

PROJET D'EXTENSION DU TRAMWAY



+ d'infos

projet-tramway.caenlamer.fr

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

TOME C : EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Pièce C1 : Résumé non technique

**PROJET
TRAMWAY**

Financé
par


MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS
*Liberté
Égalité
Fraternité*



Caenlamer
NORMANDIE
COMMUNAUTÉ URBAINE

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	5
1.1. Objet de l'opération	5
1.2. Le projet et la concertation publique	6
1.3. Contexte réglementaire de l'étude d'impact	8
1.4. Objet de l'étude d'impact	8
2. DESCRIPTION DU PROJET SOUMIS A ENQUETE PUBLIQUE.....	9
2.1. Le schéma d'exploitation future du réseau de tramway de Caen la mer	9
2.2. Le renforcement de la trame verte et la valorisation patrimoniale de Caen...11	
2.3. L'intermodalité et l'apaisement du centre-ville	12
2.4. Description des aménagements « Tramway » par séquence d'aménagement	12
2.5. Description des éléments structurels du tramway	22
2.6. Le système d'exploitation du projet.....	22
2.7. L'offre 2028 de transport et principes de rabattement depuis les autres modes de déplacements	23
3. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	25
3.1. Population et santé humaine	25
3.2. Biodiversité	26
3.3. Terres, sols, eau et climat	27
3.4. Biens matériels et activités.....	28
3.5. Paysage et patrimoine	29
3.6. Risques	29

4. PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE ET JUSTIFICATION DU PROJET.....	30
4.1. La situation au fil de l'eau (sans mise en œuvre du projet).....	30
4.2. Le choix du mode	31
4.3. Le choix de l'itinéraire de desserte.....	32
4.4. Le choix des stations.....	37
4.5. La prise en compte des enjeux environnementaux, paysagers et de l'intermodalité.....	38
5. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES.....	40
5.1. Démarche Éviter, Réduire, Compenser	40
5.2. Synthèse des effets du projet sur l'environnement et des mesures	40
5.3. Incidences du projet sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique	48
5.4. Incidences résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou des catastrophes majeures, et mesures	49
5.5. Modalités de suivi de la mise en œuvre des mesures environnementales et de suivi de leurs effets	50
5.6. Coût des mesures environnementales.....	51
6. EVALUATION DES INDICENCES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000.....	51
7. SPECIFICITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT.....	52
7.1. Conséquences prévisibles du projet d'extension du tramway de Caen la mer sur le développement de l'urbanisation	52
7.2. Analyse des coûts collectifs et avantages induits pour la collectivité.....	52
7.3. Évaluation des consommations énergétiques liées à la réalisation du projet	52
8. PRESENTATION DES METHODES UTILISEES ET ETUDES SPÉCIFIQUES RÉALISÉES	54
9. NOMS, QUALITES ET QUALIFICATIONS DES EXPERTS.....	54

1. PREAMBULE

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

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



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

1.1. OBJET DE L'OPERATION

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

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

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

Les principaux objectifs de ce projet sont :

- de densifier l'offre de transport en commun pour accompagner le développement urbain (habitat et activités) de l'Ouest de l'agglomération caennaise ;
- de réduire la place de la voiture dans les déplacements au sein de l'agglomération ;
- de proposer des transports en commun et des itinéraires dédiés aux modes actifs, plus attractifs, de manière à réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'accompagner la transition écologique ;
- d'améliorer la qualité des transports publics et de fiabiliser l'exploitation du réseau global de tramway en service en 2029 ;
- d'améliorer le cadre de vie, en particulier dans le centre-ville de Caen.

1.2. LE PROJET ET LA CONCERTATION PUBLIQUE

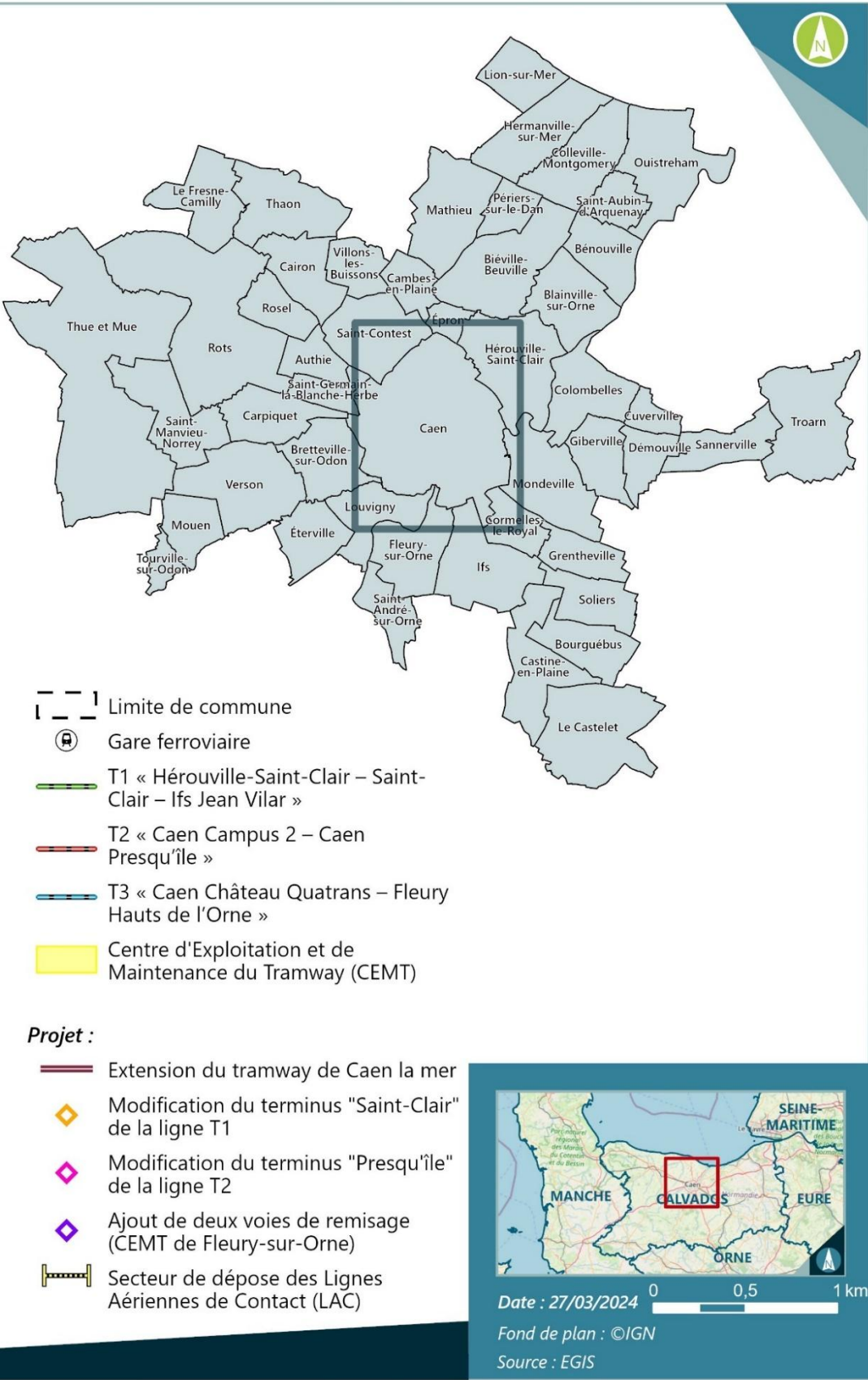
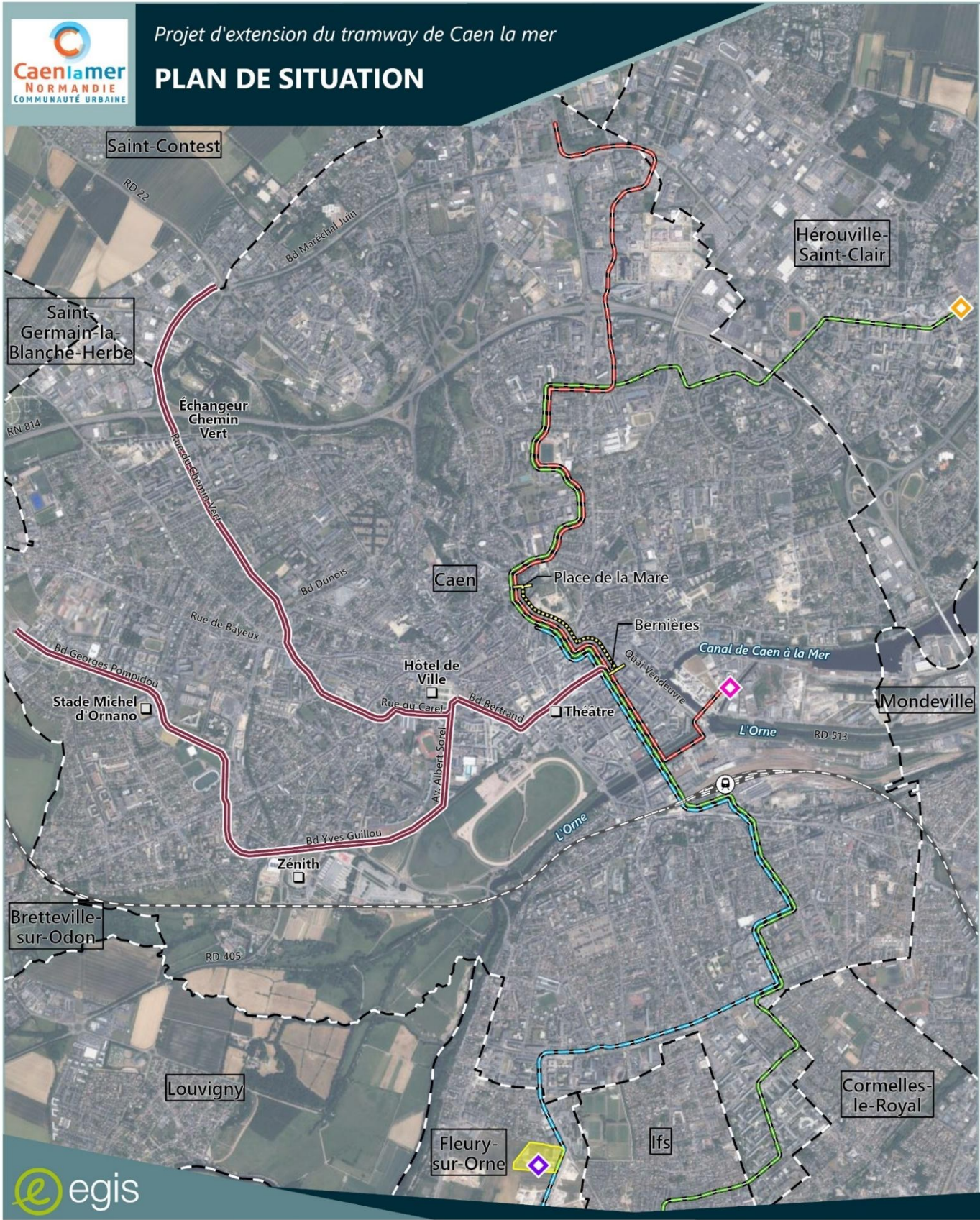
Caen la mer s'est engagée de manière volontaire à mener une concertation préalable à l'enquête publique relative au projet, afin d'échanger de manière régulière avec les acteurs du territoire concerné par le projet d'extension du tramway.

Différents moments de concertation ont été proposés aux habitants, aux associations (cyclistes, personnes à mobilité réduite), aux institutionnels proches du tracé (en particulier l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) de Caen, la Cité de l'Air et la Direction du lycée Malherbe en lien avec la Région Normandie) :

- La concertation publique réglementaire, au titre du Code de l'environnement, qui s'est tenue du 30 septembre au 30 novembre 2022 ;
- La concertation continue, au titre de l'article L.121-14 du Code de l'environnement, qui a fait suite à la concertation de fin 2022 et qui s'est poursuivie jusqu'à l'enquête publique, de manière à garantir le continuum de l'information et de la participation du public.

Ces temps de concertation ont été riches en échanges et ont permis de faire évoluer positivement le projet.

Les habitants ont également été invités à faire part de leurs remarques et propositions sur la base des plans communiqués en réunions publiques et mis à disposition du public sur le site internet.



1.3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE DE L'ETUDE D'IMPACT

1.3.1. Raisons pour lesquelles le projet est soumis à l'étude d'impact

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

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

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

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

1.3.2. Raisons pour lesquelles le projet est soumis à enquête publique au titre du Code de l'environnement

L'article L.123-2 du Code de l'environnement mentionne que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements exécutés par des personnes publiques ou privées devant comporter une évaluation environnementale doivent faire l'objet, préalablement à leur autorisation, leur approbation ou leur adoption, d'une enquête publique régie par le code de l'environnement.

L'enquête publique a pour objet d'une part, d'informer la population sur la nature du projet, et d'autre part, de permettre au plus grand nombre possible de personnes de faire connaître leurs remarques et d'apporter ainsi des éléments d'information utiles à l'appréciation exacte de l'intérêt général de ce projet.

Il est à noter que l'enquête publique est également préalable à la déclaration d'utilité publique du projet et à l'arrêté de cessibilité et est réalisée, à ce titre, dans les conditions prévues par le Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

1.4. OBJET DE L'ETUDE D'IMPACT

L'étude d'impact est un rapport d'évaluation des incidences du projet sur l'environnement qui constitue à la fois :

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

2. DESCRIPTION DU PROJET SOUMIS A ENQUETE PUBLIQUE

2.1. LE SCHEMA D'EXPLOITATION FUTURE DU RESEAU DE TRAMWAY DE CAEN LA MER

2.1.1. L'extension de l'infrastructure tramway

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

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

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

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



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

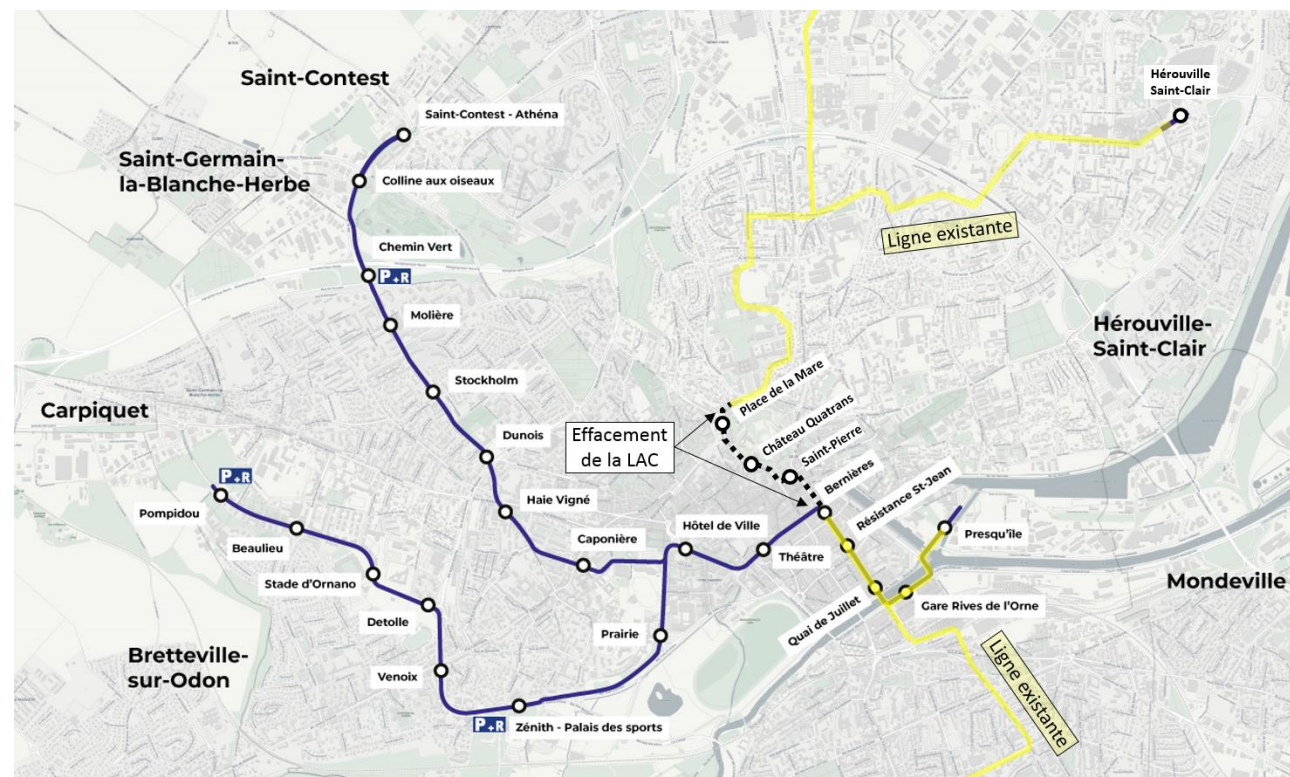
Cependant, d'autres secteurs nécessitent une amélioration ou un renforcement de l'offre de transport. De même, des secteurs ont été récemment urbanisés ou sont en cours d'urbanisation, par conséquent une offre de transport en commun doit y être proposée.

L'extension des lignes de tramway vers l'Ouest est prioritaire afin de proposer une desserte adaptée des quartiers d'habitat denses et d'activités, en développement à l'Ouest de l'agglomération de Caen la mer, que sont d'une part, le secteur Saint-Contest (Parc Athéna) / Chemin Vert, et d'autre part, le quartier de Beaulieu.

Composée de deux branches, l'extension du tramway de Caen la mer vers l'Ouest répond à de nombreux enjeux et apparaît prioritaire de manière à desservir des secteurs stratégiques en termes d'habitat, d'activités, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs.

La **branche Nord-Ouest desservira, depuis le centre-ville de Caen, le quartier du Chemin Vert** et participera ainsi au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert. Au-delà, cette branche Nord-Ouest **se prolongera jusqu'à Saint-Contest, au niveau du Parc Athéna**, situé au-delà du périphérique (RN814).

La **branche Ouest, desservira, depuis le centre-ville de Caen, le secteur Beaulieu.**



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

Le tracé est constitué d'un **tronc commun** desservant le centre-ville de Caen, ainsi que ses principaux équipements, jusqu'au début de l'avenue Albert Sorel (après la place Guillouard).

À partir de l'avenue Albert Sorel, la **branche Nord-Ouest dessert le quartier du Chemin Vert, puis Saint-Contest**. Les principaux axes empruntés sont la rue du Carel (au Sud de l'Hôtel de Ville), l'allée du Père Jamet, la rue du Capitaine Boualam, la rue Damozanne, la rue d'Authie, la rue du Chemin Vert et le boulevard du Maréchal Juin.

La **branche Ouest permettant la desserte du quartier de Beaulieu**, emprunte l'avenue Albert Sorel, le boulevard Yves Guillou, le boulevard André Detolle et le boulevard Georges Pompidou. Cette branche Ouest permet la desserte des grands équipements situés le long du boulevard Yves Guillou (palais des sports, Zénith, parc des expositions, ...) et de l'avenue Albert Sorel (stade nautique, lycée Malherbe).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.4. L'extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne

Le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne dispose actuellement de 8 voies de remisage offrant 32 places.

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

2.2. LE RENFORCEMENT DE LA TRAME VERTE ET LA VALORISATION PATRIMONIALE DE CAEN

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

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

2.2.1. Le renforcement de la trame verte

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

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

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

Par ailleurs, au niveau de la plateforme du tramway, le principe de végétalisation sera reconduit, selon le même principe que pour les voies de tramway actuelles. Ainsi, environ 80% du linéaire de la plateforme seront végétalisés. L'enjeu de végétalisation sans arrosage est établi. Des techniques seront mises en œuvre en ce sens, de manière à limiter l'usage de l'eau en période estivale.

