Les concentrations annuelles en particules sont donc potentiellement sous-estimées en raison d'un lessivage de l'air plus important que la normale, tandis que les concentrations en NO_2 sont légèrement surestimées en raison d'une dégradation photochimique légèrement moins importante.

> *Campagne hivernale*
>
> *Les conditions météorologiques de la campagne d'hiver ne révèle pas de tendance particulière ni à l'accumulation ni à la dispersion des polluants. Les pluies importantes et fréquentes sur la période ont permis un lessivage de l'air et la retombée au sol des particules, et 21,8 % de la période présentait des vents importants permettent une dispersion efficace. La température*

moyenne est supérieure aux normales de saison, mais les température négatives en seconde partie de la campagne ont pu majorer les émissions liées aux secteurs résidentiel et tertiaire (chauffage notamment).

Campagne estivale

Les conditions météorologiques de la campagne d'été ne révèlent pas de tendance particulière ni à l'accumulation ni à la dispersion des polluants. En effet, on observe des vents faibles sur près de 88 % de la période favorisant l'accumulation. Cependant, il convient de noter que du 17 au 21 juin, il est observé des précipitations (56,4 mm en cumul sur ces 5 jours) qui participent au lessivage de l'air en dissolvant les polluants les plus solubles et en rabattant les particules vers le sol. Ces conditions réunies permettent une amélioration de la qualité de l'air, minimisant ainsi l'accumulation de particules survenue du 19 au 21 juin.

Concordance aux normales annuelles

En moyenne, les périodes de mesure cumulées ne sont pas représentatives des conditions climatiques normales annuelles [1991-2020]. L'ensoleillement a été plus important que la normale et les hauteurs de précipitations et le nombre de jours pluvieux bien plus faibles qu'en condition normales. En revanche, l'orientation des vents est similaire à la rose des vents annuelle.

Le cumul des deux campagnes de mesures correspond donc à une période avec une légère tendance à la sous-estimation des concentrations en particules à cause des pluies plus importantes et plus fréquentes par rapport aux normales et une surestimation des concentrations en NO_2 du fait de l'ensoleillement moins important que la normale.

La planche suivante illustre le réseau d'étude retenu pour cette étude, c'est-à-dire :

- Les voies de transport en commun en projet (lignes T1 et T2 du TramBus) ;
- Les lignes de transport modifiées par le projet (Bus urbains, ChronoStar) ainsi que les lignes de transport en commun faisant partie des projets connexes (ligne T3 et T4 du TramBus, considérées dans les situations au Fil de l'eau) ;
- Les axes dont les trafics varient significativement (+/-5 % pour les trafics > 5 000 véh/j et +/- 250 véh/j pour les trafics < 5 000 véh/j) du fait du projet, comparativement à la situation Fil de l'Eau ;
- Les voiries dont les trafics varient en moindre proportion, et qui assurent la continuité du réseau d'étude.

9.2.2.2 IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

➢ Données d'entrée

Afin d'évaluer l'effet du projet sur la qualité de l'air pour les horizons considérés, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs.

Les situations étudiées pour l'analyse des effets afférents au projet et ses composantes sont les suivantes :

- Situation N°1 Horizon actuel (2023).
- Situation N°2 Horizon de mise en service (2030) - Sans Projet - Situation Fil de l'Eau.
- Situation N°3 Horizon de mise en service (2030) - Avec Projet - Situation projetée.
- Situation N°4 Horizon de mise en service + 10 ans (2040) - Sans Projet - Situation Fil de l'Eau.
- Situation N°5 Horizon de mise en service + 10 ans (2040) - Avec Projet - Situation projetée.

Les données de circulation disponibles (VL, PL, Bus Urbains, Chronostar ; TramBus) ont été fournies au format Système d'Information Géographique (SIG). Elles sont détaillées en annexe.

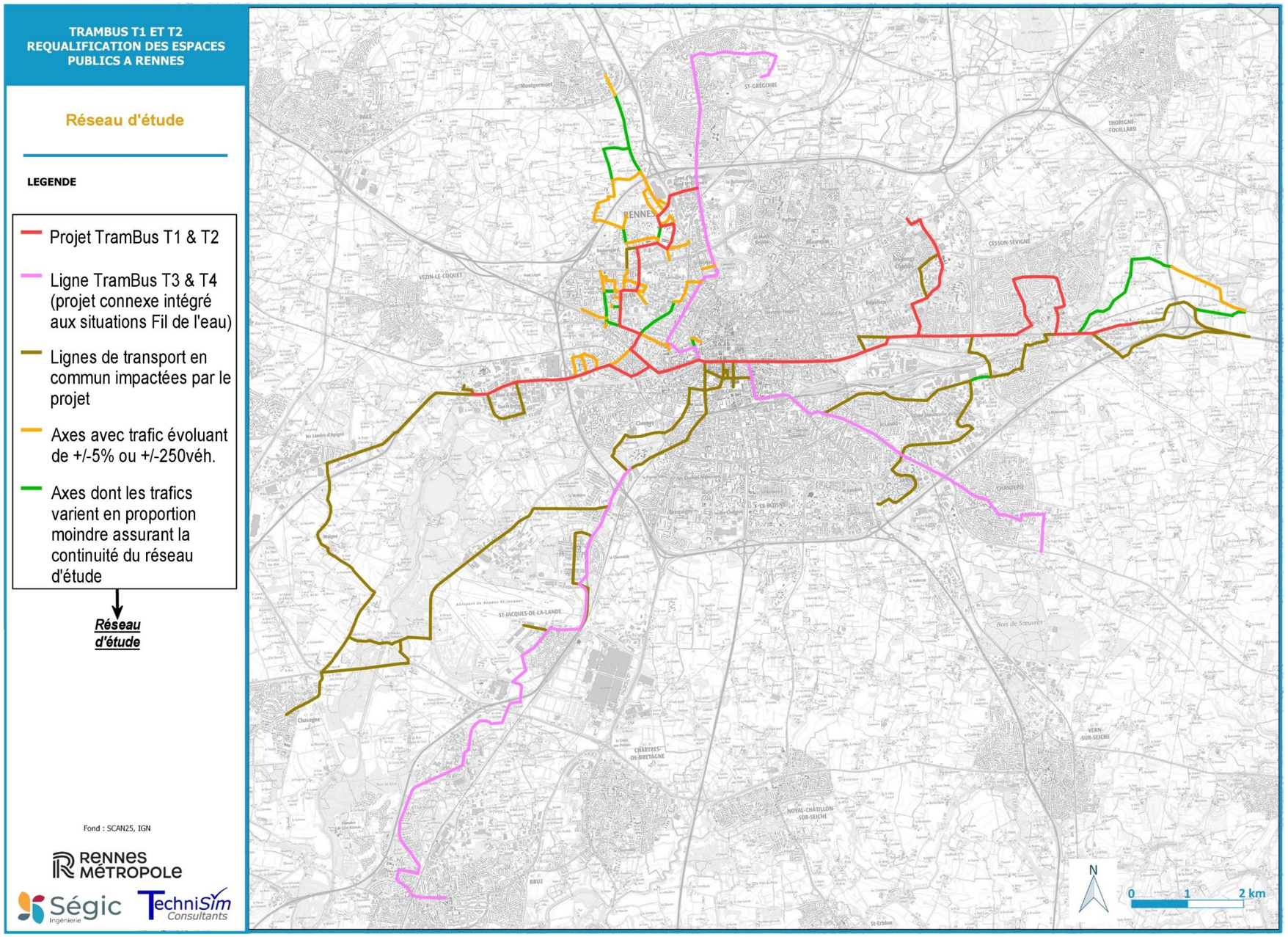


Figure 255 : Réseau d'étude

La figure suivante présente la zone d'étude correspondant au réseau d'étude.

