PARTIE 7. EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000

Une étude d'incidence sur le ou les sites Natura 2000 situé(s) dans la zone d'influence du projet est réalisée. L'objectif est d'apprécier les incidences potentielles du projet sur le ou les site(s) Natura 2000.

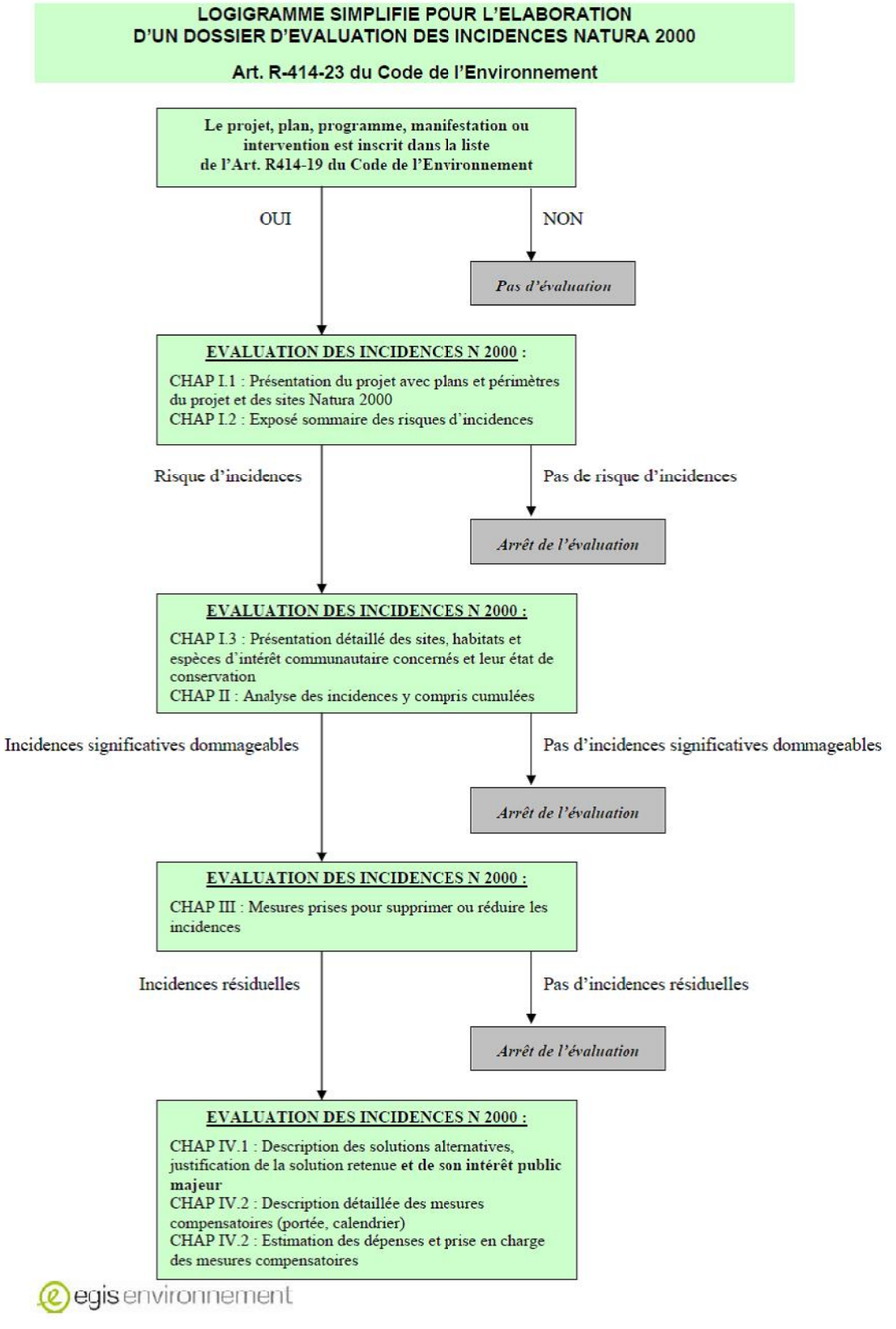
L'évaluation des incidences Natura 2000 doit :