2.2.2. La valorisation patrimoniale de Caen

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

Par ailleurs, compte-tenu des enjeux patrimoniaux et de préservation de sites remarquables, les sections d'extensions d'infrastructures de tramway situées autour de l'Hôtel de Ville de Caen seront desservies par le tramway sans Ligne Aérienne de Contact (LAC). Cette disposition sera mise en œuvre sur quatre inter-stations, entre les stations « Bernières », « Théâtre », « Hôtel de Ville », « Prairie » et « Caponière ».

Enfin, afin de dégager les perspectives sur l'église Saint-Pierre et le Château de Caen, la ligne aérienne de contact sera déposée, sur une longueur d'environ 900 mètres, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare ».

2.3. L'INTERMODALITE ET L'APAISEMENT DU CENTRE-VILLE

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

- l'aménagement d'un parking-relais au titre de l'opération (P+R « Chemin Vert »), complété de deux autres parkings relais réalisés dans le cadre d'opérations connexes (parking-relais « Pompidou » et parking-relais « Zénith - Palais des Sports »), qui permettront de proposer des espaces de stationnement (voitures, cycles) en périphérie de la ville de Caen, pour mieux accéder au centre-ville et aux principaux équipements en utilisant la nouvelle infrastructure tramway ;
- l'aménagement de points de correspondance privilégiés entre les lignes de bus et de tramway, notamment aux stations « Chemin Vert », « Venoix », « Prairie » et « Hôtel de Ville ».

2.3.1. Le réseau modes actifs

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

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

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

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

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

2.3.2. Le plan de circulation automobile

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

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

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

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

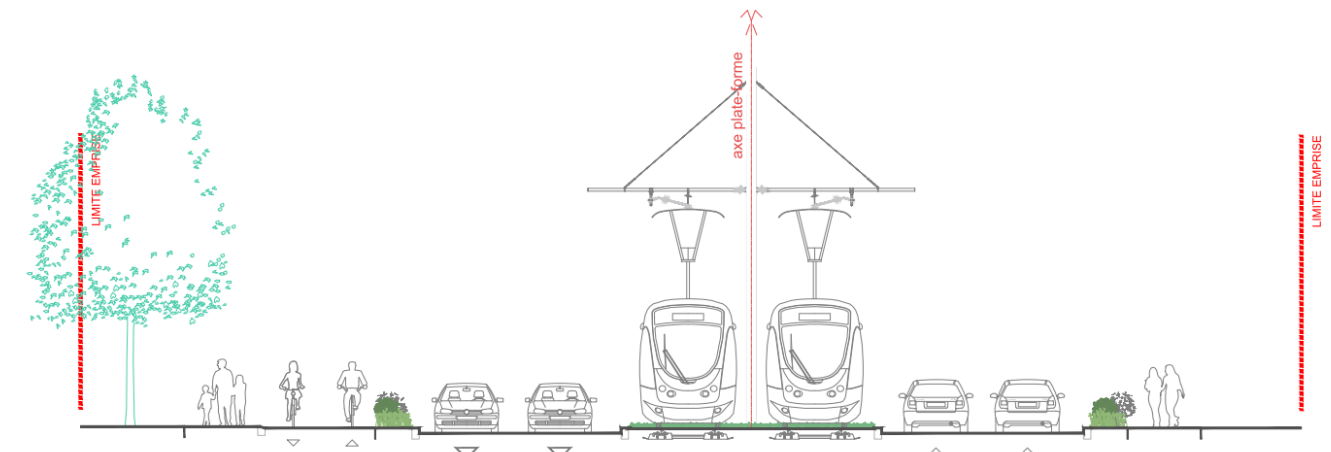
2.4. DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS « TRAMWAY » PAR SEQUENCE D'AMENAGEMENT

2.4.1. Découpage en séquences

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



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



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

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

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

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

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

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

2.4.2. Principe d'insertion urbaine et paysagère par séquence

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

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

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



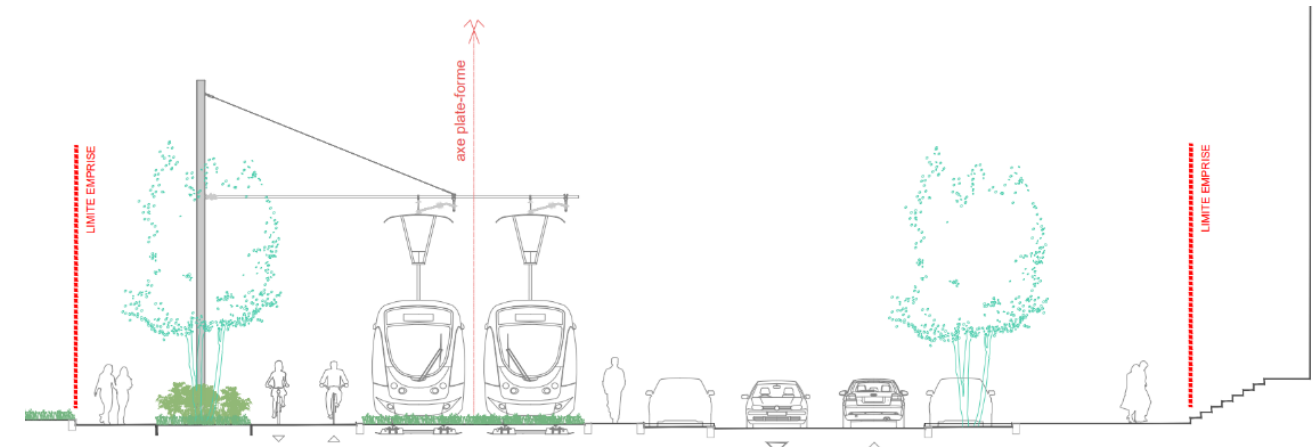
Perspective de l'aménagement à terme au niveau du boulevard du Maréchal Juin – vue indicative
(source : Trameo)

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

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

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

La rue du Chemin Vert est marquée par un dénivelé important, rejoignant un plateau au niveau du croisement avec l'avenue du Président Coty. Le tramway est en insertion latérale côté Est sur toute la séquence, insertion justifiée par la volonté forte d'avoir une connexion directe de la station avec le parvis du centre commercial Molière. Contraint par la préservation du double alignement d'arbres de part et d'autre, la piste cyclable est réduite à 3 m, et les traversées vers l'Ouest sont aménagées de manière très contrainte. La station « Molière » est située dans l'axe de l'avenue du Président Coty, et a pour vocation d'être une place emblématique dans la requalification du quartier dans le cadre du projet de tramway.

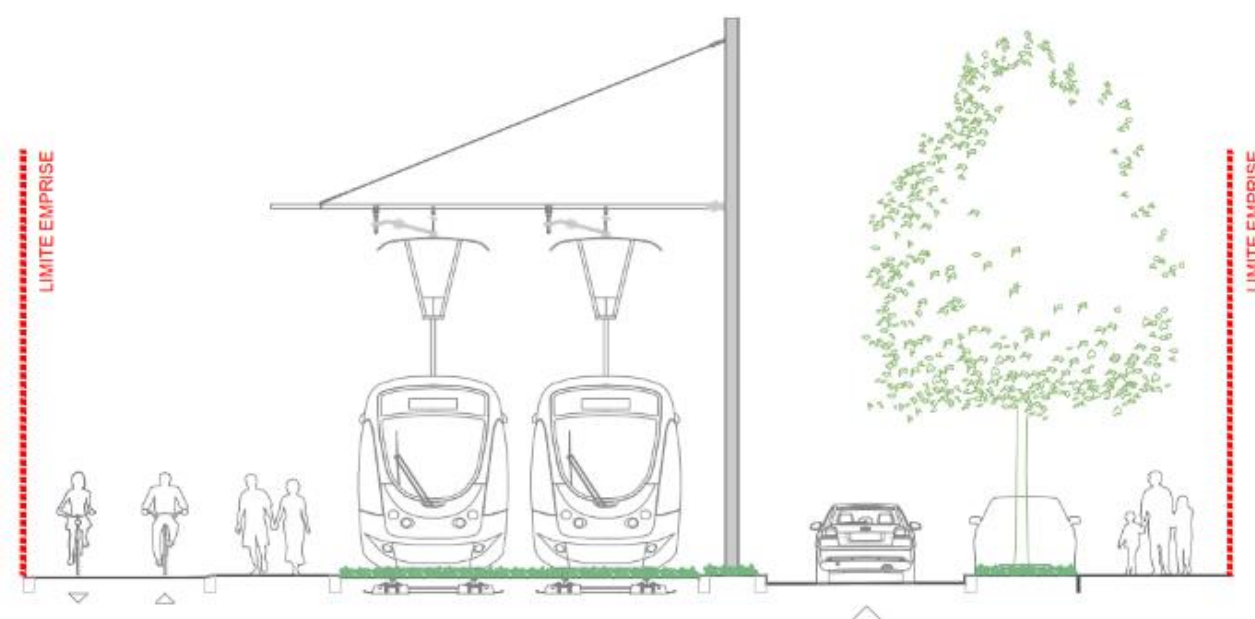


Coupe sur le haut de la rue du Chemin Vert (insertion latérale côté Est du tramway)



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

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



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

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

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

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

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

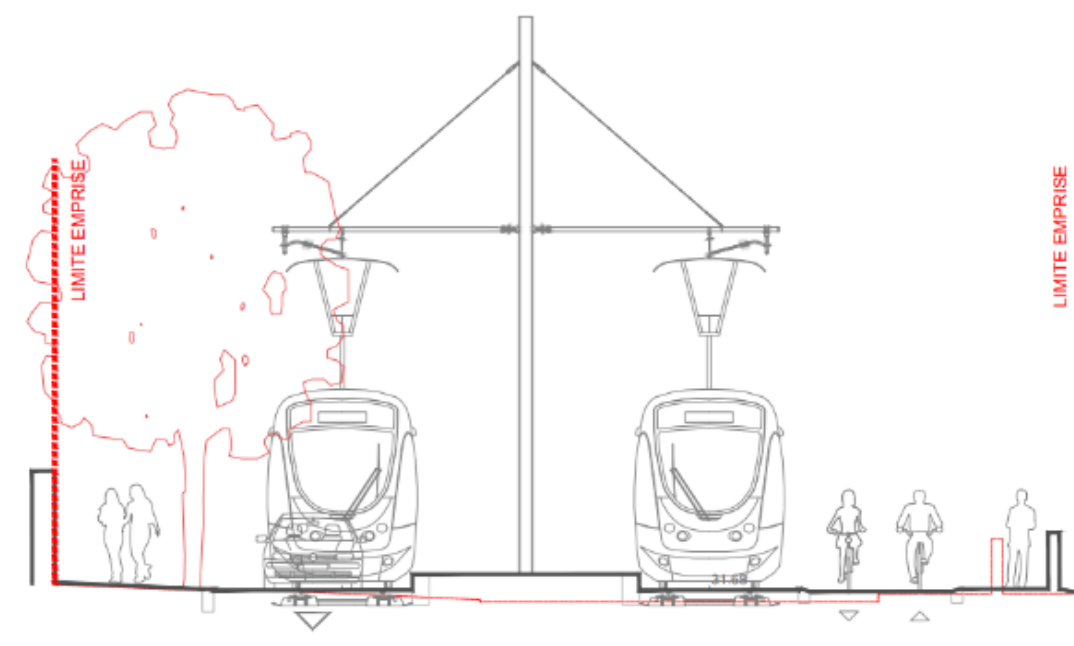
Au niveau de la rue du Chemin Vert, à l'intersection avec le boulevard Dunois, l'insertion du tramway a été travaillée finement pour tenir compte de l'activité du garage automobile Euromaster, ainsi que du Collège Institution Saint-Pierre. La rue du Chemin Vert est conservée à sens unique rentrant (vers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

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

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

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

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



Coupe en station Haie Vigné, rue Damozanne



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

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

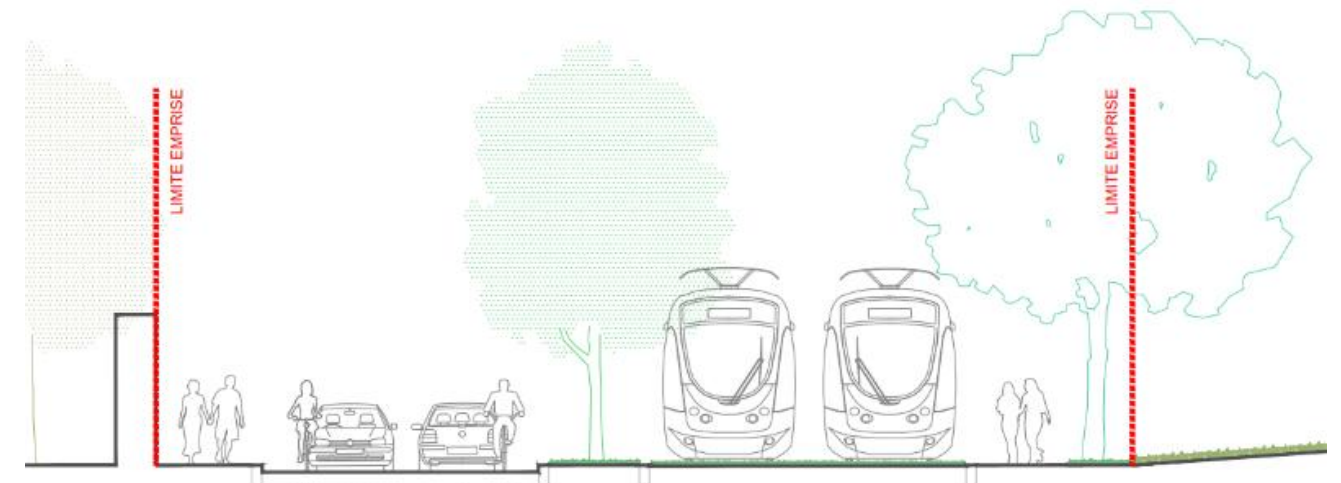
Au niveau de la maison du Général, un parc sera aménagé aux abords du passage de la nouvelle ligne de tramway.

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

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

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

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



Coupe rue du Carel



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

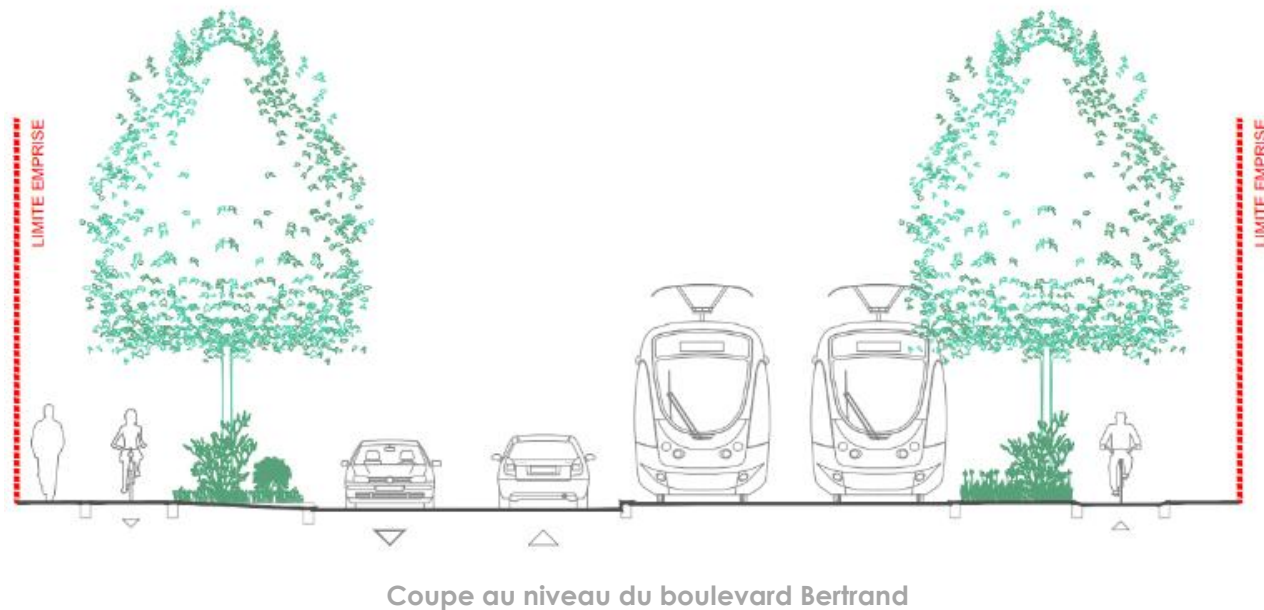
2.4.2.4. Séquence 4 : tronc commun de l'extension du tramway au niveau du centre-ville de Caen

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

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

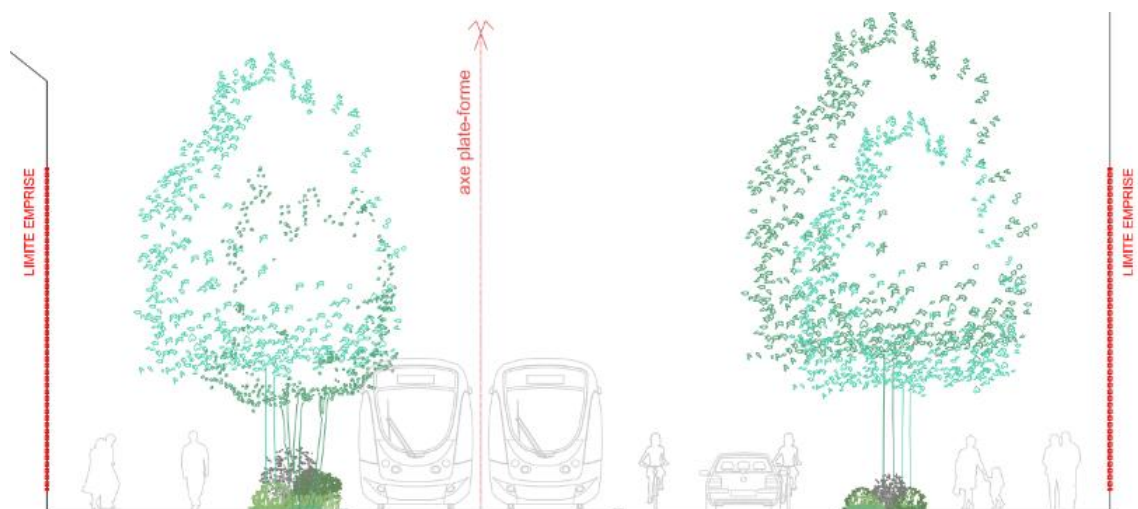
L'insertion latérale du tramway côté Sud au niveau du boulevard Bertrand et la voirie à double sens côté Nord permettent la conservation des grands platanes et tilleuls, exceptés certains sujets au droit du carrefour avec la rue de l'Hippodrome.