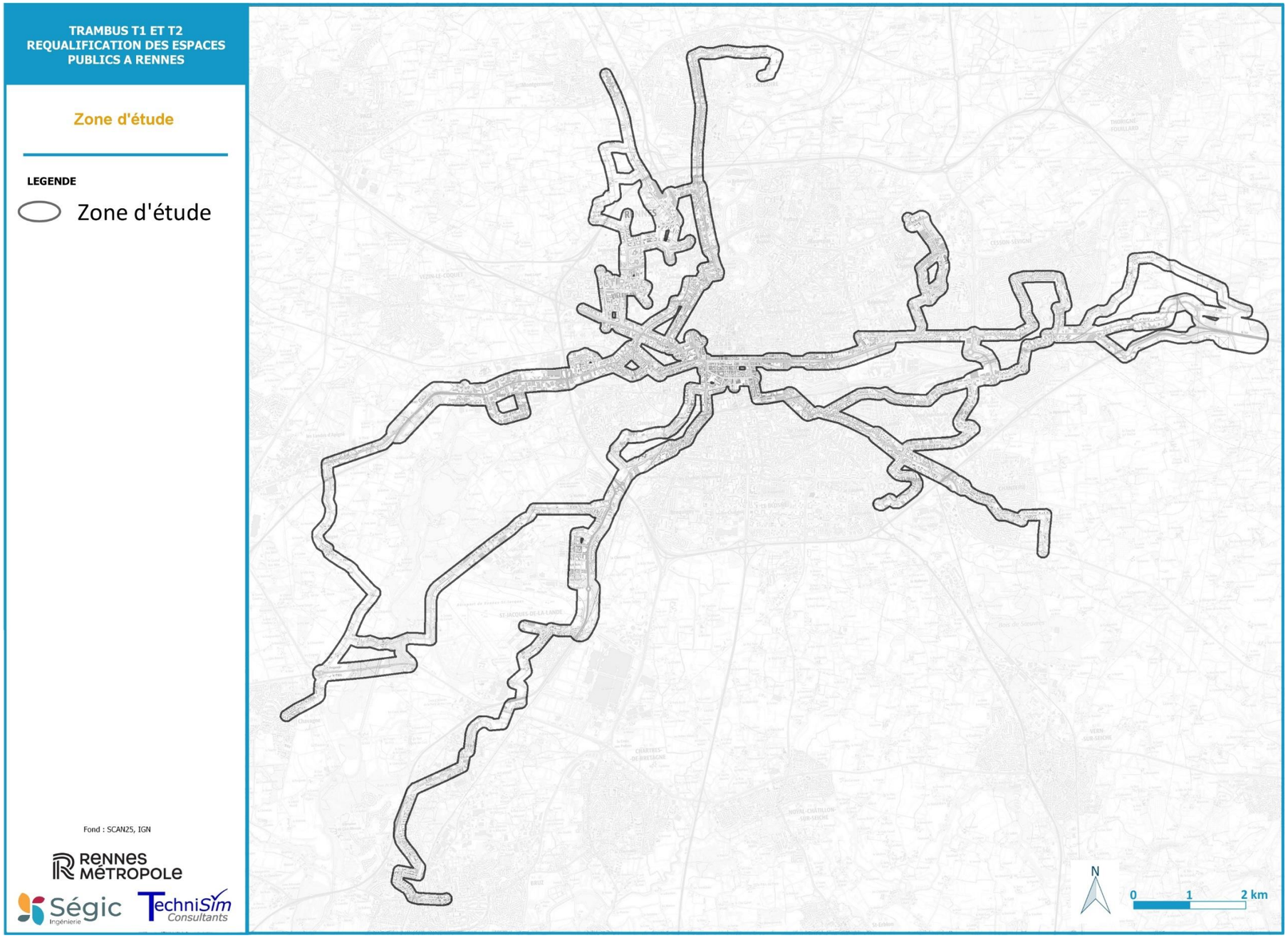


Figure 256 : Zone d'étude

Pour chaque situation étudiée, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT V pour la quantification de la consommation énergétique et des émissions de polluants/GES générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le trafic routier (incluant les bus urbains / ChronoSTar / TramBus) pour chaque tronçon du réseau d'étude exprimé en TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) ;
- La vitesse de circulation ;
- La longueur des brins routiers.

Il est considéré que les TramBus seront 100 % électrique.

➢ Méthodologie du calcul des consommations énergétiques et des émissions dans l'air de polluants et GES liées à la circulation automobile sur le réseau d'étude

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques et de GES (en kg/jour) et des consommations énergétiques (en kep/jour) est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET[15], CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro.

Cette ventilation utilise les données du parc automobile français, déterminé en 2023 (révision d'octobre) par l'UGE-IFSTTAR (Université Gustave Eiffel - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux**), pour l'intervalle 1970-2050, incluant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) Avec Mesures Existantes (AME) d'une part et Avec Mesures Supplémentaires (AMS) d'autre part (**travaux publiés en 2021[16] (scénario SNBC-AME), en 2018 (données détaillées des scénarios AME et AMS), en 2020 (scénario SNBC-AMS), complétés par les scénarios AME et AMS 2023[17])**.**

Cette ventilation des parcs automobile tient compte des immatriculations détaillées des véhicules jusqu'en 2022. Les scénarios prospectifs et les hypothèses correspondantes sont dérivés des travaux sur la SNBC.

- Le scénario AME 2023 vise à décrire, à l'horizon 2050, l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'État français jusqu'à une certaine date (31 décembre 2021 dans cette version) sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre.
- Le scénario AMS vise à respecter les objectifs énergétiques et climatiques de la France, en particulier l'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Pour le projet étudié dans ce document, il a été utilisé les parcs du scénario AME.

La figure suivante présente l'évolution (1980-2050) de la composition (en nombre de véhicules) du parc de voitures particulières (simulation IFSTTAR 2023, révision d'octobre, scénario AME) selon les motorisations et selon la réglementation pollution EURO.

[15] MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

[16] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se_du_sc%C3%A9nario_AME2021_postQAQC%5B1%5D.pdf

[17] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20230502%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%202.pdf

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Rapport-final-AME_AMS2023.pdf

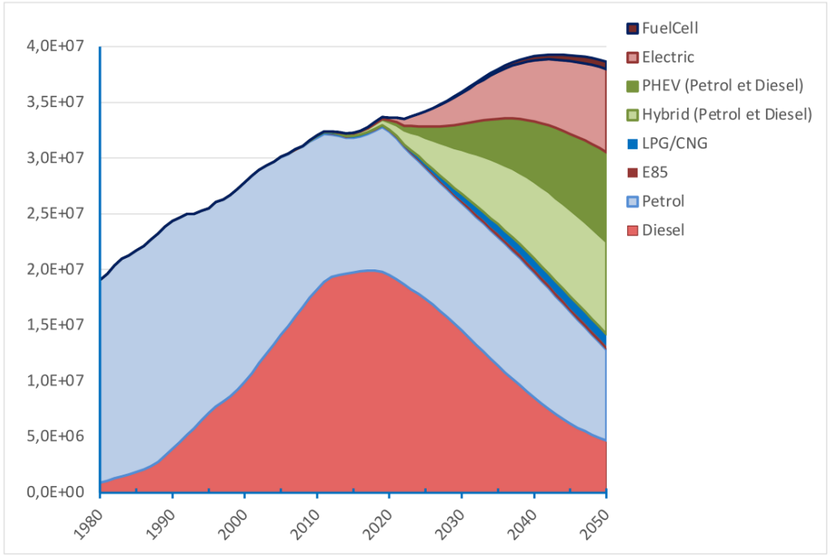


Figure 257 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières selon la motorisation (en haut) et selon les réglementations EURO , en nombre – Parcs version 2023 révision d'octobre scénario AME (Source : UGE IFSTTAR)

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.

Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

Les polluants considérés sont ceux de la ***Note technique du 22 février 2019*** (cf. tableau suivant)**.**

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude	Polluants de la Note technique du 22/02/2019 À inclure pour l'ERS

▪ Oxydes d'azote (NOx) ▪ Monoxyde d'azote (NO) ▪ Dioxyde d'azote (NO_2) ▪ Particules PM10 ▪ Particules PM2,5 ▪ Monoxyde de carbone (CO)	▪ COVNM ▪ Benzène ▪ Dioxyde de soufre (SO_2) ▪ Arsenic ▪ Nickel ▪ Benzo(a)pyrène (BaP)	▪ 16 HAP[18] dont le BaP ▪ 1,3-butadiène ▪ Chrome

➢ Méthodologie de la Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux États-Unis pour toutes les études réglementaires.

C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Cet outil suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.

Il permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.

Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.

AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques, ce sont Aermet et Aermap.

L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations est la suivante :

$$C(x,y,z) = \frac{Q_m}{2.\pi.u_{10}.\sigma_y(x).\sigma_z(x)}.\exp\left(-\frac{y^2}{2.\sigma_y^2(x)}\right).\left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)+\exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)\right]$$

Avec C Concentration de polluants au point x,y,z (M/L^3)
Q Débit de la source de polluants en (M/T)
U_{10} Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
σy Écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
σz Écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
h Hauteur effective de la source de polluants (L)

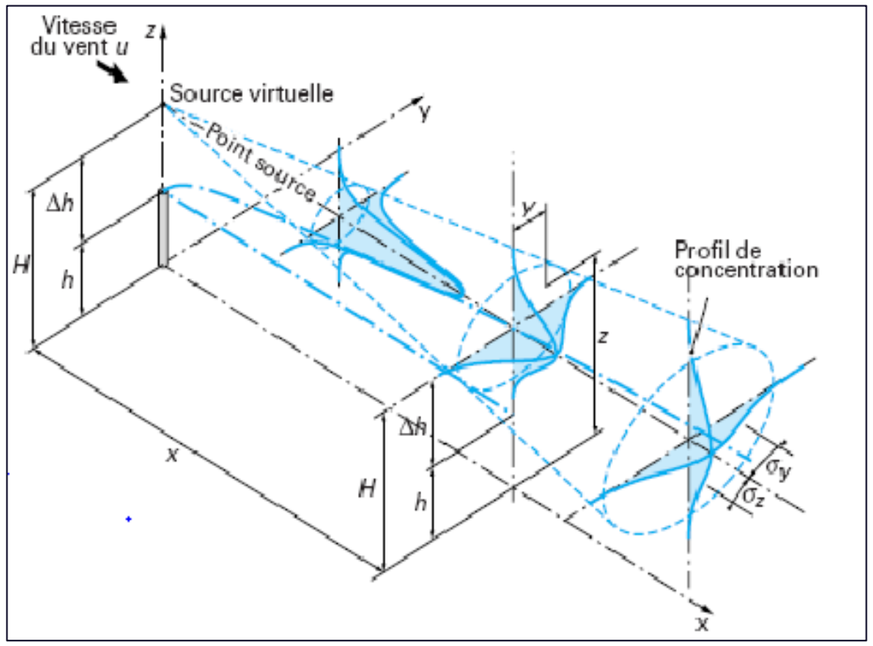


Figure 258 : Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants étant directement influencée par les conditions météorologiques, les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Rennes Saint Jacques ».

Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2021 complète, c'est-à-dire : du 1er janvier au 31 décembre 2021. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone donnée.