- analyser les incidences du projet au regard des objectifs de conservation des habitats et des espèces (animales et végétales) d'intérêt communautaire, pour lesquels le ou les site(s) a (ont) été désigné(s), c'est-à-dire de l'ensemble des mesures requises pour conserver ou rétablir ces habitats naturels et ces populations d'espèces de faune et de flore sauvages dans un état favorable à leur maintien à long terme ;
- être appropriée, c'est-à-dire être ciblée sur les objectifs de conservation du site ;
- être appliquée au(x) site(s) Natura 2000, c'est-à-dire à un territoire géographiquement restreint au périmètre du site désigné, mais aussi le cas échéant à l'extérieur de ce périmètre, lorsque le projet est susceptible d'avoir des incidences sur la conservation du site.

Cette évaluation se base sur un ensemble de documents et de circulaires européennes et françaises :

- articles 6.3 et 6.4 de la directive européenne modifiée 92/43/CEE dite Directive « Habitats » ;
- articles R.414-19 à R.414-26 du Code de l'environnement ;
- décret n°2010-365 du 9 avril 2010 relatif à l'évaluation des incidences Natura 2000 ;
- circulaire DNP/SDEN n°2004-1 du 5 octobre 2004. Évaluation des incidences des programmes et projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements susceptibles d'affecter de façon notable les sites Natura 2000 ;
- cahiers d'habitats Natura 2000 ;
- documents d'objectifs des sites Natura 2000 si possible, ou formulaire FSD des sites ne disposant pas de document d'objectifs.

L'évaluation des incidences du projet sur le(s) site(s) Natura 2000, conformément à la législation (article R.414-23 du Code de l'environnement), doit être construite selon le logigramme suivant :



Logigramme relatif à l'évaluation Natura 2000 (source : EGIS, 2011)