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



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

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



Coupe rue de Bernières

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

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



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

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



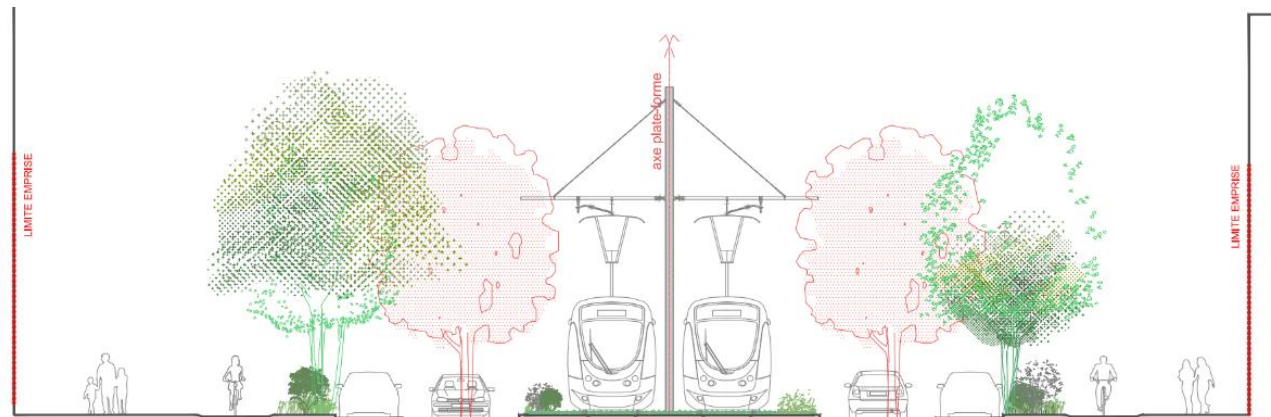
Perspective de l'aménagement à terme au niveau de la place Gambetta – vue indicative (source : Trameo)

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

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

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

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



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

La solution insertion axiale propose en symétrie :

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



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

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

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



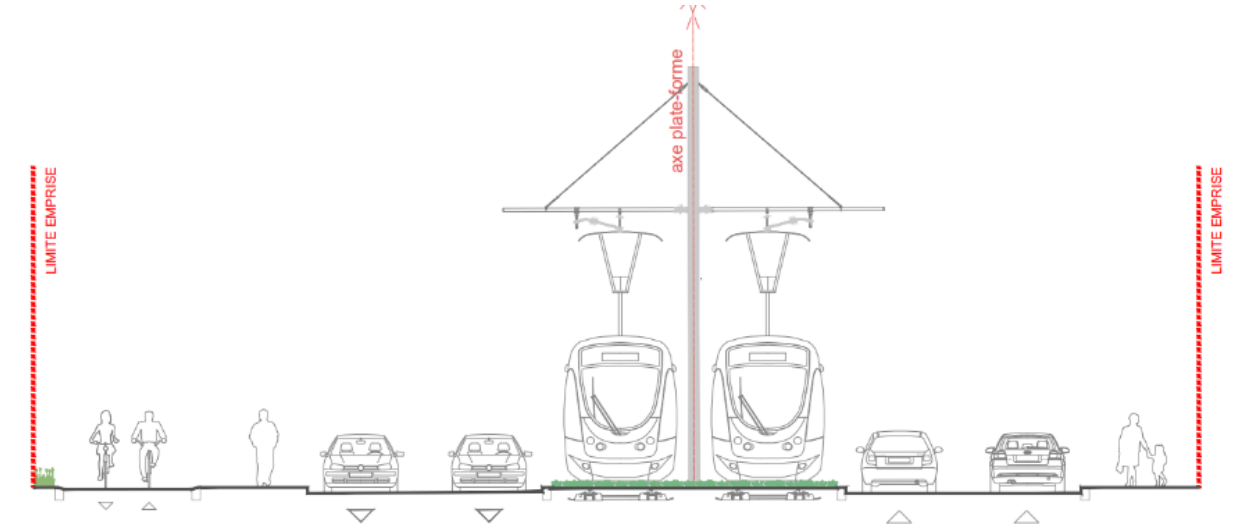
Coupe au niveau du boulevard Georges Pompidou Est (insertion latérale Est du tramway)

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

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

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

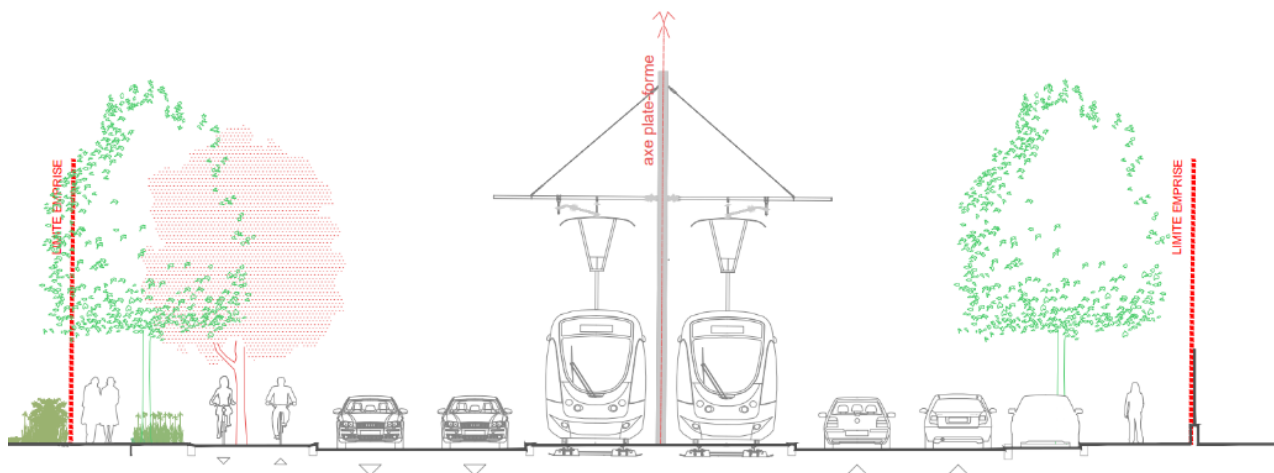
Seule une exception a lieu pour l'insertion de la plateforme au début du boulevard André Detolle où le tramway est inséré en site latéral Ouest afin d'éviter le giratoire Detolle/Pompidou, mais il passe rapidement en central dès le giratoire passé.



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

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

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



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



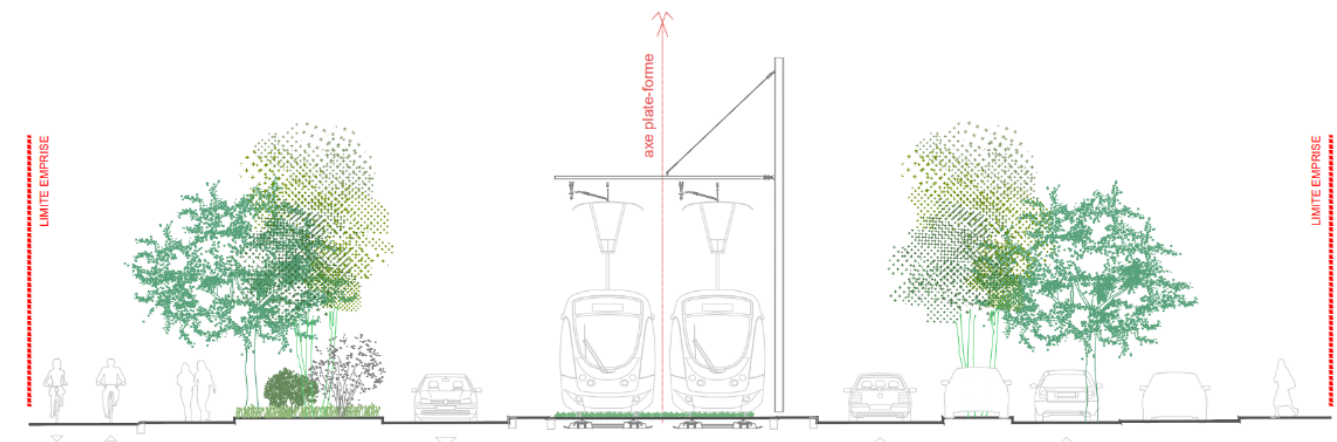
Perspective de l'aménagement à terme au niveau du boulevard Yves Guillou – vue indicative
(source : Trameo)

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

2.4.2.9. Séquence 9 : extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne

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

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

2.4.2.10. Séquence 10 : dépose des Lignes Aériennes de Contact dans le centre-ville de Caen, entre les stations existantes « Bernières » et « Place de la Mare ».

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

2.5. DESCRIPTION DES ELEMENTS STRUCTURELS DU TRAMWAY

2.5.1. Le type de voies

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

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

2.5.2. Le matériel roulant

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

Dix nouvelles rames seront acquises par Caen la mer. Elles seront identiques aux rames existantes.

2.5.3. L'alimentation électrique du tramway

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

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

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

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

2.6. LE SYSTEME D'EXPLOITATION DU PROJET

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.7.1. L'exploitation commerciale des futures lignes de tramway

Le réseau futur de tramway sera composé de quatre lignes :

- La ligne T1, inchangée par rapport à la ligne actuelle, entre « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair et « Jean Vilar » à Iffs ;
- La ligne T2, inchangée par rapport à la ligne actuelle, sur la ville de Caen, entre « Campus 2 » et « Presqu'île » ;
- La ligne T3, ligne actuelle prolongée, entre « Pompidou » à Caen (extension) et « Hauts-de-l'Orne » à Fleury-sur-Orne ;
- La ligne T4, nouvelle ligne, entre « Athéna » à Saint-Contest (extension) et « Presqu'île » à Caen.

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

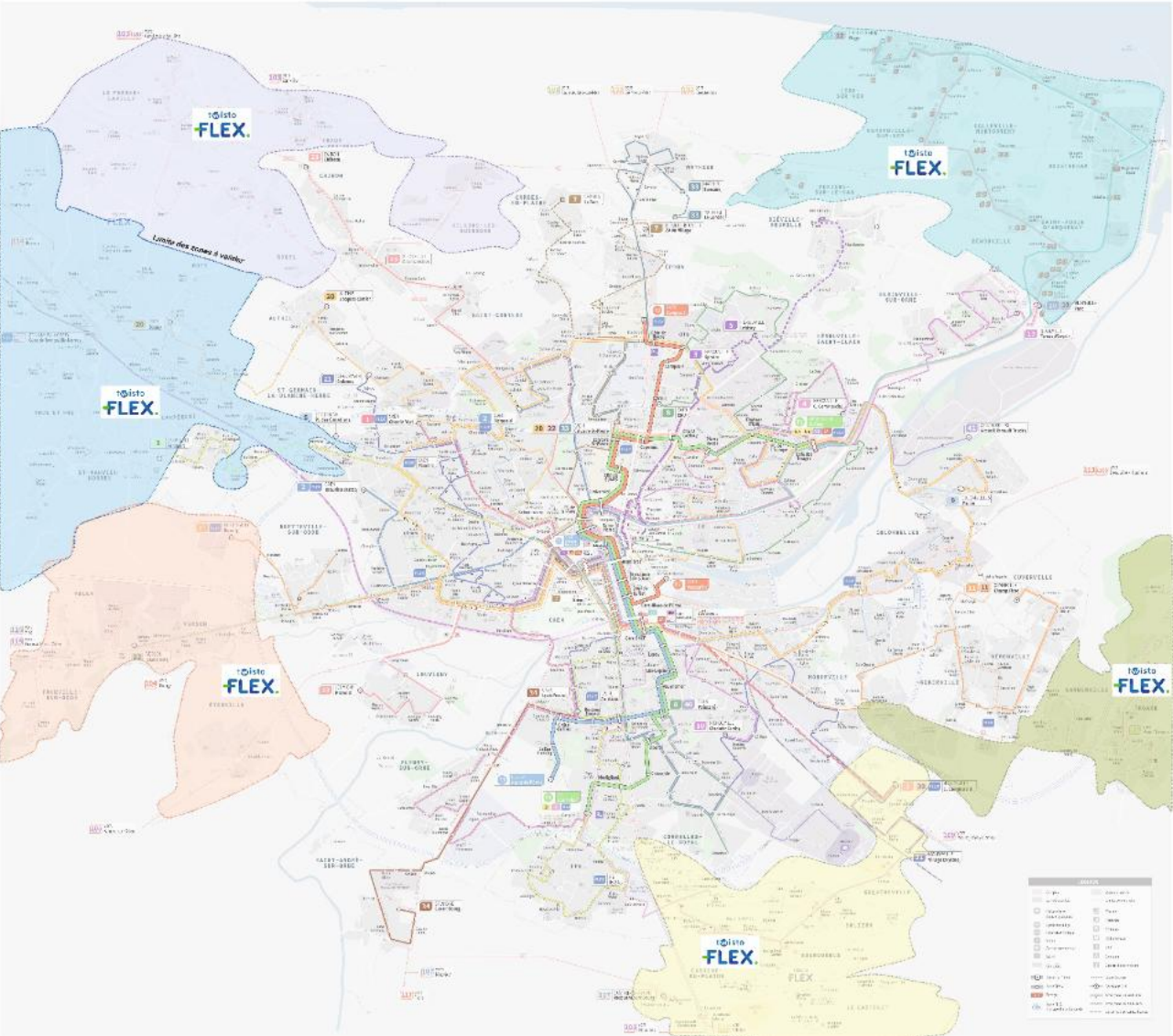
Ligne	Fréquence de passage à l'heure de pointe	Temps de parcours total (moyenne des 2 sens de circulation)	Vitesse commerciale
T1	10 minutes	40,5 minutes	15,9 km/h
T2	8 minutes	26,5 minutes	14,9 km/h
T3	10 minutes	34,5 minutes	18,1 km/h
T4	10 minutes	23,5 minutes	15,9 km/h

2.7.2. L'offre de transport

Le réseau de transport futur tient compte de :

- La réorganisation du réseau tramway ;
- La réorganisation du réseau bus associée ;
- La réorganisation du réseau bus par rapport à la nouvelle offre Flex.

L'offre Flex, mise en œuvre dès 2025, a pour enjeux d'améliorer la desserte des pôles périurbains et de répondre aux besoins et potentiels du littoral. Cette offre est présentée ci-après.



Zones Flex sur l'ensemble de l'agglomération

Six zones Flex ont été définies. Dans ces zones, une navette à la demande vient récupérer les usagers et les transporter à des points de rabattement sur le réseau de transport. Les points de rabattement sont identifiés et peuvent être des rabattements sur du tramway ou du bus.

2.7.3. Les estimations de fréquentation

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

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

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

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

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

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

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

3. ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

3.1. POPULATION ET SANTE HUMAINE

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

3.2. BIODIVERSITE

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Zonages d'inventaires et de protection réglementaire	L'aire d'étude rapprochée intercepte à la marge une ZNIEFF de type I et une ZNIEFF de type II. La ZNIEFF de type I « Carrière Charlemagne » (id. : 250030037) est identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'ajout de voies de remisage au niveau du CEMT de Fleury-sur-Orne.	Modéré
	Aucun site Natura 2000, le plus proche étant à 8 km au Nord-Ouest de l'aire d'étude : il s'agit de la Zone Spéciale de Conservation « Anciennes carrières de la vallée de la Mue ».	Faible
Autres protections environnementales et contractuelles	Aucun arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), aucune mesure compensatoire, aucune réserve naturelle nationale (RNN) ou réserve naturelle régionale (RNR), aucun site du Conservatoire d'Espaces naturels (CEN), ni aucun Parc naturel régional (PNR) ou national (PNN) ne sont recensés au sein de la communauté urbaine Caen la mer	Nul
Habitats naturels	Les formations végétales caractérisant les principaux habitats ne montrent pas un intérêt écologique particulier. Il s'agit de zones urbaines essentiellement, avec quelques habitats plus « naturels » de type parcs arborés, espaces verts ou prairies. Aucun habitat ne correspond à un habitat d'intérêt communautaire. Aucun habitat caractéristique de zone humide n'a été observé sur l'aire d'étude immédiate.	Faible
Flore	La diversité floristique apparaît dans l'ensemble assez bonne, malgré une faible diversité d'habitats représentés. Au regard des différents statuts, aucune espèce ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité même si le Torilis noueux est rare à l'échelle bas-normande. Il est bien plus fréquent à Caen et ses environs.	Faible
Flore invasive	Les espèces invasives avérées identifiées dans l'aire d'étude et qui présentent les risques les plus importants (dissémination en phase chantier) sont l'Arbre à papillons, la Renouée du Japon et le Sèneçon du Cap.	Modéré
Diagnostic des arbres	Aucun des arbres présents sur l'aire d'étude n'a montré d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces. L'intérêt écologique se porte principalement sur les essences autochtones et les formations en bosquet.	Modéré
Avifaune	C'est un cortège d'espèces plutôt communes à très communes qui a été observé sur le site. L'activité avifaunistique se concentre principalement dans les milieux arborés et arbustifs, dans les zones buissonnantes et de fourrés attirant les passereaux. Il faut noter l'intérêt des parcs et jardins privés ou interdits au public : ils représentent des zones plus tranquilles, en partie préservée de l'activité humaine. Ces espaces abritent une diversité notable et sont profitables à plusieurs espèces patrimoniales. L'aire d'étude immédiate ne présente qu'un intérêt très localisé pour l'avifaune. En effet, certaines zones sont plus favorables à la fréquentation d'oiseaux. Les espèces à enjeu présentes sont notamment le Gobemouche gris, la Mésange charbonnière, la Mésange huppée, ou encore le Chardonneret élégant. Ces oiseaux restent communs à très communs dans la région et utilisent des milieux largement représentés au sein de l'agglomération caennaise.	Modéré
Mammifères non volants	Une espèce d'intérêt patrimonial est présente dans l'aire d'étude : le Hérisson d'Europe. L'espèce est sensible à la présence de haies surtout avec strate arborée, mais aussi à la présence de pelouse sur laquelle il peut chasser. Le Lapin de garenne, dont l'intérêt patrimonial est moindre, fréquente les merlons buissonnants de la zone de délaissé autour de la carrière de la Maladrerie et les espaces prairiaux des abords.	Fort

Chiroptères	Dix espèces ont été identifiées dans l'aire d'étude, principalement un cortège d'espèces de milieu semi-ouvert et anthropophile avec les pipistrelles, la Sérotine commune ou encore l'Oreillard gris. La fréquentation d'un cortège lié aux milieux forestiers comme les Murins ou la Noctule de Leisler est également identifiée. La Prairie de Caen représente une zone de chasse idéale pour les chiroptères. Il est donc très probable que les chauves-souris utilisent les espaces verts urbains et les alignements d'arbres pour se déplacer vers ce lieu qui représente une source de nourriture abondante pour ce groupe.	Modéré
Reptiles	Le Lézard des murailles est présent dans les espaces de friches. L'aire d'étude immédiate ne présente pas de zones plus favorables pour les reptiles car elle correspond largement aux voies déjà existantes.	Faible
Amphibiens	Seule la Grenouille verte commune a été observée et entendue dans un canal bordant le parking des Tritons près de la Prairie de Caen. L'aire d'étude immédiate ne présente pas de milieu favorable aux amphibiens.	Faible
Insectes	24 espèces d'insectes ont été recensées sur l'aire d'étude. Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée. Cette faible diversité s'explique par le contexte urbain et le peu d'habitats favorables qu'offre l'aire d'étude.	Faible
Continuités écologiques	Présence de réservoirs de biodiversité de la trame verte du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie correspondant à la ZNIEFF de type I « Pelouses calcaires du Nord de Caen ». Présence d'un corridor écologique de la trame bleue (bras de l'Orne) du Schéma Régional de Cohérence Écologique de Basse-Normandie au niveau de l'hippodrome de la Prairie.	Fort

3.3. TERRES, SOLS, EAU ET CLIMAT

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Climat	Climat océanique aux hivers doux et étés tempérés. L'aire d'étude est soumise au phénomène d'îlot de chaleur (zones fortement urbanisées).	Modéré
Topographie	Topographie en forme de cuvette, avec un relief plus marqué au Nord (quartier du Chemin Vert) et moindre au Sud. L'Orne est au niveau de la mer.	Modéré
Géologie	Sol majoritairement limoneux et calcaire.	Faible
Eaux souterraines	Masse d'eau souterraine « Bathonien-Bajocien de la plaine de Caen et du Bessin » (FRHG308) en mauvais état qualitatif (nitrates, pesticides) et en tension quantitative.	Fort
	Présence de périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable au niveau de la Prairie de Caen dans l'aire d'étude.	Fort
Eaux superficielles	4 cours d'eau au sein de l'aire d'étude : l'Orne, le canal de l'Orne, la Noë et le canal de Caen à la mer, et un bassin portuaire : bassin Saint-Pierre.	Fort
Zones humides	Prairie de Caen identifiée en tant que zone humide dégradée. Une grande partie du centre ancien autour du quartier du port est identifiée en tant que milieux fortement prédisposés à la présence de zones humides par l'inventaire des zones humides de Normandie.	Modéré