D'autre part, l'utilisation de données horaires permet d'assurer également une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

[18] Somme des HAP suivants : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

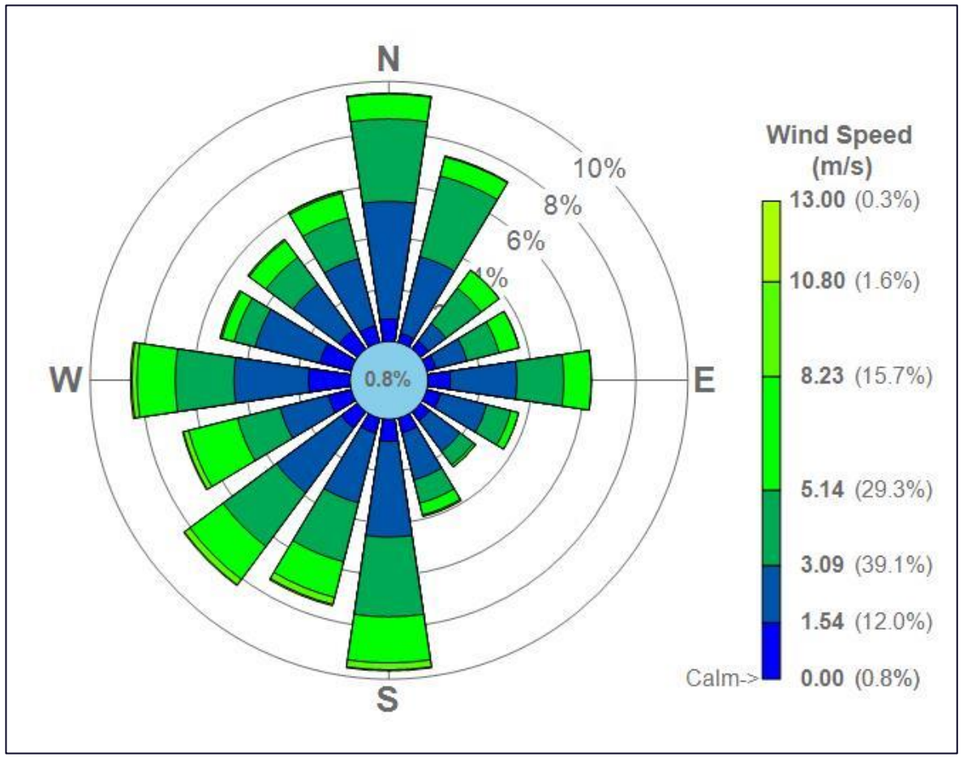


Figure 259 : Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap.

Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires.

Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude).

Le terrain considéré est un rectangle de 18 000 m sur 16 000 m.

Le terrain numérique obtenu est schématisé sur la planche suivante.

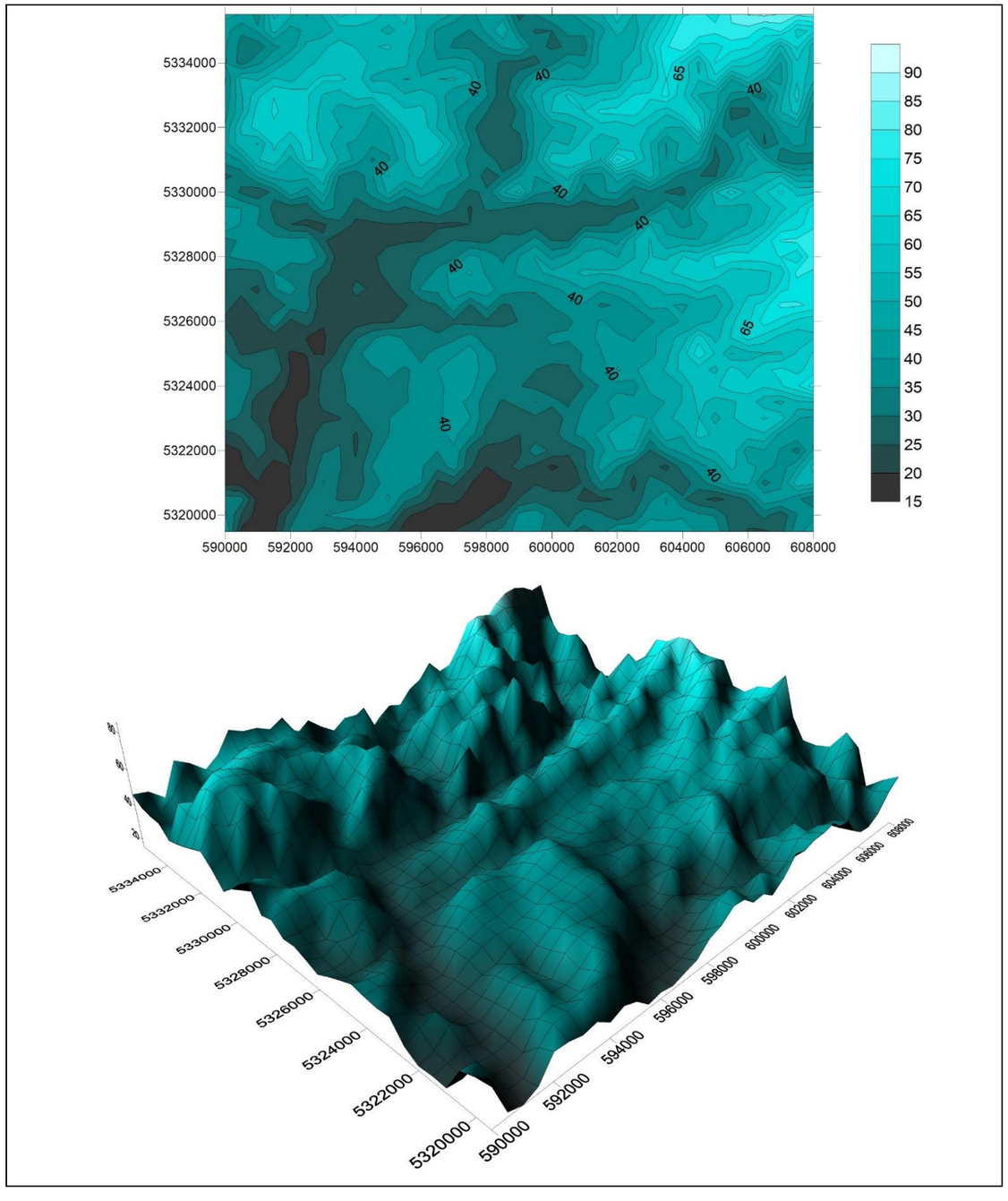


Figure 260 : Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires.

Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (figure précédente ; 1 221 points de calcul), mais aussi au niveau de récepteurs ponctuels correspondant aux lieux vulnérables de la zone d'étude (crèches / écoles / maisons de retraite / hôpitaux ; 50 points de calcul) ; aux habitants (carreaux INSEE ; 6 912 points de calcul) et aux voies de circulation et secteurs non habités de la zone d'étude (3 695 points de calcul).

Les caractéristiques des récepteurs sont fournies dans le tableau suivant. La figure suivant le tableau localise les récepteurs.

Tableau 122: Caractéristiques des récepteurs numériques ponctuels de la zone d'étude étendue

Type d'établissement	Récepteur	Adresse / Dénomination / Effectif
CRÈCHES	1	5 rue Colette - 35000 Rennes - **Multi accueil Colette (60 berceaux)**
	2	71 rue de Rennes - 35510 Cesson-Sévigné - **Micro-crèche Ecolo et Compagnie (10 berceaux)**
	3	4 rue Jean Turmeau - 35000 Rennes - **Multi accueil Papu (64 berceaux)**
	4	10 rue François Mitterrand - 35136 Saint-Jacques-de-la-Lande - **Espace Petite Enfance Flora Tristan (effectif non disponible)**
	5	10 rue Élise Deroche - 35000 Rennes - **Multi accueil Simone Veil (64 berceaux)**
ÉCOLES MATERNELLES	6	2 place Pasteur - 35000 Rennes - **École maternelle Pasteur (148 élèves)**
	7	5 rue Jean Moulin - 35000 Rennes - **École maternelle Jean Moulin (120 élèves)**
	8	103 rue de Lorient - 35000 Rennes - **École maternelle Moulin du Comte (154 élèves)**
	9	11 rue de Flandre - 35000 Rennes - **Skol Diwan Keryann (maternelle) (30 élèves)**
ÉCOLES ÉLÉMENTAIRES	10	8 rue de Bourgogne - 35000 Rennes - **École élémentaire Jean Moulin (236 élèves)**
	11	8 boulevard de la Liberté - 35000 Rennes - **École élémentaire Liberté (209 élèves)**
	12	101 rue de Lorient - 35000 Rennes - **École élémentaire Moulin du Comte (239 élèves)**
ÉCOLES PRIMAIRES (Maternelle et élémentaire)	13	14 rue des Arts - 35000 Rennes - **École Maria Montessori (180 élèves)**
	14	9 rue des Landes - 35135 Chantepie - **École primaire des Landes (343 élèves)**
	15	6 rue Marie Dorval - 35000 Rennes - **École primaire Sonia-Delaunay (383 élèves)**
	16	10 rue Élise Deroche - 35000 Rennes - **École primaire Simone Veil (280 élèves)**
	17	3 rue Saint-Yves - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Saint-Yves (214 élèves)**
	18	7 et 15 rue Thiers - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Louise Michel (246 élèves)**
	19	111 bis rue de Châteaugiron - 35000 Rennes - **Écoles Châteaugiron - Le Landry (411 élèves)**
	20	7/9 rue du Docteur Francis Joly - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Colombier (255 élèves)**
	21	16 / 18 boulevard des Métairies - 35510 Cesson-Sévigné - **Groupe scolaire Bourgchevreuil (476 élèves)**
	22	10 rue du Parc - 35135 Chantepie - **Groupe scolaire privé Saint-Joseph (316 élèves)**
	23	Allée de l'École - 35650 le Rheu - **École publique de Moigné (86 élèves)**
	24	35 Boulevard Eugène Pottier - 35136 Saint-Jacques-de-la-Lande - **Groupe scolaire public Eugène Pottier (215 élèves)**
	25	9 rue André Malraux - 35136 Saint-Jacques-de-la-Lande - **Groupe scolaire public Suzanne Lacore (620 élèves)**
	26	1 rue de Châteaugiron - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Saint-Michel (317 élèves)**
	27	11 rue de Plélo - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Notre-Dame du Vieux Cours (457 élèves)**
	28	12 / 24 boulevard de Verdun - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Ille (529 élèves)**
	29	1 rue Joseph Lotte - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Joseph Lotte (316 élèves)**
	30	4 rue Abbé Huet - 35000 Rennes - **Groupe scolaire Saint-Jean Bosco (186 élèves)**
	21	Rue Louise Weiss - 35135 Chantepie - **Groupe scolaire Bocage Citadin (en construction Livraison rentrée 2025)**
	32	263 avenue Général Leclerc 35700 Rennes - **Montesso'Rennes (effectif non disponible)**
MAISONS DE RETRAITE	33	9 rue des Lilas - 35135 Chantepie - **Maison de retraite La Rotonde (29 lits)**
	34	137 rue Saint-Hélier - 35000 Rennes - **EHPAD Les Roseraies (90 lits)**
	35	10 avenue Sir Winston Churchill - 35000 Rennes - **Maison de retraite Raymond Thomas (82 lits)**