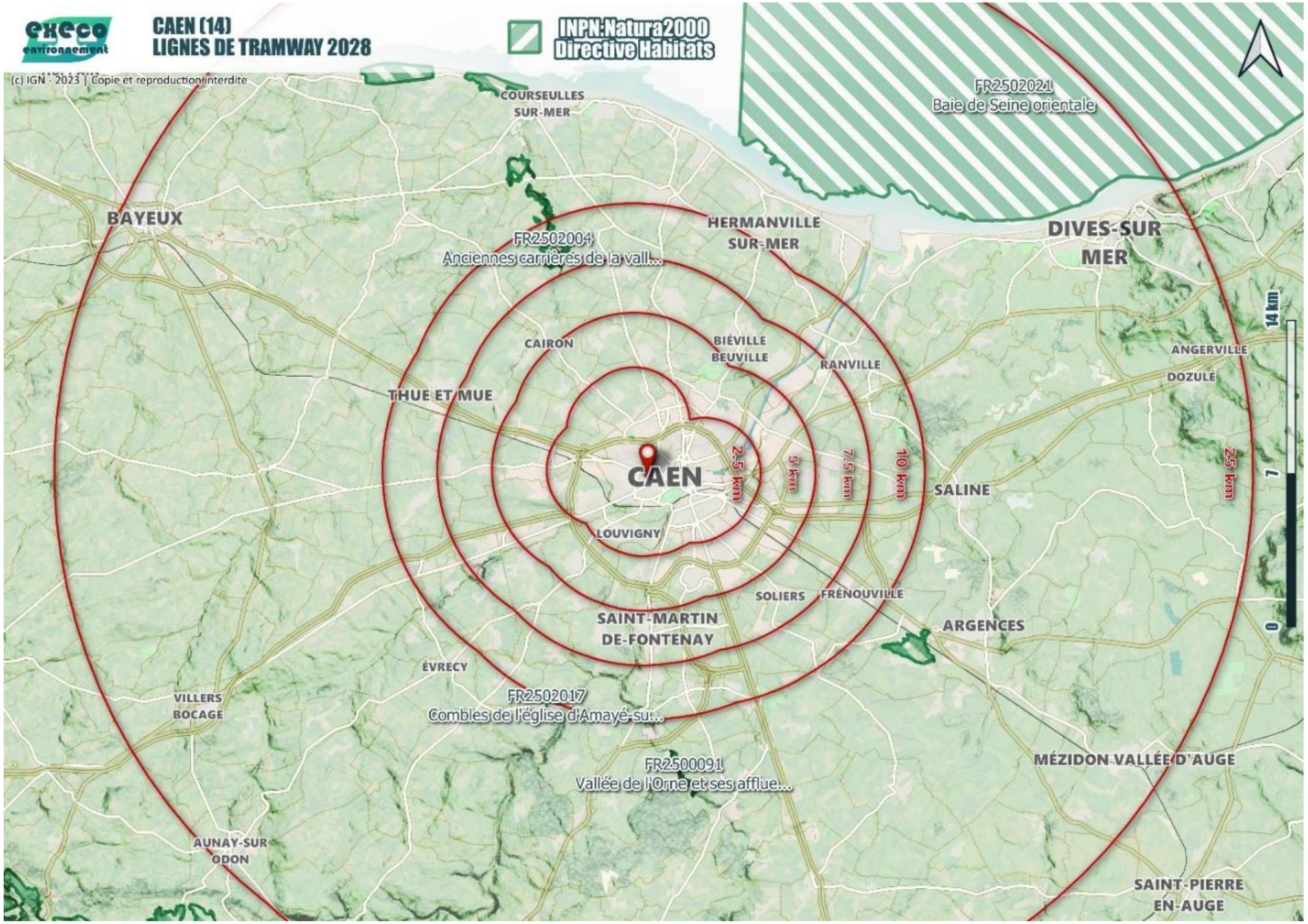
1. IDENTIFICATION DES SITES NATURA 2000 CONCERNES PAR LE PROJET

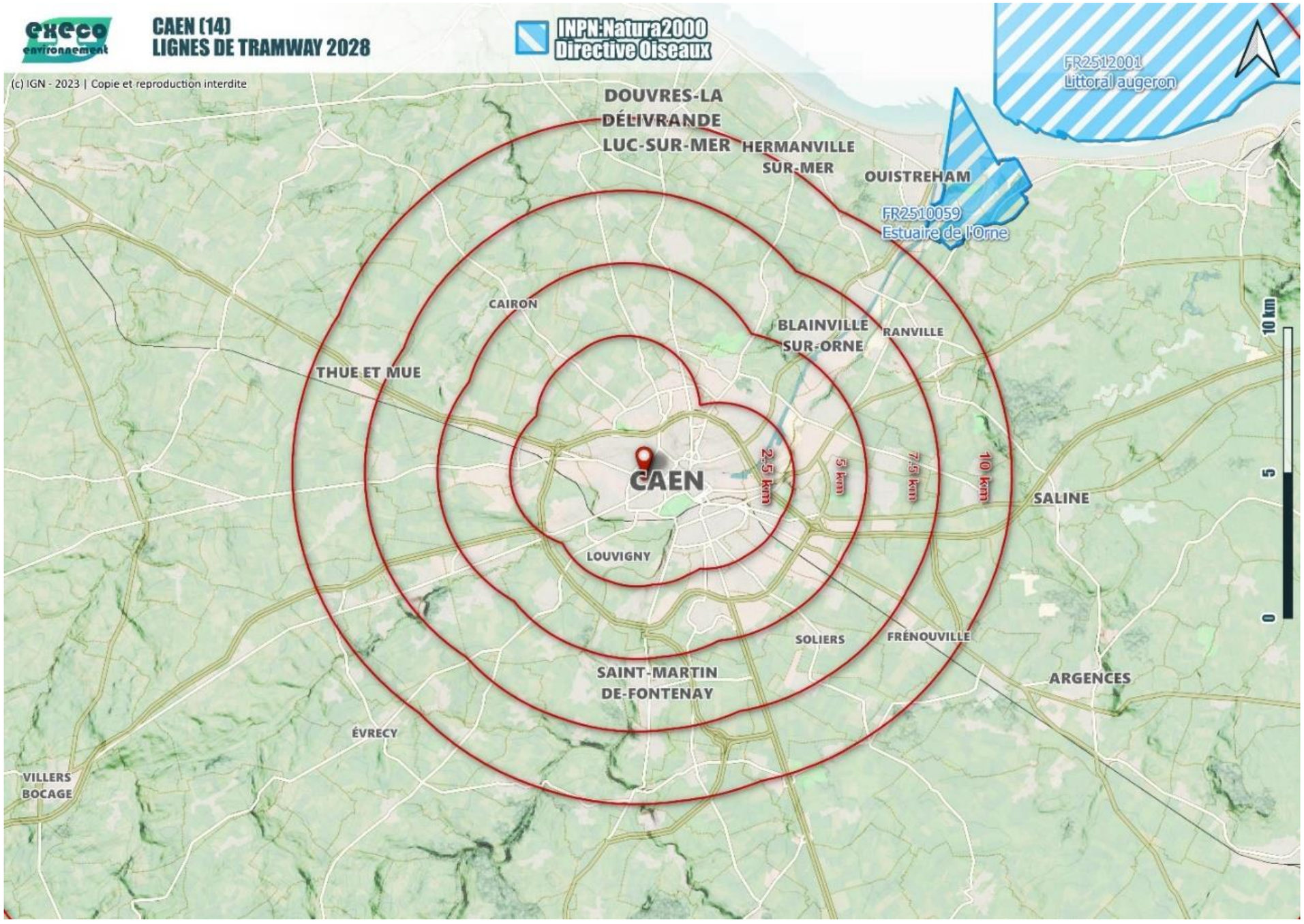
Les sites les plus proches sont éloignés d'au moins 7,5 km du projet :