3.4. BIENS MATERIELS ET ACTIVITES

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Occupation du sol	L'aire d'étude s'inscrit au sein de secteurs très urbanisés.	Faible
Habitat et logements	Le logement collectif est prépondérant dans l'hypercentre de Caen, alors que la part des ménages en maison individuelle est importante dans les quartiers Malherbe et Bas de Venoix à l'Ouest de Caen. Les principales zones de logement social correspondent au Nord de l'aire d'étude au niveau du quartier du Chemin Vert à Caen et les secteurs de Bellevue et Hauts-de-Beaulieu à cheval entre Caen et Saint-Germain-la-Blanche-Herbe.	Modéré
Activités	Présence de l'Établissement Public de Santé Mentale de Caen Commerces en centre-ville de Caen et dans les quartiers traversés (Chemin Vert, Beaulieu)	Fort
Infrastructures et déplacements	Infrastructures existantes sur lesquelles s'inscrit le projet de futures lignes de tramway. Schéma cyclable communautaire de Caen la mer depuis 2019 : en 2022, pour la ville de Caen, 160 km d'aménagements cyclables, projet de « Périph'vélo ». Bonne desserte de l'agglomération caennaise par le réseau autoroutier à l'Est (A13) et à l'Ouest (A84), sur lequel s'appuie un réseau structurant d'agglomération fort avec le périphérique (RN814) et plusieurs grands axes tels que la RN158 au Sud, la RN13 au Nord-Ouest ou encore la RD515 au Nord-Est. Gare ferroviaire de Caen : 3,7 millions de voyageurs en 2022.	Fort
Réseaux	Nombreux réseaux souterrains dans l'aire d'étude : assainissement, eaux pluviales, électricité, télécom, gaz, etc.	Modéré
Gestion des déchets	Gestion des déchets organisée par Caen la mer.	Nul
Zones d'activités	Pôle d'activités de Saint-Contest comprenant la zone d'activités du Clos Barbey, le parc d'activités de la Folie-Couvrechef, le parc Athéna, l'Espace Entreprise et la zone industrielle du Chemin Vert. Présence du centre commercial régional d'Hérouville Saint-Clair à proximité du terminus Nord de la ligne existante T1.	Modéré
Agriculture	Pas d'enjeu agricole au niveau de l'aire d'étude.	Nul
Tourisme, loisirs et équipements	Ville et territoire touristique. Nombreux équipements de loisirs, culturels et sportifs au sein de l'aire d'étude (théâtre, conservatoire, palais des sports, équipements sportifs du lycée Malherbe ...).	Fort

3.5. PAYSAGE ET PATRIMOINE

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Paysage	Paysages urbains (ville de Caen). Présence de Ligne Aérienne de Contact au niveau des lignes de tramway existantes et qui marquent le paysage. Diverses formes urbaines au niveau de Caen et dans l'aire d'étude : tissu urbain traditionnel, tissu de faubourg mixte, tissu individuel ancien et contemporain, tissu de la reconstruction collective, tissu collectif contemporain, tissu de grands équipements, tissu d'activités. Ce paysage urbain est marqué par de nombreux éléments patrimoniaux, historiques, naturels, qui font l'identité urbaine de la ville (Prairie de Caen, stade d'Ornano, château de Caen, église Saint-Pierre, Hôtel de ville, Préfecture, théâtre, etc.). Présence de nombreux alignements d'arbres le long de voies circulées.	Fort
Patrimoine archéologique	Présence de Zones de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA) dans le centre de Caen essentiellement.	Fort
Monuments historiques	De nombreux monuments historiques (et leurs périmètres de protection) dans l'aire d'étude, principalement dans le centre historique de Caen.	Fort
Sites inscrits et classés	Présence dans l'aire d'étude de deux sites inscrits : Centre ancien de Caen et Prairie de Caen, et de huit sites classés.	Fort
Site patrimonial remarquable	Présence du Site Patrimonial Remarquable de Caen.	Fort

3.6. RISQUES

Thématique	Enjeu	Niveau d'enjeu
Risques naturels	Nombreuses cavités identifiées autour de la rue de Bayeux et du boulevard Georges Pompidou.	Modéré
	Degré d'exposition faible au risque de retrait gonflement des argiles au niveau de l'aire d'étude.	Faible
	La majeure partie Sud de l'aire d'étude rapprochée (secteur Prairie de Caen, EPSM, boulevard Guillou, avenue Sorel) est concernée par le risque d'inondation par débordement lent de cours d'eau au Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne.	Fort
	Risque d'inondation par remontée de nappe sur la majeure partie Sud et Est de l'aire d'étude rapprochée.	Modéré
	Risque sismique faible.	Faible
	Ensemble de l'agglomération caennaise concernée par des risques climatiques : tempêtes, orages, fortes pluies, canicule, périodes de grand froid.	Modéré
Risques technologiques	Présence de 13 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) au sein de l'aire d'étude rapprochée.	Modéré
	Risque de transport de matières dangereuses (RN814).	Modéré
	Présence de 6 sites industriels références BASOL au sein de l'aire d'étude rapprochée.	Modéré

4. PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINÉES PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE ET JUSTIFICATION DU PROJET

4.1. LA SITUATION AU FIL DE L'EAU (SANS MISE EN ŒUVRE DU PROJET)

Le scénario de référence correspond au scénario le plus probable en l'absence de réalisation du projet tramway. Il est constitué de l'ensemble des hypothèses d'évolution les plus plausibles à la mise en service, y compris le contexte économique, social et environnemental et des aménagements qui verront le jour (réseaux de transport, localisation des habitats et des activités) et qui sont susceptibles d'agir sur la demande.

Dans le cas présent, l'analyse de la situation au fil de l'eau revêt différents aspects :

- L'évolution des transports (transports en commun / modes actifs) sans la mise en service du projet d'extension du tramway ;
- L'évolution du territoire (urbanisme/paysage) sans la mise en service du projet.

Le présent chapitre détaille ces différents volets.

4.1.1. La situation au fil de l'eau par rapport aux transports

Un des principaux objectifs de Caen la mer en termes de déplacements, en lien direct avec la loi Solidarité et Renouvellement Urbains, est de réduire la part modale de la voiture individuelle pour l'ensemble des déplacements des résidents de l'agglomération et d'augmenter celle des modes alternatifs.

Dans les quartiers Ouest de Caen, de nombreux projets d'aménagement sont identifiés, qui amèneront à une croissance de la population à moyen terme, pour certains dès l'horizon de mise en service.

Sans alternative à la voiture individuelle attractive et efficace, les demandes de déplacements continueront dans une tendance à l'augmentation avec les projets urbains prévus ces prochaines années. Il est alors attendu une congestion des voiries routières, accrue par la croissance démographique. De plus, considérant les voiries de centre-ville, celles-ci servent actuellement de voies de shunt. En l'absence de réalisation du projet, cette situation serait amenée à se poursuivre.

Sans la réalisation du projet, le réseau de tramway reste en l'état. Les transports en commun existants n'offrent pas une qualité de service suffisante pour inciter au report modal.

Ainsi, globalement, la situation au fil de l'eau risque de voir se dégrader les conditions de déplacements, que ce soit par l'utilisation de la voiture individuelle ou par l'usage des transports en commun.

En ce qui concerne la circulation des modes actifs, sans réalisation du projet de tramway, il est attendu peu d'amélioration, il n'est pas prévu de développement d'un maillage dédié aux modes actifs. Des projets de mise en œuvre de bandes cyclables pourraient être localement mis en œuvre, mais ce type d'aménagement serait moins attractif et moins sécurisé que des aménagements cyclables dédiés et généralisés sur l'ensemble du périmètre de l'extension.

4.1.2. La situation au fil de l'eau par rapport à l'urbanisme et au paysage

Sans mise en œuvre du projet de tramway, le paysage urbain évoluerait peu en ne considérant aucun autre projet d'amélioration des espaces publics.

La situation au fil de l'eau ne contribue pas à accompagner la requalification urbaine, comme dans le cas de la création d'un tramway avec un réaménagement de façade à façade, et n'entraîne pas d'amélioration du cadre de vie. L'architecture des espaces publics de Caen reste en l'état.

Sans réalisation du projet, la ligne aérienne de contact serait maintenue en place en centre-ville de Caen, comme c'est le cas actuellement.

Par ailleurs, Caen est marqué par la présence de nombreux sites historiques enclavés par de hauts murs d'enceinte. En situation fil de l'eau, plusieurs enclaves dans la ville restent telles quelles (Cité de l'air, maison du Général). Le périphérique continue à jouer un effet barrière sur le développement urbain. Les axes routiers congestionnés accentuent leur effet barrière, y compris en termes d'obstacle écologique.

Enfin, Caen la mer est un territoire très arboré, mais avec plusieurs arbres en fin de vie ou peu adaptés au changement climatique. Les aménagements paysagers sont anciens (monoculture, monostrate) et à faible plus-value écologique. En situation au fil de l'eau, certains arbres poursuivraient leur évolution normale au fil des ans, tandis que d'autres devraient être coupés au motif d'un mauvais état phytosanitaire ou d'un risque potentiel qu'ils pourraient présenter aux abords de voies circulées ou au sein d'espaces publics.

Globalement, le paysage urbain est vieillissant, le parc arboré vieillit et dépérit localement (une espérance de vie de 15 ans maximum est relevée pour des arbres d'alignement de part et d'autre de plusieurs axes).

4.2. LE CHOIX DU MODE

Le déploiement d'une offre en transport en commun maillée et attractive en accompagnement d'une urbanisation croissante sur le secteur Ouest de l'agglomération de Caen est nécessaire.

La nouvelle infrastructure de transport en commun doit être le levier fort d'attractivité, d'accessibilité et d'image du secteur et, au-delà de son rôle de développement de la mobilité, doit être conçue comme un outil d'aménagement et de développement économique.

La Communauté urbaine Caen la mer a réalisé une étude afin d'analyser les besoins en transports en commun et de définir les orientations sur les prochaines années.

Plusieurs solutions ont été étudiées : bus classiques (amélioration de la desserte existante), bus avec couloirs réservés (bus à haut niveau de service - BHNS) ou tramways.

Les critères pris en compte dans le choix du parti technologique du mode sont les suivants :

- un mode de transport peu voire non polluant ;
- une offre de transport fiable et efficace en temps de déplacement, ce qui implique une infrastructure de transport en site propre pour échapper aux contraintes de circulation générale ;
- une accessibilité accrue pour tous ;
- des logiques d'aménagement et logiques fonctionnelles impulsées par le réseau actuel de transport en commun.



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

Le tableau ci-après présente la comparaison des différents modes :

Caractéristique	Tramway	BHNS	Bus conventionnel
Capacité par véhicule	Élevée (jusqu'à 300 passagers)	Moyenne (jusqu'à 150 passagers)	Faible à moyenne (jusqu'à 100 passagers)
Capacité horaire	5 000 – 15 000 passagers	2 000 – 7 000	500 – 2 000
Fréquence de passage	Élevée (5-10 min)	Moyenne à élevée (5-15 min)	Variable (10-30 min)
Vitesse commerciale	~20 km/h	15-20 km/h	~15 km/h
Confort	Très élevé	Élevé	Variable

Caractéristique	Tramway	BHNS	Bus conventionnel
Coût d'infrastructure	25-30 M€ par km (rails, stations, matériel roulant)	15-20 M€ par km (voies réservées, stations, matériel roulant)	0,5 - 2 M€ par km (routes existantes)
Coût d'exploitation	8 €/km	6-8 €/km	3-5 €/km
Durée de vie	Longue (30-50 ans)	Moyenne (15-25 ans)	Courte à moyenne (10-15 ans)
Flexibilité du réseau	Faible (infrastructure fixe), mais connectable avec le réseau existant	Moyenne (voies réservées mais flexibles)	Élevée (peut utiliser n'importe quelle route suffisamment dimensionnée)
Exploitation	Possibilité de réorganiser le réseau de tramway et d'exploiter les lignes actuelles différemment pour mieux couvrir les besoins (tronc commun entre Quai de juillet et Bernières) et créer un maillage du réseau Possibilité d'offrir un système plus capacitaire pour desservir des grandes équipements (Zenith, Stade d'Ornano, Palais des sports, Parc des expositions)	Entre Quai de juillet et Bernières : site propre bus à créer en parallèle de la plateforme tram. En l'absence de site propre, impact sur la vitesse commerciale ou rupture de charge si la ligne BHNS s'arrête en centre-ville	Aléas d'exploitation liés à la circulation, car pas de site propre. Vitesse commerciale moindre et non garantie
Dépôt	Le dépôt tramway existant peut absorber de la maintenance supplémentaire	Dépôt bus actuel saturé et inadapté. Besoin de construction d'un nouveau dépôt	Dépôt bus actuel saturé. Besoin de construction d'un nouveau dépôt
Accessibilité	Très bonne (rames et stations adaptées, accostage précis)	Bonne (véhicules et stations adaptées)	Variable
Intégration urbaine	Très bonne (renouvellement urbain de façade à façade, plateforme végétalisée)	Bonne (en cas de renouvellement urbain de façade à façade)	Variable
Image et attractivité	Très élevée	Élevée	Moyenne
Impact environnemental	Faible (électrique)	Faible à moyen (électrique ou hybride)	Moyen à élevé si diesel
Émissions de Carbone	20 - 50 (g CO ₂ e/km)	50 - 100 (g CO ₂ e/km)	100 - 200 (g CO ₂ e/km)

Caractéristique	Tramway	BHNS	Bus conventionnel
Émissions d'Oxydes d'Azote (NOx)	~0 g/km	~0 - 10 g/km	2 - 15 g/km
Émissions de Particules fines (PM)	~0 g/km	~0 - 0,1 g/km)	0,02 - 0,2g/km
Empreinte carbone	8 000 (TCO ₂ eq/km infrastructure)	5 000 (TCO ₂ eq/km infrastructure)	Variable (plus faible que BHNS, mais dépend du périmètre d'intervention)

Par délibération du 21 octobre 2021, les élus du Bureau communautaire ont décidé **de retenir la solution du tramway** pour l'extension du réseau de transports urbains.

En effet, les densités de population, emplois et scolaires (PES) dans un corridor de 500 mètres sont identiques à celles des secteurs déjà desservis par les lignes tramway existantes (10 à 15 000 PES par kilomètre). Ce mode de transport est donc le plus adapté.

Par ailleurs, un tramway propose une capacité d'emport de voyageurs bien plus importante qu'un bus (plus de 200 passagers contre une centaine dans un bus articulé), ce qui permet d'apporter davantage de confort aux usagers, notamment aux heures de pointe.

Le tramway présente d'autres atouts : c'est un système de transport confortable, avec une durée de vie d'au moins 30 ans et qui nécessite une emprise au sol réduite grâce à son guidage matériel réalisé par les rails.

Le choix du même mode de transport permet également de limiter les correspondances sur des trajets en provenance des nouvelles zones desservies et à destination de celles desservies par les lignes de tramway existantes.

Enfin, choisir ce mode permet d'optimiser globalement la stratégie de maintenance du parc des transports en commun, par l'utilisation d'infrastructures existantes, telles que le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury sur Orne, qui peut notamment accueillir jusqu'à 40 rames de tramway. Tout autre mode aurait nécessité la construction d'un nouveau centre de maintenance, le dépôt bus situé à Hérouville Saint-Clair étant aujourd'hui déjà saturé.

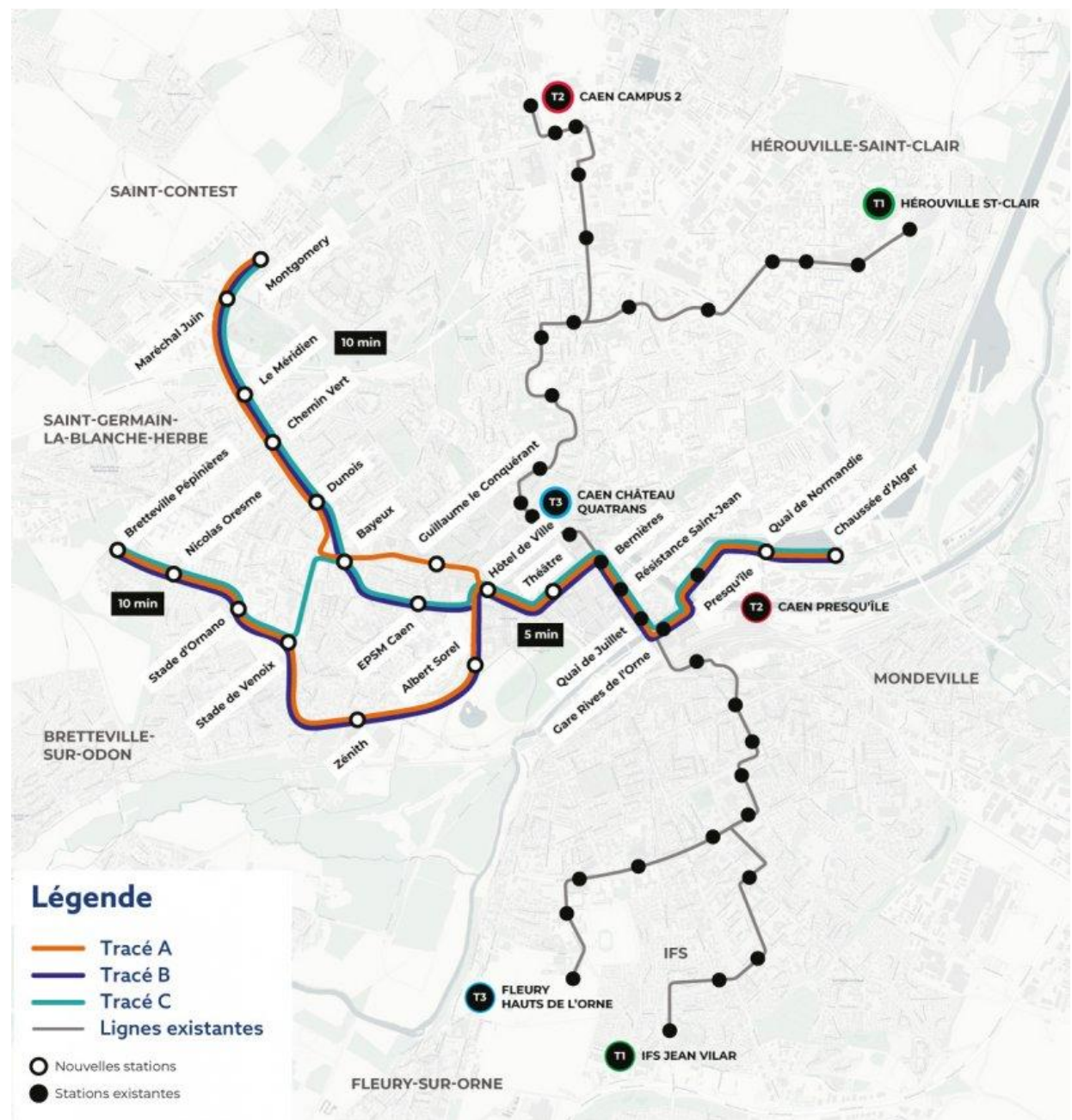
4.3. LE CHOIX DE L'ITINERAIRE DE DESSERTE

4.3.1. Variantes de tracés étudiées

Trois variantes de tracés ont été étudiées lors des études préliminaires du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Ces trois variantes s'étendent sur un corridor Est-Ouest. Elles relient le secteur de la Presqu'île au quartier du Chemin Vert et à Saint-Contest par une première branche orientée Nord-Ouest, et au quartier de Beaulieu par une seconde branche orientée Ouest.

Les trois variantes comptent un tronc commun qui permet de desservir le centre-ville de Caen, ainsi que ses principaux équipements. Il s'étend de l'Hôtel de Ville jusqu'à la Presqu'île et emprunte 1,3 km d'infrastructures existantes entre les stations existantes « Bernières » et « Presqu'île ».