Type d'établissement	Récepteur	Adresse / Dénomination / Effectif
	36	30 rue Saint-Louis - 35064 Rennes - **Maison de retraite Saint-Thomas de Villeneuve (87 lits)**
	37	59 rue Papu - 35000 Rennes - **Maison Saint-Cyr EHPAD (152 lits)**
	38	2 allée Clarissa Jean-Philippe - 35135 Chantepie - **Maison de retraite Patio Margot (102 lits)**
	39	122 avenue Général Leclerc - 35000 Rennes - **Ma Maison Résidence Autonomie / EHPAD (50 lits)**
	40	1 rue de la Barrière - 35510 Cesson-Sévigné - **Résidence Beausoleil (60 lits)**
	41	22 cours de la Vilaine - 35510 Cesson-Sévigné - **Résidence d'Automne (56 lits)**
	42	5 allée de la Touche Ablin - 35510 Cesson-Sévigné - **Résidence du Château (54 lits)**
	43	1 rue du Pré de Bris - 35000 Rennes - **Résidence Léon Grimault (65 lits)**
	44	102 avenue André Bonnin - 35571 Chantepie - **Résidence Les Chênes PGR (164 lits)**
	45	55 avenue du Haut Sancé - 35000 Rennes - **Résidence les Jardins d'Hermine (88 lits)**
	46	39 bis boulevard de Verdun - 35000 Rennes - **Résidence Les Maisons de La Touche (90 lits)**
	47	1 rue de la Chalotais - 35510 Cesson-Sévigné - **Résidence les Sénioriales (97 lits)**
	48	36 rue Michel Gérard - 35200 Rennes - **Résidence mutualiste La Noë (83 lits)**
CENTRES DE SOINS	**49**	6 boulevard de la Boutière - 35768 Saint-Grégoire - **Centre hospitalier privé Saint-Grégoire (500 lits)**
	50	2 rue Henri Le Guilloux - 35000 Rennes - **CHU Rennes Médecine physique et de réadaptation (effectif non disponible)**
HABITANTS	**Carreaux INSEE**	Carreaux INSEE interceptant la zone d'étude (98 656 habitants)

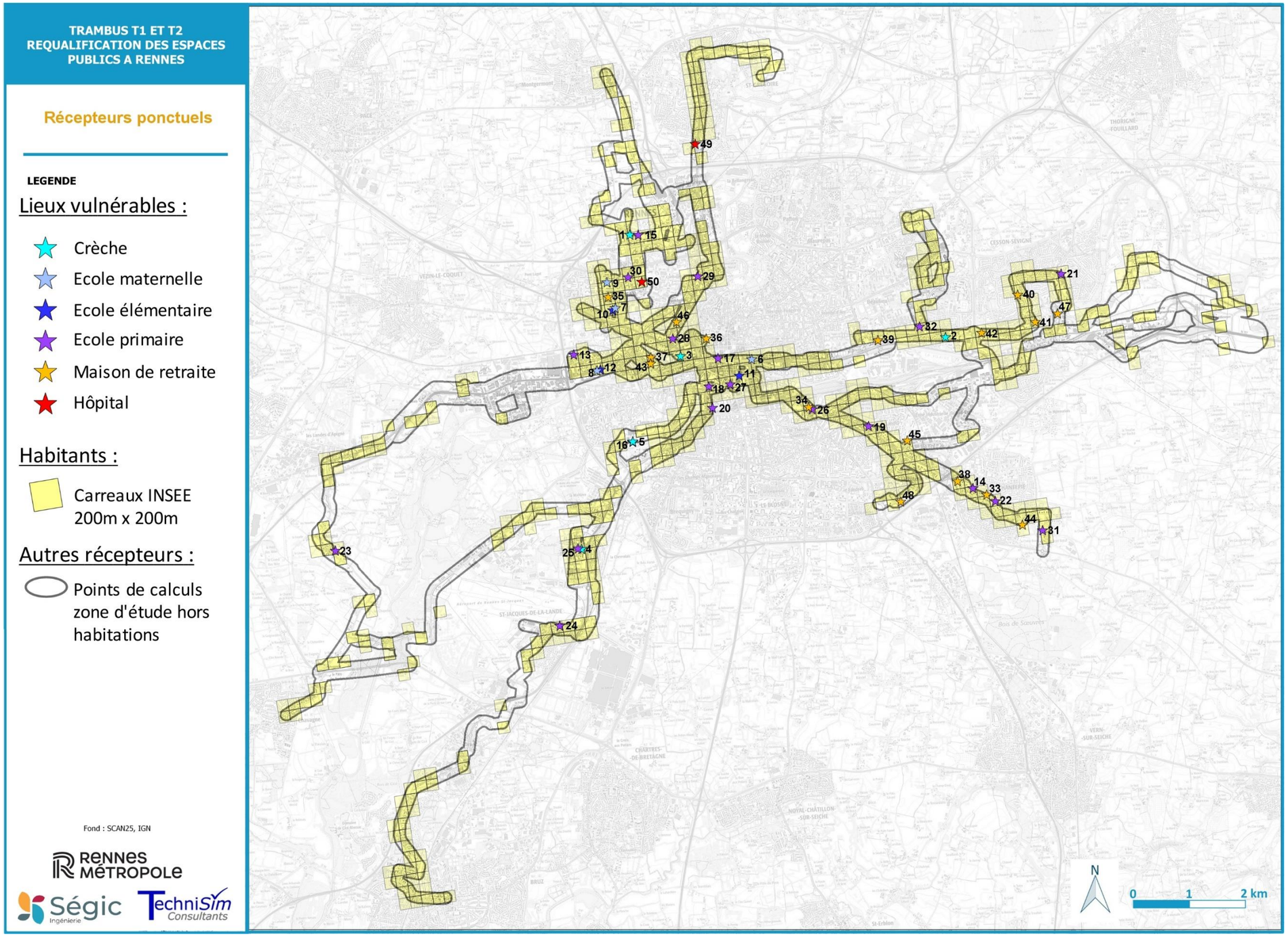


Figure 261 : Emplacement des récepteurs ponctuels sur la zone d'étude

9.2.3 ÉTUDE ACOUSTIQUE

9.2.3.1 MÉTHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Généralités

Les mesures acoustiques permettent de quantifier l'ambiance sonore existante sur le site. Les mesures sont réalisées suivant l'application de la norme NFS31-010 relative « à la caractérisation et au mesurage du bruit de l'environnement ».

Les emplacements des mesures sont établis en concertation avec le maître d'ouvrage et prennent en compte l'ensemble des situations étudiées. Les emplacements sont conformes aux exigences des normes.

Les mesures de bruit sont réalisées en façade des bâtiments existants (RDC ou 1er étage) ou en champ libre.

Elles sont réalisées avec des sonomètres de type intégrateur à LAeq court de classe 1. Les microphones seront équipés d'une boule anti-vent. Lors de la réalisation des mesures l'ensemble du matériel est calibré avec un calibreur de classe 1.

Durant les mesures, on enregistre les conditions météorologiques à la station la plus proche et des comptages automatiques des trafics routiers sont réalisés. Lors des mesures, il est enregistré le niveau sonore global et niveaux sonores fractiles (L90, L50, L10, L5)

L'ensemble des mesures est traité afin d'établir pour chaque emplacement les niveaux de bruit brut réglementaires LAeq (6h/22h), LAeq(22h/6h), le Lden et le Ln. Dans le cadre des mesures relatives au bruit routier, des tests de validité des valeurs sont réalisés dans le cadre de l'application de la norme NFS 31-085. Ces derniers concernent la continuité du signal, le test de gauss et la cohérence entre LAeq et trafic.

Chaque mesure de bruit fait l'objet d'une fiche technique de mesures intégrant les données suivantes : l'objet des mesures, le détail de la chaine de mesurage (nature, marque, type, n° de série), la durée de la mesure, l'emplacement des mesures sur une photographie, la date à laquelle les mesures ont été effectuées et le nom de l'opérateur, les niveaux sonores bruts enregistrés, les niveaux sonores après analyse et corrélation avec les différentes sources de bruit, l'évolution temporelle du signal de la mesure.

Conditions de mesures

L'ensemble des mesures a été réalisé suivant les principes de la norme NFS31-010 concernant la caractérisation et le mesurage du bruit de l'environnement ».

Les campagnes de mesures de bruit ont été réalisées par TPFI:

- La campagne de mesures de bruit n°1 a été réalisée par M. Luca GOUBERT acousticien du Groupe TPF, du 12 au 15 mars 2024.
- La campagne de mesure de bruit n°2 a été réalisé par M. Luca GOUBERT acousticien du Groupe TPF, du 17 au 19 avril 2024.

Grandeurs mesurées

Dans le cadre des mesures, sont enregistrés les niveaux LAeq exprimés en décibels pondérés A : dB(A).