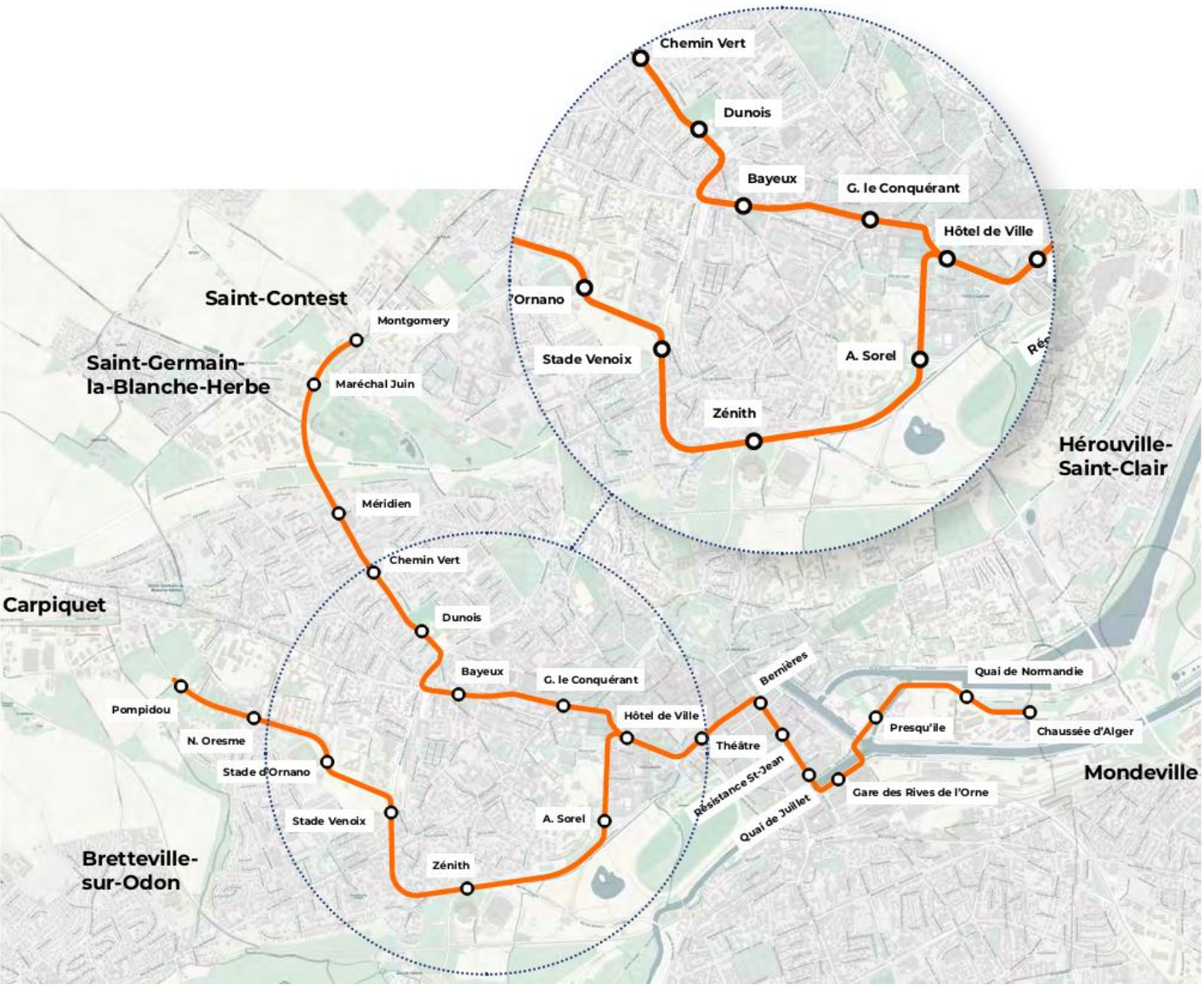
Trois variantes de tracés étudiées lors des études préliminaires (source : Caen la mer)

4.3.1.1. Le tracé A

La première branche (Branche Nord : Chaussée d'Alger – Montgomery) permet de desservir Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert via la rue éponyme, en empruntant les rues Guillaume le Conquérant et de Bayeux.

La seconde branche (Branche Sud : Chaussée d'Alger – Bretteville Pépinières) permet la desserte du quartier de Beaulieu via le boulevard Georges Pompidou, ainsi que de grands équipements comme le Stade d'Ornano, le Palais des Sports et le Zénith via le boulevard Yves Guillou.

Cette ligne compte 11,6 km d'infrastructures dont 1,3 km d'infrastructures existantes, 10,3 km d'infrastructures nouvelles (dont 1,1 km de voie unique). De plus, 22 stations sont réparties tout le long de son itinéraire, dont 5 existantes et 17 nouvelles.



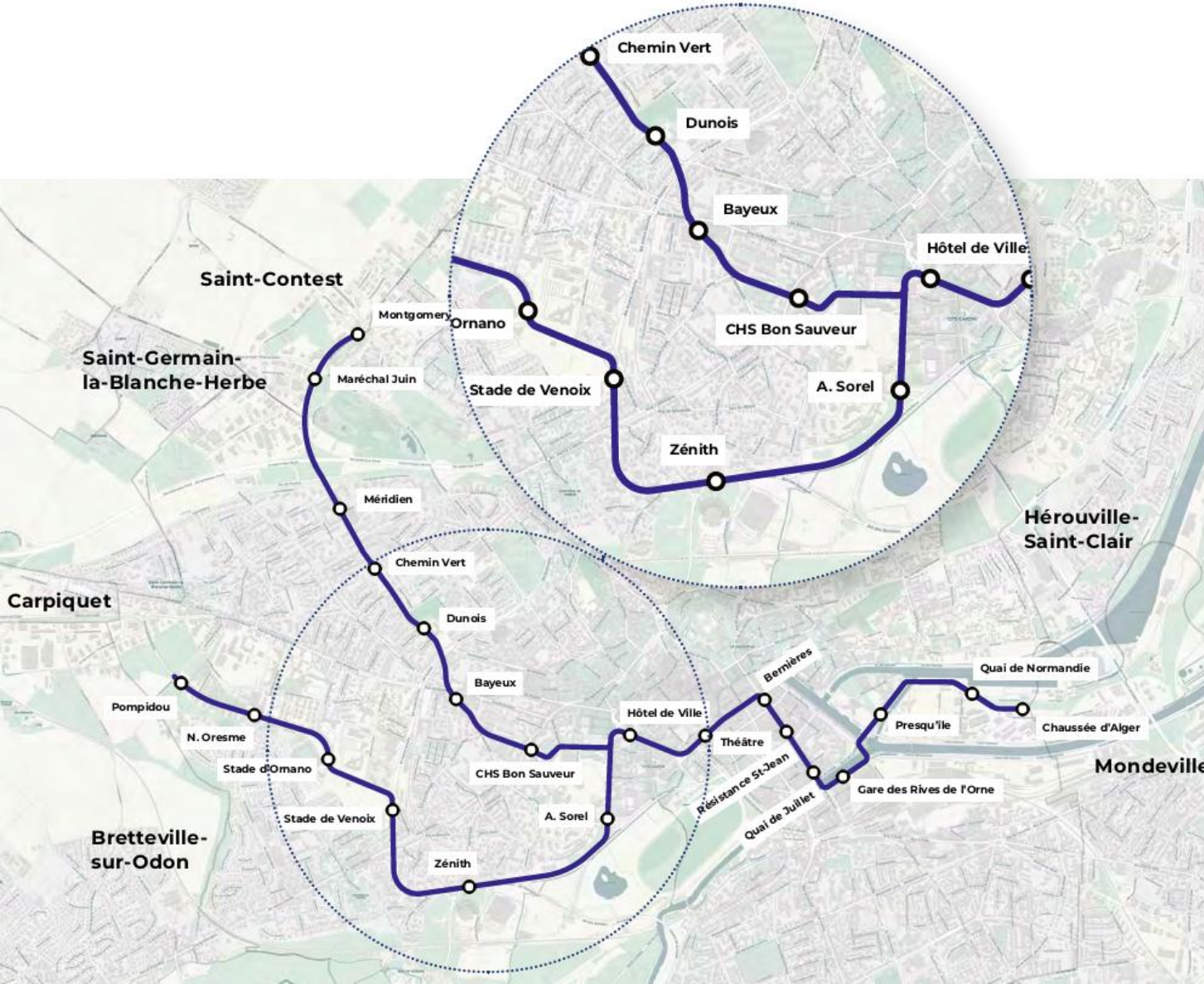
Présentation du tracé A (source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

4.3.1.2. Le tracé B

La branche au Nord-Ouest permet de desservir le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest via la rue du Carel, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) Bon Sauveur et la rue Damozanne.

La branche Ouest vers Bretteville Pépinières permet la desserte du quartier de Beaulieu via le boulevard Georges Pompidou, ainsi que de grands équipements comme le Stade d'Ornano, le Palais des Sports et le Zénith via le boulevard Yves Guillou.

Cette ligne compte 11,5 km d'infrastructures dont 1,3 km d'infrastructures existantes et 10,2 km d'infrastructures nouvelles (dont 1,1 km de voie unique). De plus, 22 stations sont réparties tout le long de son itinéraire, dont 5 existantes et 17 nouvelles.



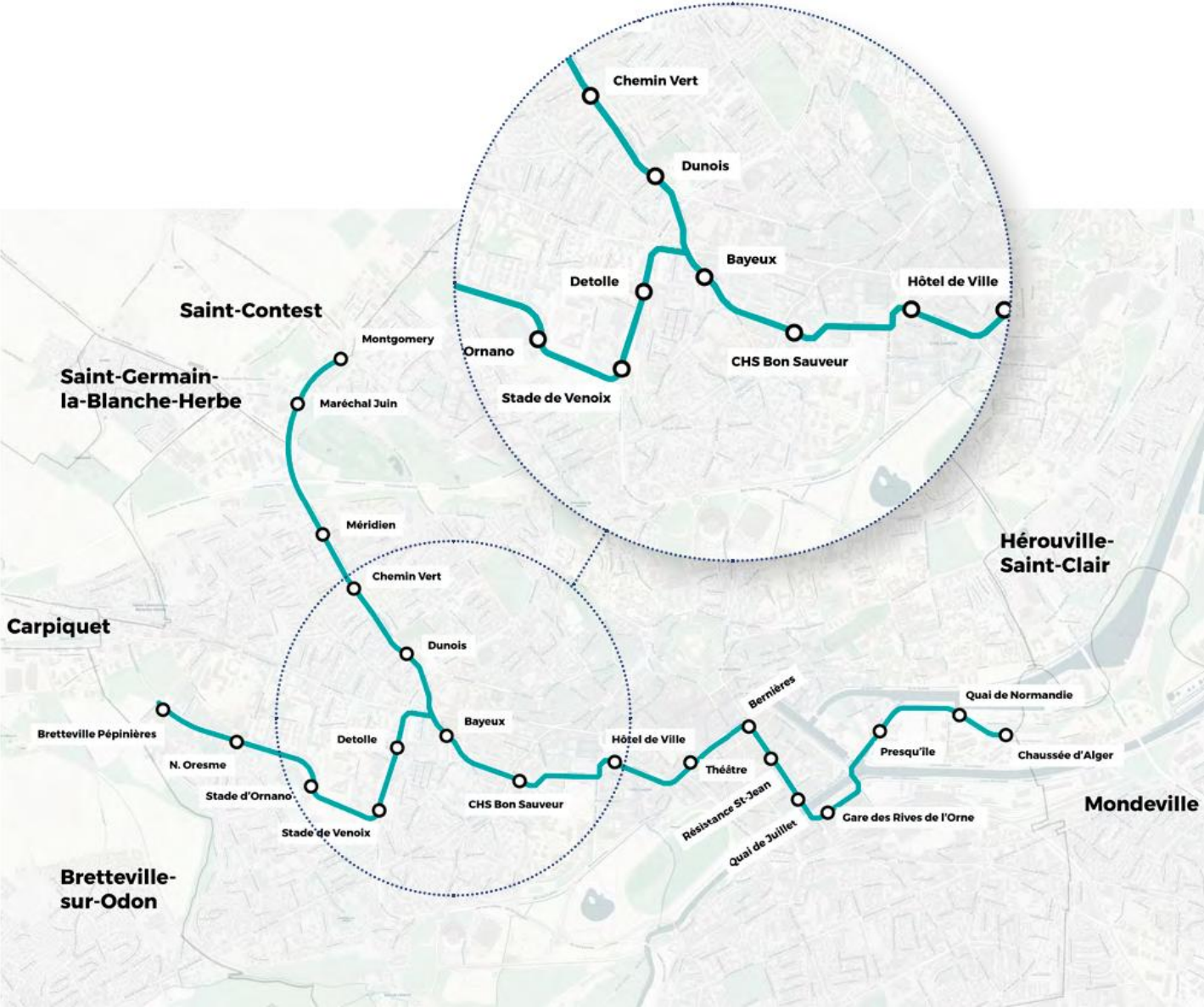
Présentation du tracé B (source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

4.3.1.3. Le tracé C

La branche Nord (Chaussée d'Alger – Montgomery) permet de desservir Saint-Contest et le quartier du Chemin Vert via la rue du Carel, l'Établissement Public de Santé Mentale (EPSM) Bon Sauveur et la rue Damozanne.

La branche Sud (Chaussée d'Alger – Bretteville Pépinières) permet la desserte du quartier de Beaulieu via le boulevard Georges Pompidou, ainsi que de grands équipements comme le Stade d'Ornano, le Palais des Sports et le Zénith via le boulevard Yves Guillou.

Cette ligne compte 9,8 km d'infrastructures dont 1,3 km d'infrastructures existantes et 8,5 km d'infrastructures nouvelles (dont 1,1 km de voie unique). 21 stations sont réparties tout le long de son itinéraire, dont 5 existantes et 16 nouvelles.



Présentation du tracé C (source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

4.3.2. Justification du choix du tracé pour la poursuite des études

Le tracé C est écarté pour 3 raisons principales :

- **Potentiel de desserte plus faible que les tracés A et B (environ -6%) :**

	Population + Emplois + Scolaires (PES)
Tracé A	87 000
Tracé B	87 000
Tracé C	82 000

- **Coût de fonctionnement à peine inférieur aux autres tracés (environ -3%) :**

	Production kilométrique annuelle
Tracé A	931 000 km
Tracé B	929 000 km
Tracé C	902 000 km

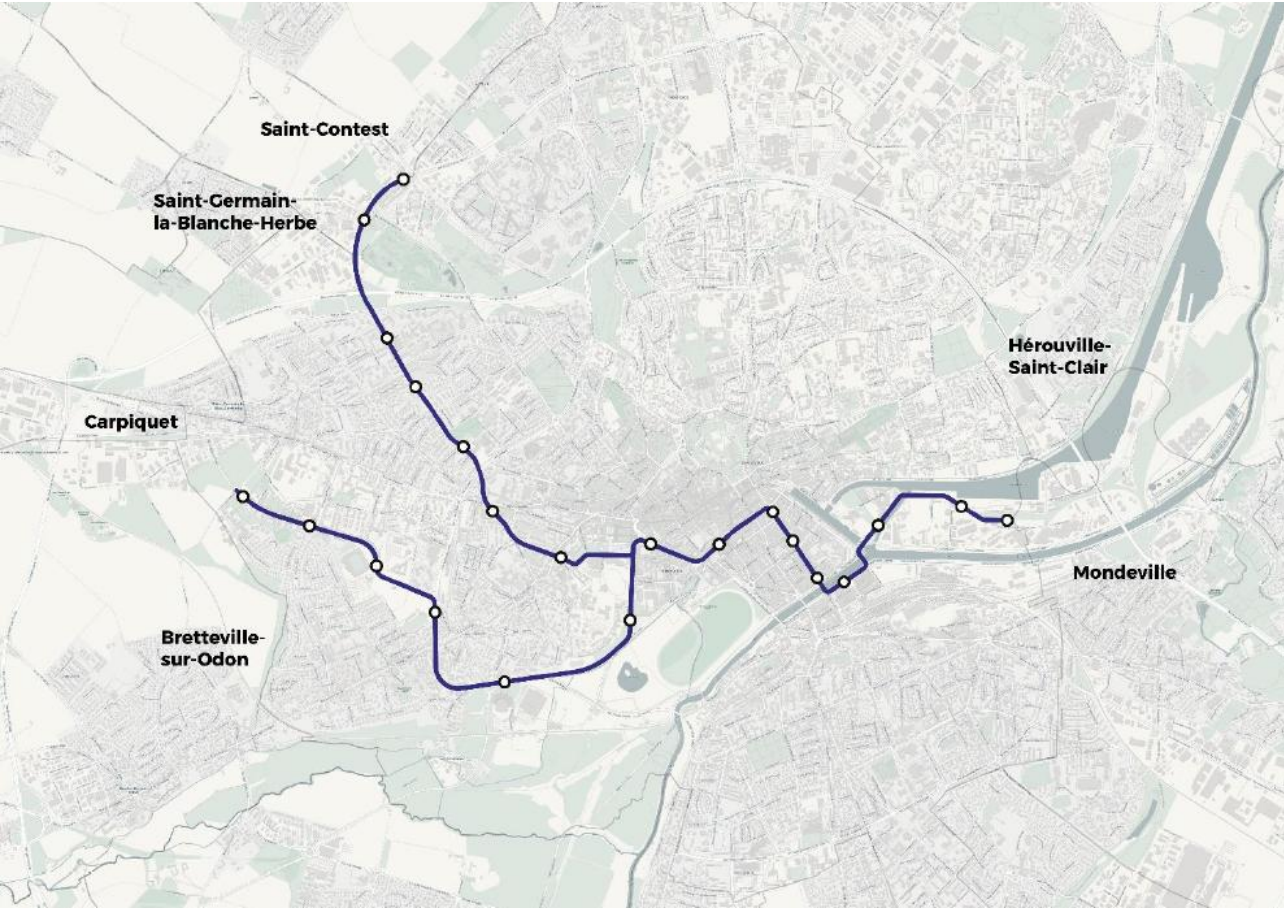
- **Il ne dessert pas d'importants générateurs de déplacements** d'intérêt communautaire : lycée Malherbe, stade nautique et patinoire, palais des sports, Zénith, parc des expositions.

Afin de statuer entre le tracé A ou le tracé B, le tableau suivant permet de comparer le coût d'investissement/fonctionnement, la fréquence maximale, la réorganisation du réseau de bus, l'aménagement urbain et la circulation au niveau des deux tracés :

	Tracé A	Tracé B
Coût investissement – fonctionnement	291 M€ et 931 000 km/an	288 M€ et 929 000 km/an
Fréquence maximale	8 minutes (en raison de la voie unique)	Inférieure à 8 minutes (pas de voie unique)
Réorganisation bus	Très complexe rue Caponière	Maintien d'une bonne desserte sur tous les secteurs
Aménagement urbain	Requalification d'une entrée de ville	Mutation du secteur Quartier Loge
Circulation	Risque de report au cœur des quartiers	Moindre impact

Suite aux avis exprimés en concertation publique, d'une part, et à l'analyse des contraintes d'exploitation, d'autre part, **le choix retenu par les élus de la Communauté urbaine Caen la mer est celui du tracé B** (délibération du Bureau communautaire du 28 février 2023).

En effet, pour l'exploitabilité de la ligne avec une infrastructure en voie double, pour son évolutivité qui permettra d'augmenter la fréquence, pour le maintien de la bonne desserte en bus sur tous les secteurs et pour l'accompagnement de la mutation du secteur du centre-ville (Cité de l'Air, Quartier Loge), ce tracé B est le plus approprié pour l'extension du réseau du tramway de Caen la mer.



Tracé B retenu pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer
(source : Dossier de concertation préalable, juillet 2022)

4.3.3. Adaptations du tracé suite au choix de la solution retenue

Le projet a évolué pour intégrer au fil des études la meilleure solution possible pour le territoire. Plusieurs mesures d'évitement d'impacts environnementaux ont ainsi été prises pour aboutir au meilleur projet possible. Les principales mesures d'adaptation du projet adoptées depuis la concertation réglementaire sont présentées ci-après.

4.3.3.1. La suspension de l'extension Est de la ligne de tramway au-delà du terminus « Presqu'île »

Le tracé B présenté en concertation préalable comprenait une extension Est de la ligne de tramway au-delà du terminus « Presqu'île » vers le Quai de Normandie, puis la Chaussée d'Alger.

Toutefois, cette extension Est a été suspendue en raison d'enjeux forts liés au risque d'inondation dans le secteur. En effet, suite au rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) de mars 2023, il est évoqué une élévation du niveau des mers de 1 m à l'horizon 2100. L'État et la Communauté urbaine vont engager une étude destinée à simuler l'impact de cette hausse, les effets attendus devant se faire sentir jusque dans l'agglomération caennaise, dont notamment la presqu'île située entre le canal et l'Orne, dont la desserte par la branche Est du futur tramway était prévue. En septembre 2023, la Communauté urbaine a donc annoncé sa décision de suspendre le projet d'aménagement de cette presqu'île (2 500 logements prévus) en l'attente des résultats de cette étude, et en conséquence, de ne pas engager les travaux prévus de prolongation Est de la ligne de tramway.

Par conséquent, deux stations initialement prévues ne seront pas aménagées : il s'agit des stations « Quai de Normandie » et « Chaussée d'Alger ».

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer conserve donc son terminus Est existant à l'arrêt « Presqu'île ».

Toutefois, le projet prévoit le réaménagement du terminus « Presqu'île », pour permettre le fonctionnement avec deux lignes et le remisage de deux rames supplémentaires. Ainsi, les voies existantes sont prolongées vers l'Est sur une longueur d'environ 130 mètres.

4.3.3.2. L'adaptation du tracé au niveau du lycée Malherbe

Afin d'éviter tout impact sur le site de la Prairie de Caen qui constitue un milieu naturel d'intérêt en cœur de ville, le tracé de la plateforme tramway a été décalé du côté du lycée Malherbe,

La Prairie est en effet un site qui abrite une biodiversité remarquable et est à ce titre un site inscrit.

4.3.3.3. La modification du tracé boulevard Pompidou

Le projet présenté lors de la concertation préalable prévoyait que le tramway soit positionné dans la contre-allée côté stade d'Ornano sans empiéter sur les voies de circulation actuelles. Cette disposition aurait nécessité que les riverains traversent les voies de tramway pour accéder à leur parking résidentiel, ce qui induirait une gestion par feu tricolore des différents usagers.

La Communauté urbaine a modifié sensiblement son projet en choisissant de positionner les voies en axial du boulevard, les voies de circulation étant réparties de chaque côté du tramway, ce qui facilite les accès riverains et évite les conflits riverains/déplacements cyclables.

4.3.3.4. L'ouvrage de franchissement du périphérique (RN814)

Au niveau de la branche Nord-Ouest de l'extension du tramway, le projet doit franchir le périphérique de Caen (RN814) en passage supérieur.

Deux variantes ont été étudiées : l'élargissement de l'ouvrage routier existant ou la construction d'un nouvel ouvrage d'art accolé à l'ouvrage existant.

La solution de construction d'un nouvel ouvrage d'art accolé au passage supérieur existant a été retenue, car elle permet de limiter fortement l'impact du projet sur la circulation en phase travaux (plusieurs mois de travaux) et de réduire le coût d'opération.

4.3.3.5. L'insertion du tramway au niveau de la rue du Capitaine Boualam

La rue du Capitaine Boualam a fait l'objet de l'étude de différentes variantes d'insertion. Pour permettre le passage de différents usages sur cette voirie, la solution de voies entrelacées (voie unique de tramway pour les deux sens de circulation) a été retenue. Cette solution rend possible l'aménagement de pistes cyclables en plus des voies de tramway, alors que le secteur est très contraint d'un point de vue foncier. De plus, les voies entrelacées ne limitent pas la fréquence atteignable sur la ligne.

4.3.3.6. L'insertion du tramway au niveau de la rue de Bernières et du boulevard du Maréchal Leclerc

Le projet d'extension du tramway rejoint le boulevard Bertrand, par la rue de Bernières et le boulevard du Maréchal Leclerc, depuis le débranchement existant après la station « Bernières » sur l'avenue du Six juin.

Plusieurs contraintes ont été identifiées dans ce secteur. La position du débranchement insère la plateforme côté Nord de l'avenue. La rue de Bernières est plantée et les alignements d'arbres doivent être conservés. La place du Théâtre est flanquée d'un immense platane qu'il faut conserver. Enfin, sous le boulevard du Maréchal Leclerc se trouve la Rigole Alimentaire, vieil ouvrage de plusieurs mètres de large canalisant le Petit Odon jusqu'à la Prairie. Sur cet ouvrage, il n'est pas possible de poser la plateforme tramway, il faut la ponter. Or à l'angle où la Rigole rejoint la rue de Bernières-le boulevard du Maréchal Leclerc, la Rigole est très proche d'un bâtiment et ce serait très risqué d'insérer la plateforme côté Nord. Cela implique donc la nécessité de passer la plateforme du Nord au Sud de la rue, au niveau du croisement Bernières/Leclerc.

De plus, le projet a pour ambition de s'accompagner d'un apaisement de la circulation sur cet axe, avec à terme un projet de piétonnisation possible. La circulation automobile n'est donc plus que de desserte.

Après l'élaboration de multiples scénarios, la solution retenue permet de conserver les alignements d'arbres et le grand platane. Les circulations cyclables sont sécurisées et la desserte riveraine est bien assurée.

4.3.3.7. L'insertion du tramway au niveau de la rue du Chemin Vert

Au Sud de la rue du Chemin Vert, entre la rue de Secqueville et le boulevard Dunois, le profil de voirie actuel est constitué d'une voie pour véhicules légers dans le sens descendant Nord-Sud, d'une voie dédiée aux bus dans le sens montant, et d'une piste cyclable bidirectionnelle avec trottoirs séparés par une haie d'arbres et d'arbustes de la voirie.

Dans cette configuration, il n'est pas possible de faire passer la plateforme tramway et une voie pour véhicules légers à sens unique sans détruire la haie.

Une configuration a donc été recherchée permettant de conserver la haie. La possibilité de passer la voie tramway en site mixte sur cette dernière partie a été étudiée.

Cette variante en site mixte présente cependant des défauts. La haie constitue un obstacle visuel pour le conducteur du tramway. Ainsi, au niveau des carrefours, il aurait fallu supprimer plusieurs mètres de haie pour assurer un minimum de visibilité pour des questions de sécurité. Par ailleurs, la nécessité de créer des refuges piétons et les largeurs minimum de voies pour le tramway et la voie mixte ne permet pas d'avoir des stationnements, plantations et trottoirs confortables côté Ouest.

Enfin, le site mixte est pénalisant pour l'exploitation du tramway. L'analyse circulation montre que les remontées de files du carrefour Dunois iraient au-delà du site mixte. Les phases de feux ne permettraient pas un écoulement satisfaisant des véhicules sur la rue du Chemin Vert sauf à bloquer la circulation du boulevard Dunois qui est un axe structurant de circulation pour Caen.

4.4. LE CHOIX DES STATIONS

4.4.1. Le choix de localisation des stations

La localisation des stations a fait l'objet d'un travail approfondi de manière à proposer des stations qui répondent au mieux aux enjeux d'attractivité, d'environnement, de limitation des emprises et de prise en compte des autres usages locaux.

4.4.1.1. L'implantation d'une nouvelle station au niveau du parking-relais « Chemin Vert »

À la suite de la concertation préalable, la Communauté urbaine a décidé de prévoir une nouvelle station « Chemin Vert » au droit du futur parking-relais « Chemin Vert », tout en préservant la station « Molière » destinée à desservir le cœur de quartier, résidentiel et commercial.

La station « Chemin Vert » sera donc attenante au P+R « Chemin Vert », ce qui favorisera l'intermodalité et l'attractivité du P+R.

4.4.1.2. L'ajout de la nouvelle station « Venoix »

La concertation a également abouti à l'ajout de la station « Venoix » afin d'améliorer la desserte du quartier Venoix et le haut de la rue Caponière, tout en offrant une intermodalité forte avec le réseau Nomad desservant l'avenue Henry Chéron.

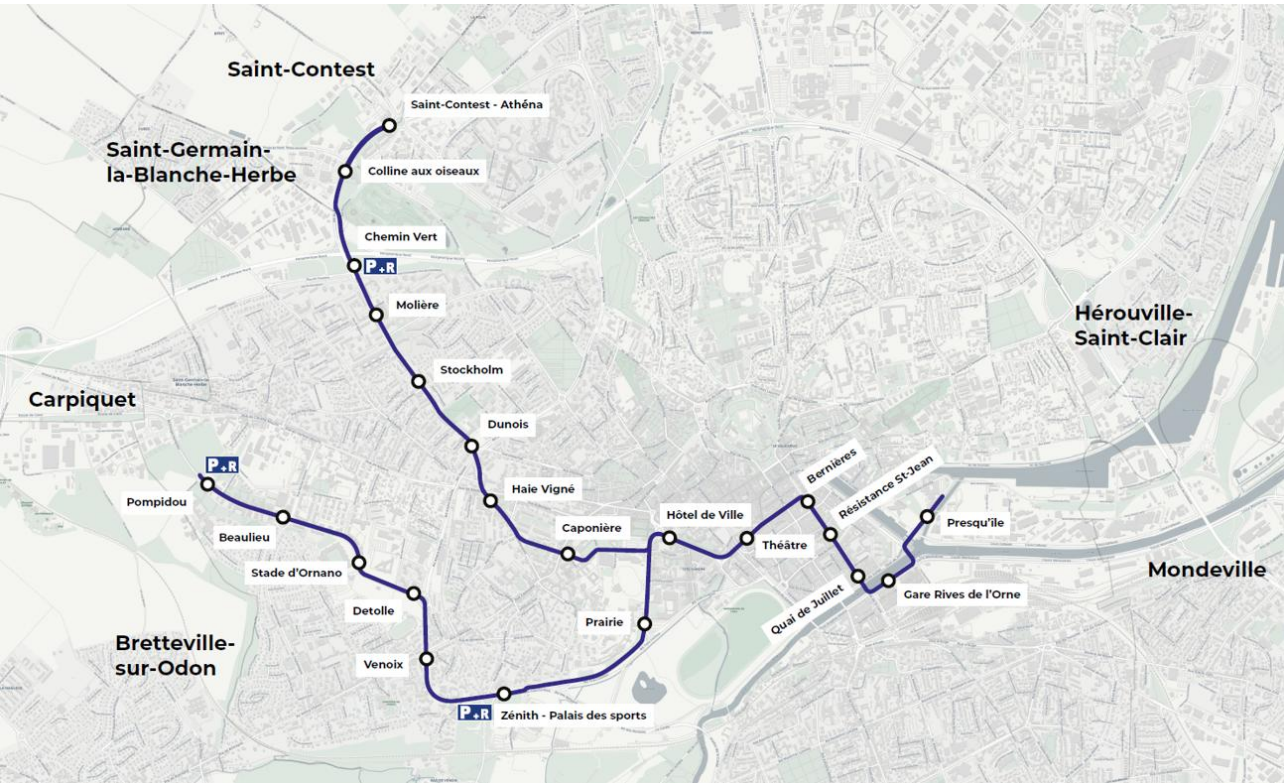
4.4.2. Le choix du nom des stations

Par ailleurs, le nom des stations a fait l'objet d'une consultation du public. Après deux mois de consultation à l'été 2023, 4 665 personnes ont participé en ligne pour choisir les noms des nouvelles stations du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Le tableau en page suivante présente l'évolution des noms des stations, entre ceux présentés lors de la concertation préalable et les noms finalement retenus.

Nom donné aux stations lors de la concertation publique préalable	Nom définitif donné aux stations
Branche Nord-Ouest vers Saint-Contest via le quartier du Chemin Vert	
Montgomery	Saint-Contest - Athéna
Maréchal Juin	Colline aux oiseaux
Méridien	Chemin Vert
Molière	Molière
Stockholm	Stockholm
Dunois	Dunois
Bayeux	Haie Vigné
CHS Bon Sauveur	Caponière
Branche Ouest vers Pompidou	
A. Sorel	Prairie
Zénith	Zénith – Palais des Sports
-	Venoix (nouvelle station)
Stade de Venoix	Detolle
Stade d'Ornano	Stade d'Ornano
N. Oresme	Beaulieu
Pompidou	Pompidou
Tronc commun (centre-ville / Presqu'île)	
Hôtel de Ville	Hôtel de Ville
Théâtre	Théâtre

La figure ci-dessous présente le tracé de l'extension du tramway de Caen la mer avec les noms définitifs attribués aux stations.



Localisation et nom des stations du projet d'extension du tramway de Caen la mer
(source : Caen la mer)

4.5. LA PRISE EN COMPTE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX, PAYSAGERS ET DE L'INTERMODALITE

4.5.1. Paysage et urbanisme

La ligne de tramway est un projet de transport public, mais aussi un projet de recomposition de la ville. Le tramway s'insère dans une logique globale de déplacement avec l'ensemble des autres modes. Le projet d'extension du tramway vient compléter le réseau de transport en commun existant en permettant de mieux desservir l'Ouest de la communauté urbaine Caen la mer tout en favorisant le report modal des voitures vers les transports en commun et les modes actifs.

Ce moyen de transport efficace et capacitaire va être un formidable outil pour la mise en valeur et le développement de ce territoire. Ce projet s'insère dans une vision commune du territoire et de son développement, où se mêlent les transports, l'aménagement du territoire, l'aménagement des espaces publics, développement urbain et environnement.

Il s'agit ici de proposer des aménagements à même de préserver les spécificités locales pour améliorer la vie des quartiers traversés tout en fédérant une identité commune. Le réaménagement des espaces publics de façade à façade sur les voiries empruntées par la nouvelle infrastructure de tramway permet de valoriser un aménagement urbain et une insertion paysagère qualitatifs :

- La ligne aérienne de contact (LAC) sera déployée sur la majorité du tracé à l'exception du centre-ville. Ce choix est guidé par une volonté de préserver et mettre en valeur le patrimoine historique et architectural du centre-ville de Caen.
- Afin de contribuer localement à la lutte contre le changement climatique et d'améliorer le confort en ville, la végétalisation de l'espace urbain est un objectif à atteindre. L'insertion de la plateforme de tramway est une opportunité pour apporter de la végétation grâce à la mise en place d'une plateforme végétalisée : sur 10,5 km de plateforme de tramway, environ 80 % du linéaire sera végétalisé.
- Le développement de la ligne de tramway s'accompagne d'une mise en valeur et d'une requalification du paysage des espaces environnants. L'objectif est de préserver au maximum les arbres existants. Les aménagements paysagers du tramway sont pensés pour valoriser la biodiversité et le confort d'usage. L'implantation et le développement de strates végétales sont primordiales pour valoriser et favoriser la biodiversité. Le végétal joue également un rôle d'animation urbaine. Le projet paysager prévoit la plantation de trois strates (herbacée, arbustive, arborée) qui permet d'avoir une gestion saisonnière des floraisons avec en premier lieu une alternance d'espaces caducs et persistants, ainsi que des périodes de floraisons apportant différentes ambiances paysagères au fil des saisons.
- La gestion durable et intégrée des eaux pluviales constitue actuellement un enjeu majeur de manière à prévenir les inondations, apporter des ilots de fraîcheur en milieu urbain, favoriser la nature en ville et contribuer à l'adaptation au changement climatique. Les modalités de gestion des eaux pluviales du projet ont fait l'objet d'une étude comparative afin de tenir compte des spécificités locales de terrain. La solution d'infiltration et de rétention des eaux pluviales sous la plateforme du tramway, dans les zones favorables à l'infiltration, a été retenue.

4.5.2. Intermodalité

Proposer un transport en commun en site propre, c'est avant tout desservir un territoire et ses points névralgiques. L'ensemble du linéaire, que ce soit dans le choix du tracé lui-même ou des stations, est destiné à permettre au plus grand nombre de bénéficier de l'effet tramway. L'extension du tramway de Caen la mer constitue un nouveau chaînon du réseau de transport en commun qui permettra, au-delà de la desserte locale, le rabattement des populations périphériques et proposera une offre complémentaire plus fine au réseau Twisto existant.

L'insertion d'un nouveau mode de transport doit forcément tenir compte des infrastructures actuelles, ainsi que du réseau de transports en commun existant, en étant connectée à ce dernier. Les connexions engendrées par le croisement de ces transports permettent de ce fait de simplifier les déplacements et assurent une meilleure accessibilité aux lieux d'emploi, d'études, d'affaires et de loisirs.

Ce nouveau mode de transport en commun s'accompagne d'un projet dédié aux modes actifs (piétons, cycles). Plutôt que de restituer à l'identique les fonctionnalités piétonnes et cyclables impactées par le projet de tramway, la communauté urbaine Caen la mer a fait le choix de développer des itinéraires cyclables et dédiés aux piétons continus, sécurisés, confortables et attractifs.

Dans l'optique de développement de l'intermodalité, Caen la mer a également la volonté de proposer des aires de stationnement localisées aux points d'entrées dans la ville de Caen, qui permettent de favoriser l'usage des transports en commun et les déplacements doux pour les déplacements urbains.

Ainsi, un parking-relais accompagne le projet de tramway, le P+R « Chemin Vert ». Ce parking-relais a fait l'objet d'une réflexion quant à sa localisation. Initialement implanté sur une aire inscrite en zone naturelle au Plan Local d'Urbanisme de Caen, dans un parc arboré, ce P+R a été repositionné au droit d'une zone de stationnement existante, pour éviter une imperméabilisation supplémentaire, de plus en zone naturelle. Ce parking-relais bénéficie d'une position stratégique, à proximité du périphérique Nord et de la future station de tramway « Chemin Vert ». L'aménagement pourra évoluer à moyen/long terme avec une transformation possible du parking de surface en parking silo.

L'extension du tramway pourra bénéficier de la proximité de deux autres zones de stationnement réalisées dans le cadre d'opérations connexes, et qui serviront également de parkings-relais : les P+R « Zénith - Palais des sports » et « Pompidou ». Ces parkings-relais sont placés au niveau des terminus et des points d'entrées dans la ville de Caen. Ils favorisent ainsi les changements de mode de déplacements. Les automobilistes venant des communes voisines, n'ayant d'autres choix que d'utiliser leurs voitures pour se rendre dans l'aire urbaine de Caen peuvent, de ce fait, stationner dans ces stationnements incitatifs. Ils ont ensuite la possibilité de se déplacer en utilisant le réseau de transport en commun pour circuler dans l'agglomération. C'est une solution simple et flexible pour inciter les citoyens à réduire l'utilisation de l'automobile au sein même de la ville.

Enfin, il était envisagé l'aménagement d'un pôle d'échanges multimodal à proximité de la Prairie de Caen, en face de l'avenue Albert Sorel. Localisé à proximité de nombreux équipements sportifs, culturels et institutionnels, il pouvait proposer une interface entre les lignes de bus et la ligne de tramway, ainsi que des connexions avec le parking automobile existant, conservé en l'état. Toutefois, l'étude du réseau de transport à terme amène à privilégier une desserte sur le boulevard Yves Guillou plus en adéquation avec le besoin.

5. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES

5.1. DEMARCHE ÉVITER, REDUIRE, COMPENSER

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans une démarche de développement durable, consistant à rechercher, dans la définition des fonctionnalités et des possibilités d'aménagement, à éviter les impacts environnementaux, puis lorsque cela n'est pas possible, à rechercher une moindre incidence des ouvrages et des aménagements sur les milieux.