Cette grandeur représente le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé pendant un intervalle de temps donné. Le pas d'intégration des mesures des niveaux acoustiques équivalents LAeq est d'une seconde. Dans le cadre de l'étude, il est établi les niveaux sonores suivants :

- LAeq (6h-22h) représentatifs de la période règlementaire diurne ;
- LAeq (22h-6h) représentatifs de la période règlementaire nocturne.

L'ensemble de ces niveaux sonores sont établis en façade des bâtiments (fenêtres fermées) ou en champ libre.

Matériel utilisé lors de la campagne de mesures

L'ensemble du matériel utilisé dans le cadre de la campagne de mesures de bruit est constitué des éléments suivants :

- Sonomètre FUSION de la société 01dB – n° de série : 11498
- Sonomètre FUSION de la société 01 dB – n° de série 11502
- Sonomètre FUSION de la société 01dB – n° de série : 11633
- Sonomètre FUSION de la société 01 dB – n° de série 12448
- Sonomètre FUSION de la société 01dB – n° de série : 12449
- Sonomètre FUSION de la société 01 dB – n° de série 12450
- Calibreur Cal 21 de la société 01dB – n° de série : 00920080.

Les logiciels d'exploitation des enregistrements sonores permettent de caractériser les différentes sources de bruit particulières repérées lors des enregistrements (codage d'évènements acoustiques particuliers et élimination des évènements parasites), et de chiffrer leur contribution effective au niveau de bruit global.

La durée d'intégration du LAeq est de 1 seconde.

Sur l'intervalle de mesurage considéré, les logiciels de traitement permettent d'obtenir le LAeq correspondant, ainsi que les indices fractiles et les minima et maxima.

Nota : Les indices statistiques (L5, L10, L50, L90, L95) sont définis dans la norme NF S 31.010 intitulée « Caractérisation et mesurage des bruit de l'environnement ». Ces indices représentent un niveau acoustique fractile, c'est-à-dire qu'un indice Lx représente le niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé pendant x % de l'intervalle de mesurage. L'indice L50 représente le niveau sonore équivalent dépassé sur la moitié de l'intervalle de mesurage. L'indice L90 est couramment assimilé au niveau de bruit de fond.

Localisation et nombre de mesures de bruit

La campagne de mesures comporte 27 mesures de 24 h appelées Points Fixes et numérotés PF. Ces mesures permettent de connaître l'évolution des niveaux sonores seconde par seconde sur l'ensemble des intervalles de mesurage, et de calculer les niveaux énergétiques moyens des différentes périodes représentatives de la journée, dont les LAeq (6h-22h) et les LAeq (22h-6h).

La campagne de mesures s'est déroulée en deux périodes :

- Une première période du 12 au 15 mars 2024.
- Une seconde période du 17 au 19 avril 2024

Parallèlement aux mesures acoustiques, une campagne de comptages trafic a été réalisée. Elle s'est déroulée du 13 au 15 mars 2024 et du 15 au 21 avril 2024.

Les cartes ci-dessous présentent la localisation des mesures acoustiques réalisées lors de la campagne du 12 au 15 mars et du 17 au 19 avril ainsi que la localisation des comptages routiers concomitants.

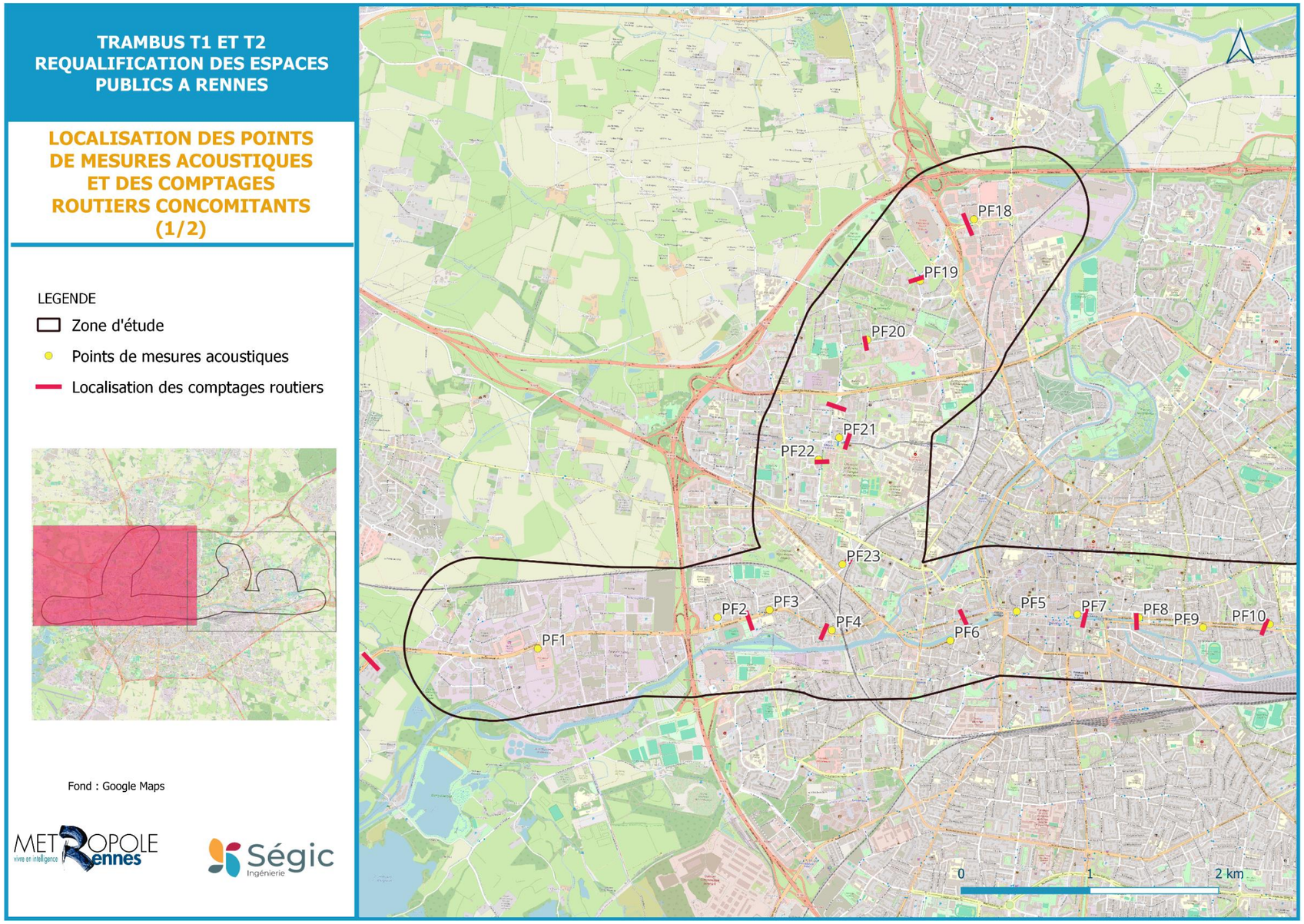


Figure 262 : Localisation des points de mesure acoustique et des comptages routiers concomitants (1/2) (Source : Ségic Ingénierie)

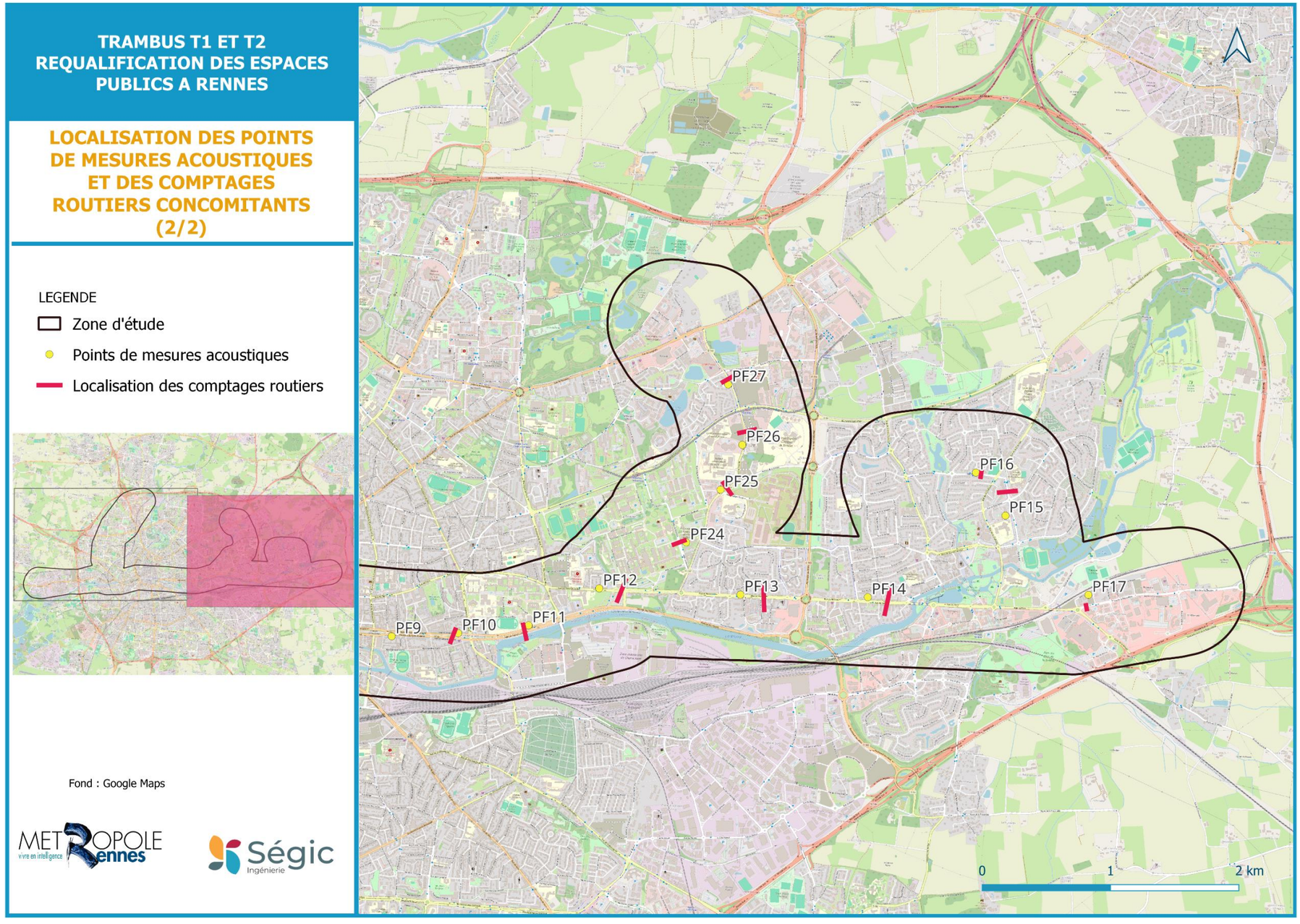


Figure 263 : Localisation des points de mesure acoustique et des comptages routiers concomitants (1/2) (Source : Ségic Ingénierie)

Conditions météorologiques

Durant la campagne de mesures les conditions météorologiques sont enregistrées à la station la plus proche. Les conditions sont détaillées pour chaque emplacement sur la fiche technique de mesure en annexe.