Développée dans le respect de la réglementation environnementale en vigueur, cette démarche repose sur trois principes :

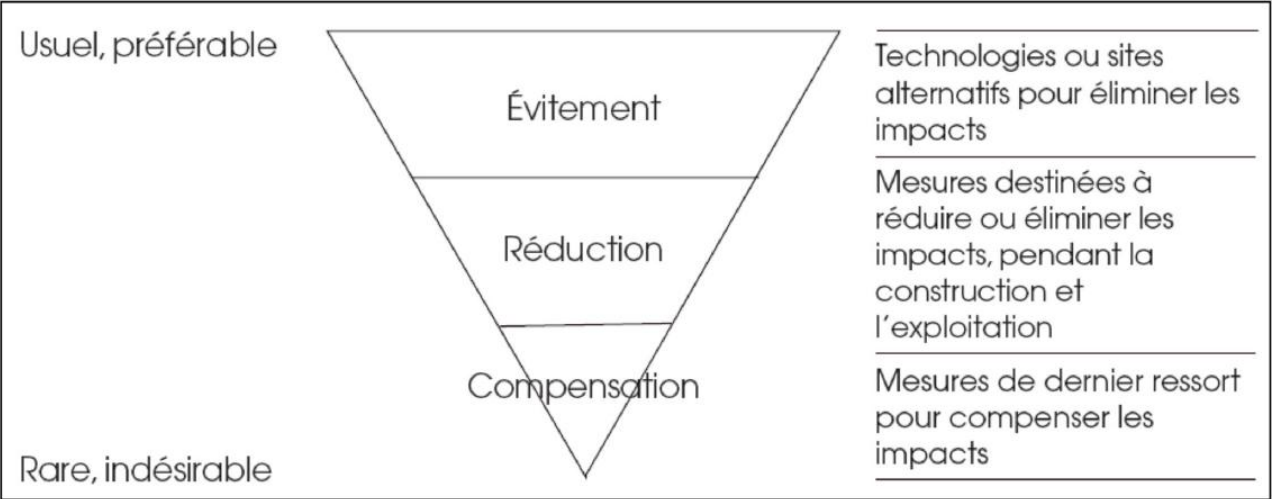
- d'abord Éviter les impacts potentiels, grâce à une conception prenant en compte les enjeux environnementaux en présence et la moins impactante possible ;
- ensuite Réduire les impacts qui n'ont pu être évités ;
- et, si nécessaire, Compenser les impacts résiduels, après application des mesures de réduction.

5.2. SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET DES MESURES

Cette partie d'analyse des effets présente les impacts généraux et localisés du projet, en indiquant, thème par thème, les effets liés à la phase travaux et ceux liés à la phase d'exploitation, c'est-à-dire lorsque l'extension Ouest du tramway de Caen la mer sera mise en service, ainsi que les opérations annexes que sont la dépose de la Ligne Aérienne de Contact (LAC) entre les stations « Bernières » et « Place de la Mare », la modification du terminus Nord existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair », la modification du terminus de la ligne existante T2 « Presqu'île » à Caen et l'extension du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne.

En réponse aux effets déterminés, des mesures environnementales adaptées sont proposées, c'est-à-dire des dispositifs, actions ou organisations dont l'objectif est de supprimer, réduire, et le cas échéant compenser un effet négatif des aménagements.

Le schéma ci-dessous illustre les trois types de mesures qui peuvent être mises en œuvre face aux impacts identifiés :



Les mesures présentées dans les tableaux de synthèse en pages suivantes sont précédées d'une lettre qui définit la catégorie de mesure :

- E pour évitement ;
- R pour réduction ;
- et C pour compensation

Des mesures d'accompagnement (A) sont également ponctuellement proposées, en complément des mesures d'évitement, de réduction, de compensation. Ces mesures permettent de renforcer leur pertinence et leur efficacité, mais ne sont pas en elles-mêmes suffisantes pour assurer une compensation.

5.2.1. En phase travaux

Le tableau ci-après présente la synthèse des effets du projet et des mesures en faveur de l'environnement en phase travaux :

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
Déroulement des travaux	Emprise des travaux	Perturbation de la circulation routière, des cheminements modes actifs et la modification du terminus	Modéré	R – Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R – Plan de circulation en phase travaux R – Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Dispositif de limitation des nuisances paysagères R – Dispositif de repli du chantier R - Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Sécurité du chantier	Perturbation et insécurité des usagers (voiture, cyclistes et piétons)	Modéré	R – Dispositifs de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Plan de circulation en phase travaux R - Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Risques d'interférence avec les projets connexes	Gênes mutuelles	Faible	R – Concertation des maîtres d'ouvrage des projets connexes	Négligeable	/
	Stockage des matériaux	Encombrement et/ou pollutions diverses	Modéré	R – Limitation /adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Faible	/
	Déchets	Production de déchets de chantier	Modéré	R – Tri et recyclage des déchets de chantier	Faible	/
Population et santé humaine	Population / riverains	Déviation de la circulation générale Difficultés d'accès aux habitations riveraines Limitation des accès des véhicules, notamment les poids-lourds et les véhicules de livraison Modification des lignes ou des arrêts de bus Réduction ou suppression de places de stationnement Détérioration provisoire des voiries engendrant des difficultés d'accès pour les piétons, les vélos et les véhicules des clients Modification de la visibilité des commerces	Modéré	R – Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Plan de circulation en phase travaux R - Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Emploi	Création d'emplois directs et indirects	Positif	/	/	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
	Qualité de l'air et santé	Augmentation des émissions de polluants atmosphériques (engins de chantier, trafic lié à la réalisation des travaux) Émissions de poussières durant les phases de terrassements	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Négligeable	/
	Nuisances acoustiques et santé	Augmentation du niveau sonore à proximité des sites de chantier, ainsi que le long des itinéraires empruntés par les véhicules de chantier (transport de matériaux)	Modéré	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Faible	/
	Vibrations	Vibrations lors de la réalisation de certains travaux (démolition, découpage de béton, ...)	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie R – Adaptation de la période de travaux (calendrier et horaires) R – Communication et information aux riverains et aux usagers des voiries impactées par les travaux	Négligeable	/
	Émissions lumineuses	Pollution lumineuse pendant les travaux de nuit potentiels	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances sur le cadre de vie	Négligeable	/
	Nuisances olfactives	Gêne ponctuelle lors de la pose d'enrobés	Négligeable	/	/	/
Biodiversité	Habitats naturels	Création de zones de chantier Emprises définitives sur les habitats Abattages d'arbres Risque de dissémination d'espèces exotiques envahissantes Pollutions liées aux travaux Modification physique du sol	Faible à modéré	R – Réduction de l'emprise du projet au maximum R – Passage d'un écologue avant travaux R – Plantations en faveur de la biodiversité A – Formation du personnel lors du chantier et communication sur les zones protégées	Négligeable	/
	Zones humides	Pas de zone humide	Nul	/	/	/
	Flore	Potentielle prolifération d'espèces exotiques envahissantes Préservation de flore protégée	Fort	R – Réduction de l'emprise du projet au maximum R – Gestion des espèces exotiques envahissantes R – Passage d'un écologue avant travaux E – Mise en défens de la zone concernée par la présence de flore protégée au niveau de la base-vie dite « Palais des sports »	Négligeable	/
	Arbres	Abattage d'arbres (environ 450 arbres)	Modéré	R – Interventions d'abattage d'arbres et de haies à réaliser hors de la période sensible pour la faune R – Passage d'un écologue avant travaux R – Plantations en faveur de la biodiversité	Négligeable	/
	Faune	Destruction et/ou altération d'habitats d'espèces Destruction/perturbation d'individus Création de pièges sur le chantier	Modéré à fort	R – Mise en défens des zones refuges du Hérisson d'Europe et des espaces les plus arborés lors des travaux R – Limitation de l'impact sur l'habitat du Hérisson d'Europe dans le secteur de la maison du Général R – Réduction de l'emprise du projet au maximum	Faible	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
				R – Interventions d'abattages d'arbres et de haies à réaliser hors de la période sensible pour la faune R – Passage d'un écologue avant travaux R – Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers R – Plantations en faveur de la biodiversité A – Installations de gîtes artificiels		
Terres, sols, eaux, air et climat	Géologie, sol et sous-sol	Opérations de déblais/remblais Apparition de la présence d'une anomalie et/ou vestige d'un ancien puits	Modéré	R – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Négligeable	/
	Topographie	Terrassements (déblais/remblais) nécessaires pour adapter le tracé à la topographie du site	Modéré	R – Optimisation de la gestion des matériaux (déblais et remblais)	Négligeable	/
	Eaux souterraines	Tassements de sol peuvent potentiellement nuire aux écoulements souterrains Pompages ou rabattements temporaires Risques de pollutions Remontée de nappe	Modéré	R – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	Négligeable	/
	Eaux superficielles	Risques de pollutions en période de préparation de chantier Risques de pollutions liés au fonctionnement des engins de chantier Pollution accidentelle	Modéré	R – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	Négligeable	/
	Climat	Pas d'effet sur le climat en phase travaux	Nul	/	/	/
Biens matériels et activités humaines	Équipements commerces et services	Difficultés de stationnement et d'accessibilité à certains équipements (lycée Malherbe, stade d'Ornano, Zénith, ...) et commerces Perturbations du fonctionnement des équipements et des commerces par les nuisances du chantier Perturbation du système éducatif et sportif du lycée Malherbe Perturbation des activités de l'EPSM	Fort	R – Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier R – Balisage préventif divers R – Mesures relatives aux activités du lycée Malherbe et de l'EPSM de Caen pendant les travaux	Modéré	C – Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway A – Accompagnement financier à destination des commerces impactés par le projet pendant la phase travaux
	Infrastructures et déplacements	Fermeture provisoire de voies de circulation Réduction de la largeur des voies Limitation des vitesses de circulation Augmentation de la circulation des poids-lourds pour le transport de	Fort	R – Adaptation des circulations et des déplacements en phase chantier R – Plan de circulation en phase travaux R – Balisage préventif divers R – Mesures relatives aux travaux sur les voies de tramway existantes (mise en place de bus de substitution et travaux réalisés en période estivale)	Faible	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels	Mesures de compensation
		matériaux et d'équipements liés au chantier Modification temporaire des plans de circulation (routière, modes doux) Traversée difficile de certains carrefours Perturbations des accès riverains Perturbations du réseau de transport collectif Perturbations ponctuelles de l'offre de transport tramway pendant la dépose de ligne aérienne de contact en centre-ville de Caen Difficultés de stationnement				
	Réseaux de transport d'énergie et télécommunications	Interception des réseaux existants Coupures spécifiques lors des déposes et poses	Modéré	E – Concertation avec les gestionnaires et concessionnaires de réseaux dans le but de prévenir les risques d'interception des réseaux existants et de définir les modalités de déviation et de protection	Faible	/
	Foncier	Démolitions de bâtiments Procédures d'expropriation Occupations de terrains pour les besoins du chantier	Fort	R – Limitation/adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier.	Modéré	C – Reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway C – Indemnisation des propriétaires de parcelles privées qui sont impactées par le passage du tramway
Paysage et Patrimoine	Paysage urbain	Présence d'équipement de chantier Coupe de 452 arbres Dégradation de la perception paysagère	Fort	R – Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux	Modéré	C – Plantations d'arbres (810 arbres replantés)
	Patrimoine archéologique	Risque de destruction ou perte de patrimoine Mise à jour éventuelle de sites ou de pièces archéologiques	Modéré	E – Réalisation d'un diagnostic archéologique préventif et de fouilles archéologiques entre l'avenue du Six Juin et la rue Damozanne R – En cas de découverte fortuite lors des travaux, déclaration immédiate au Maire et au Préfet pour prise de mesures adéquates à la conservation des vestiges	Faible	/
	Patrimoine historique	Présence de zones de chantier qui impacteront temporairement le patrimoine historique du centre-ville (covisibilité)	Fort	R – Dispositif de limitation des nuisances paysagères en phase travaux R – Respect des prescriptions du site patrimonial remarquable de Caen et des recommandations de l'Architecte des Bâtiments de France vis-à-vis des monuments historiques	Faible	/
Risques	Risques naturels	Remblais définitifs et provisoires dans la zone inondable de l'Orne pour la mise en œuvre du soutènement (talus et remblai renforcé) au niveau du lycée Malherbe	Fort	R – Mise en œuvre des prescriptions des études géotechniques au droit de la plateforme du tramway R – Prise en compte du risque sismique lors du dimensionnement des ouvrages d'art	Modéré	C – Compensation hydraulique par décaissement d'une zone en amont hydraulique de la zone impactée
	Risques technologiques	/	Nul	/	/	/

5.2.2. En phase d'exploitation

Le tableau ci-après présente la synthèse des effets du projet et des mesures en faveur de l'environnement en phase d'exploitation.

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels
Population et santé humaine	Population	Amélioration globale de l'offre de transport Augmentation de l'attractivité de certains quartiers Amélioration de l'accessibilité des personnes à mobilité réduite Mise en sécurité des traversées piétonnes et cyclables	Positif	/	/
	Emploi	Création d'emplois	Positif	/	/
	Qualité de l'air et santé	Diminution des émissions routières Réduction des concentrations moyennes et maximales en polluants Aucun dépassement des normes de la qualité de l'air	Positif	/	/
	Nuisances acoustiques et santé	Impacts acoustiques du projet peu significatifs à l'exception de quelques zones localisées	Faible	R – Réduction des gênes sonores liées aux crissements du tramway (bruits émergents) R – Mise en place de protections acoustiques par isolation de façade (trois bâtiments concernés)	Négligeable
	Vibrations	Risque d'impact vibratoire dans certaines zones (rue du Chemin vert, Rue Damozanne, centre-ville)	Faible	R – Pose de dalles anti vibratiles au droit de la plateforme de tramway	Négligeable
	Émissions lumineuses	Présence d'éclairage public sur le projet d'extension de tramway de Caen la mer	Faible	R – Dispositif de limitation des nuisances lumineuses en phase d'exploitation	Négligeable
	Nuisances olfactives	/	Nul	/	/
Biodiversité	Habitats naturels	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Zones humides	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Flore	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Arbres	Pas d'impact en phase exploitation	Négligeable	/	/
	Faune	Perturbation d'individus Augmentation des surfaces d'habitats de vie du Hérisson Ouverture de murs et de clôtures	Modéré	R – Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages A – Mise en valeur des zones protégées par des actions de communication	Négligeable
Terres, sols, eaux, air et climat	Géologie, sol et sous-sol	Potentielle propagation des vibrations dans les zones confortées par piliers au niveau des carrières de Beaulieu	Faible	/	/
	Topographie	Pas d'impact sur la topographie	Nul	/	/
	Eaux souterraines	Risque de pollution des eaux Augmentation des surfaces végétalisées de 3,15 ha, permettant localement, dans les secteurs où cela est permis, l'infiltration des eaux dans le sol	Faible	E – Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires R – Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	Négligeable
	Eaux superficielles	Augmentation des surfaces végétalisées de 3,15 ha, permettant localement, dans les secteurs où cela est permis, l'infiltration des eaux dans le sol	Faible	E – Absence totale d'utilisation de produits phytosanitaires R – Gestion des eaux pluviales en phase exploitation – Recours partiel à l'infiltration des eaux pluviales	Négligeable

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels
		Risques de pollution mineurs			
	Climat	Réduction des émissions de gaz à effet de serre Diminution des îlots de chaleurs urbains	Positif	/	/
Biens matériels et activités humaines	Équipements, commerces et services	Amélioration de la desserte des équipements, des zones d'activités et des commerces Retombées économiques positives	Positif	/	/
	Infrastructures et déplacements	Amélioration de l'offre en transport en commun Optimisation et fiabilité des temps de parcours pour les déplacements entre l'Ouest de l'agglomération et le centre-ville de Caen Amélioration et sécurisation des déplacements modes actifs Conditions de circulations apaisées sur les axes empruntés par le tramway Évolution du trafic routier : baisses de trafic sur les axes empruntés par le tracé tramway et augmentation de trafic sur des itinéraires de report Modifications localisées du plan de circulation (secteur rue du Chemin Vert / boulevard Dunois / rue de Bayeux et secteur rue de Bernières) Réaménagement de certains carrefours du tracé Reprogrammation ou créations de carrefours Modification des possibilités de stationnement : suppressions locales de places et aménagement de parkings relais en périphérie de la ville de Caen	Positif	/	/
	Réseaux de transport d'énergie et télécommunication	Effets sur les réseaux liés aux courants vagabonds	Faible	Isolement du rail par rapport au sol à l'aide de chambres d'éclissage Renouvellement des canalisations par des conduites avec des matériaux non sensibles Fourreautage des canalisations Mise en œuvre de mesures de drainage Mise en œuvre d'équipements en sous-station pour le retour du courant	Négligeable
	Foncier	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/
Paysage et Patrimoine	Paysage urbain	Amélioration de l'environnement et du paysage urbain Ambiance urbaine apaisée le long du tracé Végétalisation de la plateforme sur 80% de son linéaire Suppression de la ligne aérienne de contact en centre-ville	Positif	/	/
	Patrimoine archéologique	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/

Thématique	Facteurs environnementaux	Effets directs et indirects	Intensité de l'effet	Mesures associées	Impacts résiduels
	Patrimoine historique	Amélioration de la perception des éléments de patrimoine historique dans le centre-ville de Caen du fait de l'absence de ligne aérienne de contact	Positif	/	/
Risques	Risques naturels	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/
	Risques technologiques	Pas d'impact en phase exploitation	Nul	/	/

5.3. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT ET VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Vis-à-vis du climat, le projet :

- peut modifier le climat local en modifiant les conditions météorologiques en un lieu donné ;
- peut contribuer à augmenter ou diminuer les émissions de gaz à effet de serre, on parle plutôt des effets sur le climat « global » ;
- peut s'avérer vulnérable aux effets du changement climatique.

5.3.1. Incidences du projet sur le climat local

Du fait de sa nature, en s'inscrivant essentiellement sur ou à proximité d'infrastructures de voiries existantes, le projet ne modifiera pas l'évapotranspiration ou les écoulements d'air locaux. Il n'aura donc pas d'impact sur le climat local.

Le travail d'aménagement paysager associé au projet tend même à diminuer le phénomène d'îlot de chaleur au travers d'une baisse de l'artificialisation des sols.

5.3.2. Incidences du projet sur le climat global – Bilan des émissions de gaz à effet de serre

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer incite à l'utilisation des transports en commun, au développement de l'intermodalité et donc à la baisse des déplacements en véhicules particuliers. L'aménagement de pistes cyclables et de trottoirs sécurisés permet également d'encourager le recours aux mobilités actives. L'ensemble de ces dispositifs permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre, ce qui est et in fine bénéfique sur le climat local et global.

5.3.3. Vulnérabilité du projet au changement climatique

L'infrastructure tramway a été conçue en prenant en compte des conditions climatiques proches ou plus difficiles que celles estimées dans le cadre des projections de changements climatiques.

Le tableau ci-dessous présente les principaux impacts et mesures proposées pour tenir compte du changement climatique.