De manière générale, les emplacements des mesures étant relativement proches des infrastructures routières, les conditions météorologiques n'ont pas d'impact sur les résultats des mesures.

Résultats des mesures

Des fiches de synthèse (en annexe) sont réalisées pour chaque point de mesure. Elles comportent les renseignements suivants :

- Localisation du point de mesure sur un plan de situation ;
- Date et horaires de la mesure ;
- Photographies du microphone et de son angle de vue ;
- Sources sonores identifiées ;
- Résultats acoustiques : évolution temporelle, niveaux sonores et indices statistiques par période réglementaire.

Nota : Les indices statistiques (L5, L10, L50, L90, L95) sont définis dans la norme NF S 31.010 intitulée « Caractérisation et mesurage des bruit de l'environnement ». Ces indices représentent un niveau acoustique fractile, c'est-à-dire qu'un indice Lx représente le niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé pendant x % de l'intervalle de mesurage. L'indice L50 représente le niveau sonore équivalent dépassé sur la moitié de l'intervalle de mesurage. L'indice L90 est couramment assimilé au niveau de bruit de fond.

Le tableau suivant présente une synthèse des résultats des mesures :

Tableau 123 : Résultats des mesures acoustiques sur site (Source : Fiches de mesures acoustique, TPFI)

Récepteurs	Etage	Adresse	Début de la mesure	Période diurne (6h-22h) en dB(A)	Période nocturne (22h-6h) en dB(A)
PF1	RDC	167 rue de Lorient 35000 Rennes	12 mars 2024 11 :00	62,8	57,7
PF2	1er étage	146A rue de Lorient 35000 Rennes	12 mars 2024 09 :00	59,1	52,3
PF3	2ème étage	88 rue de Lorient 35000 Rennes	12 mars 2024 10 :00	65,1	57,1
PF4	RDC	36 rue de Lorient 35000 Rennes	12 mars 2024 10 :00	50,6	41,8
PF5	3ème étage	20 quai Duguay Trouin 35000 Rennes	12 mars 2024 10 :00	61,9	55,6
PF6	1er étage	41 quai de la Prévalay 35000 Rennes	13 mars 2024 12 :00	51,1	45,6
PF7	1er étage	7 quai Chateaubriand 35000 Rennes	13 mars 2024 13 :00	60,7	54,7
PF8	1er étage	7 avenue Aristide Briand 35000 Rennes	13 mars 2024 13 :00	63,5	56
PF9	1er étage	64 avenue Sergent Maginot 35000 Rennes	13 mars 2024 12 :00	61,4	54,3
PF10	1er étage	127 avenue Aristide Briand 35000 Rennes	13 mars 2024 13 :00	64,0	56,4
PF11	RDC	Rue du Moulin de Joué 35700 Rennes	13 mars 2024 12 :00	51,1	45,6
PF12	1er étage	249 avenue du Général Leclerc 35700 Rennes	14 mars 2024 13 :00	62,1	53,4
PF13	1er étage	70 rue de Rennes 35700 Rennes	14 mars 2024 14 :00	63,6	54,4
PF14	RDC	20 rue de Rennes 35510 Cesson-Sévigné	14 mars 2024 14 :00	52,3	43,0
PF15	2ème étage	3 boulevard des Métairies 35510 Cesson-Sevigné	14 mars 2024 14 :00	53,3	45,0
PF16	RDC	58 rue de la Grande Pierre 35510 Cesson-Sevigné	17 avril 2024 08 :00	53,0	41,8
PF17	5ème étage	1 rue Busnel de la Touche Raoul 35510 Cesson-Sevigné	17 avril 2024 09 :00	51,7	44,4
PF18	RDC	6 rue du Chesnay Beauregard 35760 Rennes	17 avril 2024 09 :00	60,1	51,5
PF19	3ème étage	8 avenue Germaine Dulac 35000 Rennes	17 avril 2024 12 :00	58,6	51,0
PF20	RDC	18 avenue de Cucillé 35000 Rennes	17 avril 2024 10 :00	55,7	47,8
PF21	2ème étage	18 avenue de la bataille Flandres-Dunkerque 35000 Rennes	17 avril 2024 11 :00	56,3	48,5
PF22	2ème étage	32 avenue Gaston Berger 35000 Rennes	18 avril 2024 12 :00	61,7	56,2
PF23	2ème étage	22 avenue Marbeuf 35000 Rennes	18 avril 2024 11 :00	57,5	49,5
PF24	RDC	11 allée de Beaulieu 35708 Rennes	18 avril 2024 12 :00	50,7	48,9
PF25	2ème étage	5 allée de la Croix des Hêtres 35700 Rennes	18 avril 2024 14 :00	61,1	51,5
PF26	RDC	7 rue du Clos Courtel 35000 Rennes	18 avril 2024 11 :00	53,1	44,8

Récepteurs	Etage	Adresse	Début de la mesure	Période diurne (6h-22h) en dB(A)	Période nocturne (22h-6h) en dB(A)
PF27	RDC	16 square Marcel Bouget 35000 Rennes	18 avril 2024 08 :00	57,6	49,2

9.2.3.2 MÉTHODOLOGIE DE CALAGE DU MODÈLE

Introduction

Afin d'évaluer l'impact sonore engendré par une modification du site, un modèle acoustique du site a été créé. Le modèle est d'abord recalé sur la situation actuelle afin de pouvoir évaluer le plus justement la modification de l'impact sonore.

Le logiciel utilisé pour cette étude est le logiciel CADNAA.

Ce logiciel de propagation environnementale est un logiciel d'acoustique prévisionnelle basé sur des modélisations des sources et des sites de propagation, et est destiné à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

CADNAA permet de modéliser la propagation acoustique en extérieur de tout type de sources de bruit en tenant compte des paramètres les plus influents, tels que la topographie, le bâti, les écrans, la nature du sol ou encore les conditions météorologiques.

Hypothèse et données d'entrée utilisées

Les paramètres généraux pris dans le cadre du modèle sont les suivants :

- Topographie : La topographie provient de données RGE ALTI issues de la base de données de l'IGN. Le modèle numérique de terrain (MNT) maillé décrit le relief du territoire français à grande échelle au pas de 1 m ;
- Bâtiments : Les fonds de plan présentant les bâtiments avec leurs localisations, leurs nombres d'étages et leurs activités n'ont pas été fournis. SEGIC a donc utilisé les données SIG en format shapefile (position et nombre d'étages) disponible sur l'intranet de la Métropole de Rennes. Certains bâtiments ont été rajouté manuellement lorsque la donnée n'était pas disponible.
- Routes : La géométrie (localisation) des routes a été importée à partir de données Open Street Map.

Modélisation des voies ferrées

La fréquence des trains (nombre de services par jour) a été introduite dans le modèle sur la base du modèle fourni par EXPLAIN.

Le tableau suivant présent les passages de train pris en compte :

Ligne	Nom	Nombre de services par jour
Ligne Ouest	Rennes-Brest TER	8
	Rennes-Saint-Brieuc	40
Ligne Nord	Caen-Coutance-grandville-Rennes TER	2
	Rennes-Saint-Malo TER	59
	Res-Dol-Din	1
	Rennes Saint-Malo TGV	6
Ligne Est	Laval-Vitré-Rennes TER	33
	LeMans-Rennes	4
	Nantes-Sablé-Rennes	16

Validation du modèle de calcul

Avant d'utiliser CADNAA pour quantifier de manière plus générale la situation acoustique actuelle, il faut que ce modèle informatique soit fiable et que les résultats des calculs obtenus par CADNAA sur les mêmes récepteurs que ceux choisis pour la campagne de mesures *in situ* soient cohérents avec les résultats des mesures.

Pour caler le modèle, les trafics routiers actuels sur la voie (TMJ) ont été implantés. Ceux-ci proviennent des comptages routiers réalisés concomitamment à la campagne de mesures acoustique. Le niveau sonore des récepteurs correspondant aux points de mesure a été calculé et les résultats ont été comparés aux valeurs relevées *in situ*.

Le tableau ci-dessous présente les niveaux sonores calculés, les niveaux sonores mesurés et les écarts entre les deux pour la période diurne (6h-22h) et pour la période nocturne (22h-6h) pour les 2 points fixes.

Tableau 124 : Résultat du calage du modèle acoustique (Source : SEGIC Ingénierie)

Récepteurs	Période diurne			Période nocturne			Commentaire
	Mesure *in situ*	Mesure modélisée	Ecart en valeur absolue	Mesure *in situ*	Mesure modélisée	Ecart en valeur absolue	
PF1	62,8	64,6	1,8	57,7	58,2	0,5	-
PF2	59,1	57,4	-1,7	52,3	50,5	-1,8	-
PF3	65,1	66,8	1,7	57,1	57,4	0,3	-
PF4	50,6	51,5	0,9	41,8	43,9	2,1	-
PF5	61,9	62,6	0,7	55,6	55,1	-0,5	-
PF6	51,1	61,6	10,5	45,6	56,1	10,5	Comptage trop éloigné
PF7	60,7	61,2	0,5	54,7	52,8	-1,9	-
PF8	63,5	64,7	1,2	56	56,1	0,1	-
PF9	61,4	62,1	0,7	54,3	54	-0,3	-
PF10	64	64,8	0,8	56,4	54,6	-1,8	-
PF11	51,1	59,3	8,2	45,6	51,6	6	Pas de comptage associé
PF12	62,1	62,2	0,1	53,4	53	-0,4	-
PF13	63,6	62,5	-1,1	54,4	55	0,6	-
PF14	52,3	51,4	-0,9	43	43,8	0,8	-
PF15	53,3	52,5	-0,8	45	43,7	-1,3	-
PF16	53	52,8	-0,2	41,8	44,5	2,7	-
PF17	51,7	50,4	-1,3	44,4	42,9	-1,5	-
PF18	60,1	59,1	-1	51,5	52	0,5	-
PF19	58,6	59,9	1,3	51	52,4	1,4	-
PF20	55,7	55	-0,7	47,8	50,1	2,3	-
PF21	56,3	55,4	-0,9	48,5	47,9	-0,6	-
PF22	61,7	61,7	0	56,2	55	-1,2	-
PF23	57,5	58,4	0,9	49,5	50,9	1,4	-
PF24	50,7	52	1,3	48,9	47,7	-1,2	-
PF25	61,1	60,1	-1	51,5	53,2	1,7	-
PF26	53,1	52,8	-0,3	44,8	45,3	0,5	-
PF27	57,6	58,8	1,2	49,2	50,8	1,6	-

La corrélation étant obtenue à environ 2 dB(A) près, elle permet de considérer que le modèle est suffisamment réaliste et de valider le modèle de calcul.

Seuls les points PF6 et PF11 n'ont pas pu être calés. Cependant ces points ne disposaient pas de comptages routiers ayant lieu le même jour et qui auraient permis un calage précis.

Ce modèle permet de calculer, dans un premier temps, les niveaux sonores actuels, sur l'ensemble de la zone d'étude avec paramétrage des trafics correspondant. Il permettra de réaliser des calculs prévisionnels de niveaux sonores en situation future.

Conditions météorologiques

L'effet des conditions météorologiques est mesurable dès que la distance Source / Récepteur est supérieure à une centaine de mètres et croît avec la distance. Il est d'autant plus important que le récepteur, ou l'émetteur, est proche du sol. La variation du niveau sonore à grande distance est due à un phénomène de réfraction des ondes acoustiques dans la basse atmosphère (dues à des variations de la température de l'air et de la vitesse du vent).

Les facteurs météorologiques déterminants pour ces calculs sont :

- Les facteurs thermiques (gradient de température) ;
- Les facteurs aérodynamiques (vitesse et direction du vent).

Les hypothèses météorologiques utilisées dans le cadre de cette étude correspondent au pourcentage d'occurrences favorables à la propagation du son, c'est-à-dire : compte tenu de la recherche d'une solution performante même par vent portant majoritaire, nous choisirons des conditions de simulation acoustique avec propagation de 100%.

Nature du sol

D'après la réglementation, l'effet de sol doit être pris en compte et rentre dans le modèle de prévision du bruit. Le sol est assimilé à une zone urbaine. Le coefficient retenu est caractéristique de la situation sur site (G=0,5). Les routes et les bâtiments ont été considérés comme réfléchissants. Localement, des zones d'absorption à G=0,8 ont été insérées dans le modèle (grands espaces verts).

Vitesses

Les vitesses limites réglementaires ont été insérées dans le modèle. Quand les données étaient disponibles, les vitesses dépassées par 85% des usagers ont été insérées (V85) pour se rapprocher au plus près du réel.

Trafic

Les données de trafic (nombre de Véhicules Légers et Poids Lourds par jour et par période) sur les différents axes routiers ont été insérées dans le modèle informatique.

Lorsque les données étaient disponibles, les données de trafic issues des comptages d'Alyce et de Rennes Métropole ont été insérées (uniquement pour le calage du modèle). Les autres données de trafic sont issues du modèle réalisé par EXPLAIN (majorité des brins).

9.2.3.3 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION

Etat initial

Les paramétrages du modèle pour l'état initial sont identiques à ceux intégrés pour le calage du modèle.

Seuls les brins où étaient disponible un comptage pour le calage du modèle ont été remplacés par les données du modèle de l'état initial d'EXPLAIN.

Etat fil de l'eau

Les paramétrages du modèle pour l'état fil de l'eau sont identiques à ceux intégrés pour le calage du modèle.

Seuls les trafics et le pourcentage de poids lourds (issus du modèle d'EXPLAIN) ont été modifiés.

Etat projet

Intégration du projet

Le projet consistant presque exclusivement en une modification des voiries existantes, seuls les trafics ont été modifiés dans le modèle Cadnaa.

Les trafics et le pourcentage de poids lourds pour l'état projet proviennent de l'étude de trafic de CDVIA, réalisée en février 2025. Le modèle et ses résultats sont présentés en détail au chapitre 1.9 (impacts sur les déplacements).

9.2.4 BILAN CARBONE

9.2.4.1 MÉTHODE POUR LE BILAN CARBONE

Rennes Métropole a utilisé un tableau de calcul de bilan CO_2. Les estimations sont en kg CO_2 et T CO_2 eq.

Plusieurs bases de données ont été utilisées. Par exemple pour les voiries :

		QUANTITES	Coût unitaire en kg CO²	TOTAL en kg CO²
C C	CONSTRUCTION DE STRUCTURES DE CHAUSSEES			
C C1	Réalisation d'une couche de forme de 50 cm d'épaisseur en m²		13,53	0,00
C C2A	Structure de chaussée en matériaux bitumineux de type A7 en m²		30,92	0,00
C C2B	Structure de chaussée en matériaux bitumineux de type A8 en m²		31,95	0,00
C C2C	Structure de chaussée en matériaux bitumineux de type B9 en m²		30,06	0,00
C C2D	Structure de chaussée en matériaux bitumineux de type B8 en m²		27,69	0,00
C C3A	Réalisation d'une chaussée en béton de type C11 en m²		115,49	0,00
C C3B	Réalisation d'une chaussée en béton de type C8 en m²		108,51	0,00
C C3C	Réalisation d'une chaussée en béton de type C9 en m²		110,84	0,00
C C3D	Réalisation d'une chaussée en béton de type C8 en m²		108,51	0,00

Les catégories de postes utilisées sont les suivantes :

TABLEAU 1 : NOMENCLATURE DES CATÉGORIES, POSTES ET SOURCES D'ÉMISSIONS DE GES[14]

PAGE 24

Catégorie	Poste	Exemples de sources d'émissions
1. ÉMISSIONS DIRECTES DE GES	1.1 Emissions directes des sources fixes de combustion	Consommation de combustibles - fioul, bois, gaz naturel... - dans une chaudière (du périmètre organisationnel)
	1.2 Emissions directes des sources mobiles de combustion	Consommation de carburant dans une voiture, un poids lourd ou autre engin (du périmètre organisationnel)
	1.3 Emissions directes des procédés hors énergie	Procédés industriels autres que la combustion tels que la décarbonatation (dans une installation du périmètre organisationnel)
	1.4 Emissions directes fugitives	Fuites (issues du périmètre organisationnel) de fluides frigorigènes, de méthane lors de la décomposition anaérobie des déchets, de protoxyde d'azote lors de l'épandage des engrais
	1.5 Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)	Imperméabilisation de prairies ou forêts (du périmètre organisationnel) pour des besoins d'urbanisme (routes, parkings, bâtiments, etc.), déforestation pour la conversion d'une surface (du périmètre organisationnel) en terre agricole
2. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES À L'ÉNERGIE	2.1 Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité	Génération de l'électricité par une centrale (non incluse dans le périmètre organisationnel) thermique, nucléaire ou de production d'électricité renouvelable
	2.2 Emissions indirectes liées à la consommation d'énergie autre que l'électricité	Fonctionnement de turbines ou chaudières (hors du périmètre organisationnel)
3. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AU TRANSPORT	3.1 Transport de marchandise amont	Transport de marchandises par poids lourd, train, bateau, avion, vélo à assistance électrique, etc. dont le coût est supporté par la Personne Morale
	3.2 Transport de marchandise aval	Transport de marchandises par poids lourd, train, bateau, avion, vélo à assistance électrique, etc. dont le coût n'est pas supporté par la Personne Morale
	3.3 Déplacements domicile-travail	Voiture, transport collectif, deux-roues motorisé, vélo à assistance électrique, etc. utilisé par l'employé-e pour se rendre au travail
	3.4 Déplacements des visiteurs et des clients	Avion, train, voiture en location, taxi, vélo à assistance électrique, etc. ou transport collectif urbain utilisé par le visiteur ou client pour se rendre dans une des installations du périmètre organisationnel
	3.5 Déplacements professionnels	Avion, train, voiture en location, taxi, vélo à assistance électrique, etc. ou transport collectif urbain utilisé pour le déplacement professionnel
4. EMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AUX PRODUITS ACHETÉS	4.1 Achats de biens	Extraction (ou culture) puis transformation des matériaux pour la production des produits non durables achetés par la Personne Morale : matières premières pour la production, papier, fournitures diverses...
	4.2 Immobilisations de biens	Extraction (ou culture) puis transformation des matériaux pour la production des produits non durables achetés par la Personne Morale : bâtiments et autres infrastructures, véhicules, machines, matériel informatique...
	4.3 Gestion des déchets	Collecte et traitement – incinération, compostage, enfouissement, recyclage... - des déchets et effluents issus du périmètre organisationnel
	4.4 Actifs en leasing amont	Production, utilisation, entretien, fin de vie de biens - véhicules, logements, engins - qui sont loués par la Personne Morale à des tiers qui en sont les propriétaires
	4.5 Achats de services	Activités donnant lieu à la production d'un service – banque, publicité, conseil, étude technique... - acheté par la Personne Morale
5. ÉMISSIONS INDIRECTES ASSOCIÉES AUX PRODUITS VENDUS	5.1 Utilisation des produits vendus	Production de l'énergie et des matières consommés pendant toute leur durée de vie par les produits vendus durant l'année de reporting par la Personne Morale
	5.2 Actifs en leasing aval	Production, utilisation, entretien, fin de vie de biens - véhicules, logements, engins - qui appartiennent à la Personne Morale et sont loués à des tiers qui en sont les utilisateurs
	5.3 Fin de vie des produits vendus	Collecte et traitement – incinération, compostage, enfouissement, recyclage... - lors de leur fin de vie des produits vendus durant l'année de reporting par la Personne Morale
	5.4 Investissements	Activités et projets financés par la Personne Morale
6. AUTRES ÉMISSIONS INDIRECTES	6.1 Autres émissions indirectes	Sources d'émissions indirectes découlant des activités de la Personne Morale et qui ne peuvent être comptabilisées dans l'un des autres postes