Effets liés au changement climatique		Impacts potentiels sur le projet	Mesures éventuelles à envisager pour le projet
Augmentation des températures	Augmentation des températures extrêmes	- Dégradation des équipements (électriques, sous-stations, caténaires...) - Conséquences pour le confort et la santé des usagers - Les rails étant posés sur du béton, il n'y pas de risques de dilatation des rails en cas de canicule.	Mesures d'adaptation de la conception : - Contraintes intégrées dans le dimensionnement des composantes du projet - Adaptation du système de ventilation et chauffage Mesures en phase exploitation pour réduire la vulnérabilité : - Surveillance de l'infrastructure et détection des problèmes de pose ou de maintenance.
	Sécheresse	- Augmentation du risque de la rétraction des argiles ; - Conséquences sur les fondations, la stabilité des ouvrages d'art.	Mesures d'adaptation de la conception : - Études géotechniques réalisées au droit du projet permettant de préciser les mesures de construction à prendre en fonction des sols et notamment de leur tenue par rapport à des phénomènes de glissement de terrain provoqué par la sécheresse. Mesures en phase d'exploitation pour réduire la vulnérabilité : - Surveillance régulière des ouvrages.
Précipitations fréquentes et plus concentrées	Augmentation du risque d'inondation par ruissellement et débordement	- Risque d'aggravation de la saturation et des débordements des réseaux existants - Dans les cas extrêmes, risques d'interruptions temporaires du trafic par submersion, coulées boueuses et glissements de	Mesures de conception : - Les études géotechniques au droit des voiries et des bâtiments préciseront les mesures à mettre en place pour une bonne tenue des bâtiments et de la plateforme en fonction des sols et notamment de leur tenue à l'eau afin de réduire les risques de dégradation du bâti, de

Effets liés au changement climatique		Impacts potentiels sur le projet	Mesures éventuelles à envisager pour le projet
		terrains et des dommages importants à celle-ci. - Ces épisodes de précipitations extrêmes pourraient allonger les délais de construction des infrastructures et des bâtiments et augmenter par conséquent les coûts. - Ils peuvent également entraîner des instabilités des sols avec des incidences sur les bâtiments (dégradation, fissure, ...). - Risque pour les appareils électriques. Conséquences sur leur fonctionnement et la sécurité.	l'infrastructure et les impacts financiers qui en découlent (reconstruction, indemnités d'assurance). - Mise en œuvre d'une gestion des eaux pluviales conformes aux règles de dimensionnement imposées au niveau de la zone du projet : gestion des eaux pluviales par infiltration quand cela est possible : réduction des ruissellements rejetés au réseau pouvant amener des débordements et des risques d'inondation.
Vents et tempêtes	Augmentation des épisodes climatiques extrêmes	- Conséquences sur la sécurité des voyageurs et les riverains : Chutes d'arbres, de panneaux de signalisation, de candélabres, des poteaux Lignes aériennes de Contact (LAC) etc...	Mesures de conception : La conception des bâtiments pour les sous-stations et des poteaux des Lignes Aériennes de Contact (LAC) prendra en compte les risques de vents violents afin de réduire les risques de dégradation du bâti et les impacts financiers qui en découlent (reconstruction, indemnités d'assurance). Mesures de surveillance au niveau de du réseau tramway et de ses abords.

5.4. INCIDENCES RESULTANT DE LA VULNERABILITE DU PROJET A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DES CATASTROPHES MAJEURES, ET MESURES

Les projets en général peuvent être confrontés à des risques d'accidents majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (tempête, inondation, mouvement de terrain, etc.), technologique (nuage toxique, explosion, radioactivité, etc.), ou à des situations d'urgence particulières (intrusion de personnes étrangères, etc.) susceptibles de causer de graves dommages aux personnes et aux biens ou entraîner un danger grave, immédiat ou différé, pour la santé humaine et/ou pour l'environnement.

5.4.1. Risques de catastrophes majeurs d'origine naturelle

Type de risques	Vulnérabilité du projet
Risque sismique, aléas retrait / gonflement d'argiles et risques géotechniques	Les dispositions constructives mises en œuvre permettront de réduire la vulnérabilité du projet d'extension du tramway de Caen la mer au risque sismique, aux aléas retrait / gonflement d'argiles et aux risques géotechniques et les conséquences sur l'environnement qui pourraient en découler.
Risque d'inondation	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit très localement dans le lit majeur de l'Orne, au niveau des aménagements réalisés à proximité du lycée Malherbe. Les dispositions constructives prises lors de la conception et la mise en place d'une compensation par décaissement à l'amont hydraulique de la zone impactée permettront de limiter la vulnérabilité du projet au risque d'inondation.
Risques de tempête et vent violent	Le projet est vulnérable par rapport au risque de tempêtes et vents violents. Des dispositions constructives sont prévues dans la cadre du projet pour tenir compte de ces risques (en particulier en ce qui concerne la conception des bâtiments pour les sous-stations et la pose des lignes aériennes de contact) et ainsi limiter les risques d'arrêt d'exploitation des lignes de tramway, les dommages matériels, et les conséquences financières qui en découlent.

5.4.2. Risques technologiques majeurs

Type de risques	Vulnérabilité du projet
Risque lié aux installations classées pour la protection de l'environnement	Des mesures de prévention, d'alertes des populations et d'intervention contribuent à réduire les risques liés aux sites industriels. Le projet n'est pas vulnérable à ces risques.
Risque lié au transport des matières dangereuses	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est peu vulnérable aux risques de TMD.
Risque aérien	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer se situe en dehors de la zone admise comme étant la plus exposée à une chute d'aéronef. Le projet n'est donc pas voire peu vulnérable aux risques de chutes d'avion.
Incident nucléaire	Aucune centrale nucléaire ne se situe à proximité immédiate. La plus proche centrale nucléaire est celle de Paluel à environ 100 km de Caen. Le projet n'est pas vulnérable aux risques d'incident nucléaire.

5.4.3. Gestion des risques et de la sécurité d'un système guide

En ce qui concerne le management de la sécurité du système de transport, celui-ci est soumis aux réglementations françaises, notamment à l'application du décret pour la Sécurité des Transport Publics Guidé (STPG).

Avant la mise en service de l'extension du tramway, des essais à vide sont réalisés permettant de garantir la sécurité de la conception et de la réalisation.

Une fois la mise en service réalisée, l'infrastructure et son exploitation font l'objet d'une évaluation régulière sur la première année faisant l'objet d'un rapport d'exploitation adressé au préfet. Par la suite, le projet est suivi :

- Chaque année par un rapport d'exploitation avec les services contrôle de l'état concernant les aspects exploitation et sécurité (mise aux normes de l'infrastructure et suivi de l'accidentologie notamment),
- Lors d'un incident ou accident, par un rapport détaillé précisant les circonstances.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer bénéficie du référentiel de sécurité réglementaire et technique des lignes existantes et de leurs retours d'expériences.

5.5. MODALITES DE SUIVI DE LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES ENVIRONNEMENTALES ET DE SUIVI DE LEURS EFFETS

Les mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement doivent être couplées à un dispositif de suivi et d'évaluation destiné à assurer leur bonne mise en œuvre et garantir la réussite des actions prévues.

5.5.1. En phase chantier

En phase chantier, le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage se chargeront de vérifier les mesures adoptées par les entreprises de travaux, pour limiter les incidences sur le milieu environnant. Les entreprises de travaux devront mettre en place un plan de préservation de l'environnement et respecter scrupuleusement les engagements pris par le maître d'ouvrage sur les mesures d'évitement, de réduction et de compensation.

Un dispositif de coordination et d'information associé est mis en œuvre en amont des chantiers. Il concerne l'ensemble des intervenants et services concernés par les travaux de réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Il permet d'analyser les risques engendrés, de définir les mesures à prendre pour assurer la coactivité entre les intervenants et la population, ainsi que les mesures à mettre en œuvre pour assurer la sécurité de chacun.

Dans le cadre des chantiers, différents intervenants et entreprises spécialisées interviennent simultanément sur plusieurs sites. Chacune de ces interventions doit s'inscrire dans le cadre du planning général et prévisionnel des travaux.

Durant les travaux, les incidents ou accidents identifiés (pollution accidentelle, ...) seront notés dans un cahier par les entreprises de travaux (tableau de bord de qualité).

Les suivis des mesures générales en phase travaux sont les suivants :

- L'information et la concertation avec les habitants ;
- Le contrôle des quantités de matériaux d'apport par rapport aux quantités de matériaux réutilisés sur place ;
- Le contrôle quotidien de la météorologie / conditions climatiques afin de prévenir des terrassements en période pluvieuse ;
- Le contrôle des délimitations de chantier et le contrôle de la nature des travaux en fonction du calendrier biologique ;
- Le contrôle, le marquage des arbres à abattre et la vérification de l'absence d'espèces protégées dans ces arbres ;
- Le contrôle de l'état de propreté du chantier et le contrôle de la remise en état des sites en fin de chantier ;

- La déclaration et la mise en place d'un cahier de suivi des découvertes archéologiques fortuites ;
- En cas de coup de vent fort, la surveillance du non-envol de poussières (arrosage des zones terrassées) ;
- Et le contrôle des nuisances sonores.

D'autres mesures de suivi seront prises en phase travaux, telles que :

- le contrôle des matériaux d'apport ;
- le suivi de l'absence de travaux de terrassements en période pluvieuse ;
- le suivi des terrassements par un géotechnicien (carrières de Beaulieu) ;
- le suivi de la bonne mise en œuvre des mesures écologiques ;
- le suivi des abattages d'arbres et des arbres à protéger

5.5.2. En phase exploitation

Les mesures de suivi suivantes seront prises en phase exploitation :

- Suivi de la bonne mise en œuvre des mesures écologiques ;
- Suivi des espèces floristiques exotiques envahissantes ;
- Suivi de la faune (avifaune, chiroptères) ;
- Suivi de la renaturation des zones protégées ;
- Suivi des ouvrages du tramway au passage des carrières souterraines de Beaulieu ;
- Suivi après plantation des nouveaux arbres ;
- Réalisation de mesures acoustiques sur trois maisons d'habitation ;
- Réalisation d'un bilan socio-économique ;
- Le suivi des effets sur les nuisances (qualité de l'air, nuisances sonores).

5.6. COUT DES MESURES ENVIRONNEMENTALES

À date, le coût prévisionnel alloué aux mesures spécifiques en faveur de l'environnement (mesures ERC) pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'élève à environ 15 millions d'euros HT (y compris mesures de reconstitution des fonctionnalités impactées par le passage du tramway et indemnisations de propriétaires privés).

6. EVALUATION DES INDICENCES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000

Au regard de la localisation du projet, de son influence supposée et de sa proximité avec les sites Natura 2000, les sites concernés sont :

- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Anciennes Carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004), située à environ 5 km de l'aire d'étude rapprochée ;
- la Zone de Protection Spéciale (ZPS) « Estuaire de l'Orne » (FR2510059), située à environ 8,3 km au Nord-Est de la station existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair.

Le périmètre du projet se situe en-dehors des périmètres des sites du réseau Natura 2000 et n'en sont pas non plus frontaliers. Néanmoins, les inventaires écologiques ont montré la fréquentation du tracé par une espèce inscrite à la directive « Habitats » : le Murin de Bechstein.

Grâce à des mesures écologiques prises en amont, durant la phase travaux et pendant l'exploitation de la ligne, les impacts de la nouvelle ligne de tramway sont pour la plupart évités ou bien réduits via des mesures ciblées en s'appuyant sur des considérations temporelles, géographiques et techniques pour rechercher leur meilleur effet. Aucune incidence négative sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire dont ceux des sites du réseau Natura 2000 local ne peut être mise en avant au regard du type de projet et des mesures générales.

Le projet ne porte donc pas atteinte à l'intégrité des sites du réseau Natura 2000.

7. SPECIFICITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

7.1. CONSEQUENCES PREVISIBLES DU PROJET D'EXTENSION DU TRAMWAY DE CAEN LA MER SUR LE DEVELOPPEMENT DE L'URBANISATION

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer aura un impact positif sur la dynamique démographique à l'échelle du territoire : attractivité des quartiers desservis par le tramway, croissance démographique par l'arrivée de nouveaux ménages induite par l'amélioration des conditions de déplacements, meilleure desserte depuis le Nord et l'Ouest de l'agglomération caennaise aux équipements structurants, etc.

Enfin, le projet d'extension du tramway de Caen la mer limitera l'étalement urbain en améliorant l'attractivité de quartiers en milieu urbain en permettant la transformation des espaces aujourd'hui dédiés majoritairement à l'automobile au profit des mobilités douces.

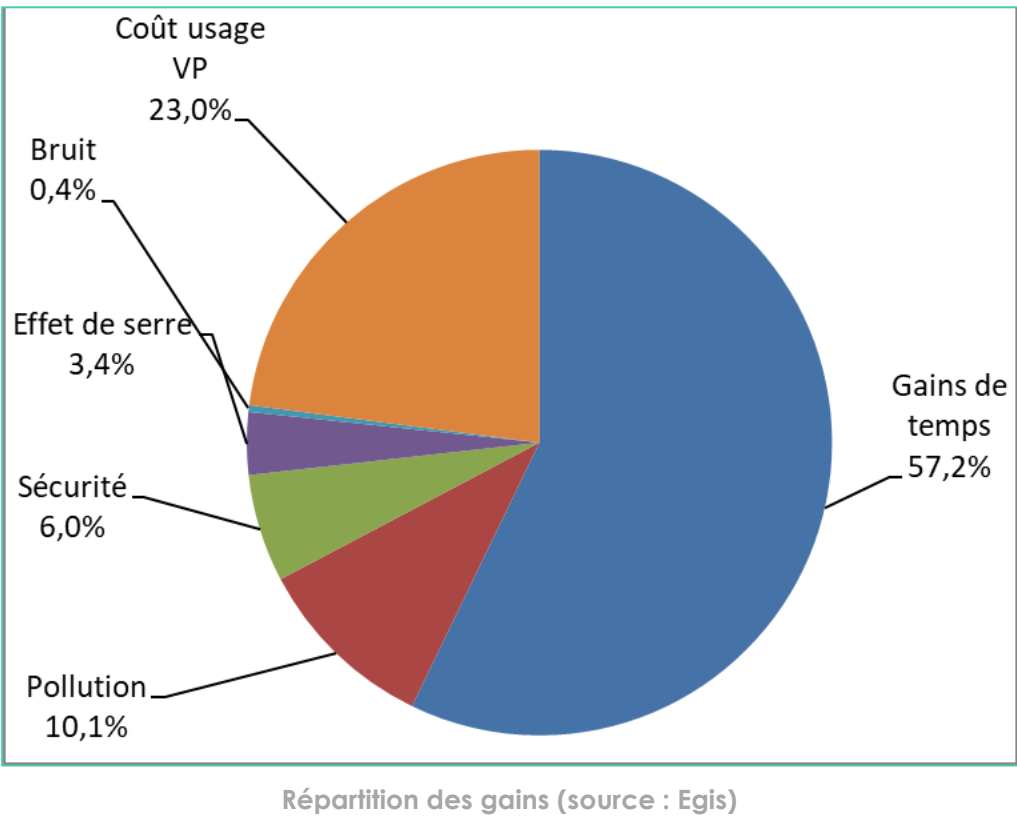
7.2. ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS ET AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

Le tableau ci-après récapitule pour la première année de plein effet de la fréquentation (2029 dans le calendrier initial de l'opération) et pour l'ensemble de la durée du bilan, les coûts et les gains liés au projet :

	Année 2029 (M€)	Sur l'ensemble du bilan de 2025 à 2140 (M€)
Coûts		
Coût d'investissement, y compris valeur résiduelle	- 10,20 M€	- 660 M€
Surcoût d'exploitation	- 2,32 M€	- 260 M€
Gains		
Gains de temps TC	3,59 M€	1 388 M€
Gains sur la pollution	1,90 M€	160 M€
Gains sur la sécurité	0,56 M€	124 M€
Réduction de l'effet de serre	0,42 M€	62 M€
Réduction des nuisances sonores	0,03 M€	8 M€
Économie usage de la voiture	2,92 M€	405 M€
Gains totaux (non actualisés)	- 3,10 M€	1 228 M€

Toutes ces valeurs sont ensuite actualisées à l'année 2020, conformément au Guide 2023 France Stratégie.

Le graphique ci-dessous représente la part de chaque avantage sur le bilan total, en valeur actualisée. Les gains de temps représentent près de 58% des avantages monétarisés sur l'ensemble du bilan.



7.3. ÉVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES LIEES A LA REALISATION DU PROJET

Le bilan énergétique de l'opération est basé sur les trois données suivantes :

- Les économies de carburants liées au report modal de la VP vers les TC :
En année de pleine charge du TCSP, 15 millions de kilomètres VP (en 2029) sont reportés vers les transports en commun, soit un total de 0,531 millions de litres de carburants et 0,398 millions de kWh d'électricité économisés par an (à l'horizon 2029).
- La consommation électrique liée à la restructuration bus :
556 000 kilomètres bus sont économisés par an à partir de 2029.

- Avec une consommation unitaire d'un autobus articulé au GNV de 23 kg aux 100 kilomètres, cela représente l'équivalent de 126 104 kg de gaz naturel économisés par an en 2029 ;
- Avec une consommation unitaire d'un autobus articulé au GNV de 170 kWh aux 100 kilomètres, cela représente l'équivalent de 944 049 kWh d'électricité par an en 2029.
- La consommation électrique liée à la mise en service du projet (tramway et équipements) :

En effet, la mise en service du projet implique une production kilométrique annuelle de 737 000 kilomètres en 2029. En prenant une consommation moyenne de 6,03 kWh/km, la consommation électrique annuelle est estimée 4,44 millions de kWh en 2029, à cela s'ajoute 510 000 kWh/an liés au fonctionnement des équipements des 17 nouvelles stations tramway en 2029.

Le total de consommation annuelle est ainsi estimé à environ 4,95 M kWh.

8. PRESENTATION DES METHODES UTILISEES ET ÉTUDES SPÉCIFIQUES RÉALISÉES

Diverses méthodes ont été utilisées pour établir :

- L'état initial du site et les contraintes environnementales qui découlent du projet ;
- Les effets que ce projet engendre sur l'environnement ;
- Les mesures préconisées pour supprimer, réduire ou compenser ces effets.

La méthodologie appliquée comprend un recueil de donnée effectué auprès des organisme compétents dans les divers domaines (services publics et privés), une recherche bibliographique, des sorties de terrain et la compilation d'études spécifiques.

Les études spécifiques réalisées sont les suivantes :

- Le volet milieu naturel de l'étude d'impact, avec réalisation d'inventaires de terrain pour la faune, la flore et les habitats biologiques ;
- Une étude de détermination des zones humides, avec réalisation de sondages pédologiques ;
- Une étude air et santé, avec réalisation de mesures in-situ de la qualité de l'air ;
- Une étude de trafic, avec réalisation de comptages routiers ;
- Une étude acoustique et vibratoire, avec réalisation de mesures acoustiques in-situ.

Puis, sur la base des données d'état initial, l'analyse des caractéristiques techniques du projet a permis une détermination précise des impacts du projet pour chacun des thèmes considérés. Les impacts du projet ont été évalués en phase d'exploitation, mais également pendant la phase de travaux, par rapport à ces différentes thématiques :

- La population et la santé humaine ;
- La biodiversité ;
- Le milieu physique (terres, sols, eaux et climat) ;
- Les biens matériels et les activités humaines ;
- Le paysage et le patrimoine ;
- Les risques naturels et technologiques.

Les méthodes d'évaluation ont fait appel à la transposition par analogie et à l'expérience des auteurs et se sont basées sur des études spécifiques.

Sur la base de l'identification des impacts négatifs du projet, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces impacts, ont alors été préconisées et définies en référence à des textes réglementaires ou selon des dispositions habituellement connues et appliquées. Des mesures d'accompagnement viennent compléter les mesures proposées pour certaines thématiques.

9. NOMS, QUALITES ET QUALIFICATIONS DES EXPERTS

L'étude d'impact a été réalisée sous la direction de la **Communauté urbaine Caen et la mer (maître d'ouvrage)** et **Transamo (maître d'ouvrage délégué)**.

Le groupement Trameo a été chargé de la constitution générale du dossier d'étude d'impact, de l'étude de trafic, de l'étude air et santé et de l'évaluation socio-économique.

L'étude d'impact s'appuie sur les résultats et conclusions d'études spécifiques réalisées par :

- **ExEco Environnement**, pour le volet « milieu naturel » ;
- **CSTB-ORFEA Acoustique**, pour l'étude acoustique et vibratoire.