[14] L'Annexe 7 présente un tableau de correspondance entre les présentes catégories et postes et ceux établis dans le référentiel du GHG Protocol et du Bilan Carbone®

VERSION 5 - 2020 MÉTHODE POUR LA RÉALISATION DES BILANS D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE CONFORMÉMENT À L'ARTICLE L. 229-25 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

9.2.4.2 CAPTATION CARBONE

Concernant le calcul de la captation carbone, les données utilisées sont présentées dans les tableaux suivants.

L'indicateur "Bilan lutte changement climatique / biodiversité " permet d'obtenir, sur le périmètre d'opération, le nombre d'arbres après aménagement et de donner une approche du bilan de captation carbone par les arbres plantés.

L'objectif est d'éviter d'abattre des arbres. Si un abattage est inévitable, il faut le compenser au minimum par la plantation de 3 arbres (sujets de taille équivalente à l'âge adulte), dans le périmètre de l'opération ou à proximité immédiate. Des dérogations sont possibles à ces compensations pour les arbres ayant fait l'objet d'un Protocole PAPR à leur plantation.

1. Compléter le nombre d'arbres avant et après l'aménagement du projet (colonne E)

- Nombre d'arbres existant,
- Nombre d'arbres supprimés,
- Nombre d'arbres plantés en fonction qu'il soit conifère ou feuillu et selon son niveau de développement estimé à +20 ans. Est considéré comme arbre :

  - De grand développement un arbre de + de 15m de hauteur,
  - De moyen développement un arbre de hauteur comprise entre 9 et 15m,
  - De petit développement un arbre (cépée et fruitiers) de hauteur comprise entre 4 et 8m.

En-dessous de 5m de hauteur : le végétal n'est pas considéré comme arbre et ne rentre pas dans le décompte des arbres. Il n'est donc pas à renseigner dans le bilan indicateur écologique.

Dans le cas de la mise en place d'une micro-forêt (plantation de 3 sujets /m²), ne compter qu'1/3 des arbres plantés dans le tableau. Pour ce type de plantation, le bilan carbone tient compte de la concurrence entre les végétaux et ne conserve que 15% du nombre d'arbres plantés dans le bilan carbone.

Considérant que ces arbres vont atteindre leur maturité, le stockage carbone du tableau se calcule automatiquement, à partir des éléments de stockage carbone d'arbres au stade mature issus de l'outil ARBO Climat de l'ADEME et rentrés dans le fichier.stock de carbone d'un arbre au stade "mature" :

Extrait de l'outil de calcul ARBOClimat :

			Supplémentaire		
	Grandeur	Nombre d'arbres supplémentaires	Stock de carbone stade jeune en téqu.CO2	Stock de carbone stade adulte en téqu.CO2	Stock de carbone stade mature en téqu.CO2
Feuillus	> 20 m	1	0,90	1,78	5,5
	15-20 m		0,00	0,00	0,0
	11-15 m	1	1,17	2,27	4,4
	< 10 m	1	1,92	3,75	4,1
Conifères	> 20 m		0,00	0,00	0,0
	15-20 m		0,00	0,00	0,0
	11-15 m	1	0,36	0,72	1,4
	< 10 m		-	-	0,0
TOTAL		4	4	9	15

Stock de carbone stade mature en téqu.CO2 (stockage entre sa plantation et sa maturité) :

	INFO POUR LE CALCUL : Stock de carbone stade mature en téqu.CO2
Arbre feuillus de grand développement	5,5
Arbre feuillus de moyen développement	4,5
Arbre feuillus de petit développement	4
Arbre conifère de grand développement	1,5

❖ T1

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	quantité d'arbres	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en téqu.CO2
nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	386	-
nombre d'arbres sur espace public supprimés dans le cadre de l'aménagement (u)	71	-
TOTAL Nombre d'arbres plantés sur espace public (u)	187	-
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	53	319
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	38	171
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)	83	364
Nombre de conifères de grand développement plantés sur espace public (u)	0	0
BILAN Total du nombre d'arbres après aménagement	501	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	854
indicateur canopée	**quantité**	**Pourcentage d'occupation de la canopée sur le périmètre opération**
Canopée présente sur le périmètre opération avant projet (m²)	16072	18%
Canopée supprimée dans le cadre de l'aménagement (m²)	2181	2%
TOTAL Canopée ajoutée sur le périmètre opération après projet (m²)	7788	
Canopée des arbres feuillus de grand développement après projet (couronnne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	4524	-
Canopée des arbres feuillus de moyen développement après projet (couronnne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	1444	-
Canopée des arbres feuillus de petit développement après projet (couronnne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	1820	-
Canopée des conifères de grand développement après projet (couronne des arbres plantés estimée à + 20 ans) (m²)	0	-
Canopée projet dans le cadre de l'aménagement (m²)	7788	9%
BILAN Total canopée après aménagement (m²)	**21641**	**24%**

❖ T2 Est

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	661	-
Nombre d'arbres sur espace public **supprimés** dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)	36	-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	**76**	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	74	407
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	2	9
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)		0
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)		0
BILAN Total des arbres après aménagement	**701**	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	416

❖ T2 Ouest Extra Rocade

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	46	-
Nombre d'arbres sur espace public **supprimés** dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)	12	-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	**152**	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	20	110
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	43	193,5
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)	74	296
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)	15	22,5
BILAN Total des arbres après aménagement	**186**	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	622

❖ T2 Ouest Intra Rocade

Bilan lutte changement climatique / biodiversité

indicateur nombres d'arbres	Quantité	Stockage carbone des arbres plantés au stade mature en (teq CO2) *
Nombre d'arbres total présents sur l'espace public existant (diam > 15cm) (u)	58	-
Nombre d'arbres sur espace public **supprimés** dans le cadre de l'aménagement (diam > 15cm) (u)	6	-
Total Nombre d'Arbres plantés sur espace public (u)	64	
Nombre d'Arbres feuillus de grand développement plantés sur espace public (u)	14	77
Nombre d'Arbres feuillus de moyen développement plantés sur espace public (u)	19	85,5
Nombre d'Arbres feuillus de petit développement plantés sur espace public (u)	31	124
Nombre de conifères plantés sur espace public (u)	0	0
BILAN Total des arbres après aménagement	116	-
BILAN CAPTATION DE CARBONE des arbres plantés au stade mature	-	286,5

CHAPITRE 10. AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT

10.1 PILOTAGE DES ÉTUDES

La présente étude d'impact a été élaborée sous la direction du Maître d'ouvrage :

RENNES METROPOLE

DIRECTION DE L'ESPACE PUBLIC ET DES INFRASTRUCTURES

- Fabrice COQUET, Coordonnateur secteur Nord-Est (pilotage de la production de l'étude d'impact) ;

10.2 RÉDACTION ET ASSEMBLAGE DES ÉTUDES

La présente étude d'impact a été réalisée par le groupe Environnement de la société SEGIC Ingénierie :

SEGIC INGENIERIE

Agence Méditerranée

528, boulevard du Mercantour

06 200 Nice

- Thibaut ARMANDO, Directeur de projet (pilotage de la production de l'étude d'impact) ;
- Benjamin BONDIL, Chef de projet (pilotage de la production de l'étude d'impact) ;
- Delphine PENAUD, Chargée d'études Environnement (rédaction de l'étude d'impact).

SEGIC Ingénierie a également réalisée l'étude acoustique du projet :

- Lou Ann GIRIN, Chargée d'études Environnement (rédaction de l'étude acoustique) ;
- Emmanuelle ELLERO, Chargée d'études Environnement (rédaction de l'étude acoustique).

Le volet milieu naturel a été réalisé par le bureau d'étude spécialisé RAINETTE :

RAINETTE

5 bis rue de la Cavée

14 210 Esquay-Notre-Dame

- Cassandre DUPONT, Cheffe de projet (pilotage de la production de l'étude écologique).

L'étude air et santé a été réalisée par le bureau d'études Technisim Consultants :

TECHNISIM Consultants

2, rue Saint-Théodore

69 003 Lyon

- Ramesh GOPAUL, Directeur (réalisation de l'étude de qualité de l'air)

Le volet socio-économique a été réalisé par le cabinet de conseil Explain :

EXPLAIN

36, boulevard des Canuts

69 004 Lyon

- Aline BAGLAND, Chef de projet (rédaction du dossier d'évaluation socio-économique)