- **la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Anciennes Carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004)**, située à environ 5 km de l'aire d'étude rapprochée ;
- **la Zone de Protection Spéciale « Estuaire de l'Orne » (FR2510059)**, située à environ 8,3 km au Nord-Est de la station existante « Saint-Clair » à Hérouville Saint-Clair.
- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Combles de l'église d'Amayé-sur-Orne » (FR2502017), située à environ 10 km de l'aire d'étude immédiate;
- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Vallée de l'Orne et ses affluents » (FR2500091), située à plus de 10 km de l'aire d'étude immédiate ;
- la Zone Spéciale de Conservation (ZSC) « Baie de Seine orientale » (FR2502021), située à plus de 10 km de l'aire d'étude immédiate ;
- la Zone de Protection Spéciale « Littoral augeron » (FR2512001), situé à plus de 10 km de l'aire d'étude immédiate.

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

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


CAEN (14)
LIGNES DE TRAMWAY 2028
INPN:Natura2000
Directive Habitats
(c) IGN - 2023 | Copie et reproduction interdite
COURSEULLES SUR-MER
FR2502021
Baie de Seine orientale
BAYEUX
HERMANVILLE SUR-MER
FR2502004
Anciennes carrières de la vall...
DIVES-SUR MER
CAIRON
BIÉVILLE BEUVILLE
RANVILLE
ANGERVILLE
DOZULÉ
THUE ET MUE
14 km
2.5 km
5 km
7.5 km
10 km
25 km
CAEN
LOUVIGNY
SALINE
SOLIERS
FRÉNOUVILLE
SAINT-MARTIN DE-FONTENAY
ARGENCES
ÉVRECY
VILLERS BOCAGE
FR2502017
Combles de l'église d'Amayé-su...
FR2500091
Vallée de l'Orne et ses afflue...
MÉZIDON VALLÉE D'AUGE
AUNAY-SUR ODON
SAINT-PIERRE EN-AUGE



Localisation des sites Natura 2000 et des aires d'étude

2. PRESENTATION DES SITES NATURA 2000 ET DES ESPECES ET HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE

La présente étude d'évaluation d'incidences repose sur les documents de références suivants :

- les Formulaires Standards de Données (FSD) : document accompagnant la décision de transmission d'un projet de site ou l'arrêt désignant un site, élaboré pour chaque site Natura 2000 et transmis à la commission européenne par chaque État membre. Il présente les données identifiant les habitats naturels et les espèces qui justifient la désignation du site. Ces fiches sont disponibles sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) ;
- les Documents d'Objectifs (DocOb) : document issu d'un processus de concertation, c'est à la fois un document de diagnostic et un document d'orientation pour la gestion des sites Natura 2000. Il fixe des objectifs de protection de la nature conformément à des textes dont la protection et la gestion des milieux naturels est la fonction. Il peut également proposer des objectifs destinés à assurer la « sauvegarde des activités économiques, sociales et culturelles qui s'exercent sur le site » conformément à l'esprit de la Directive « Habitats » - et seulement en ce sens - qui précise que certaines activités humaines sont nécessaires à la conservation de la biodiversité. Les DocOb existants et disponibles ont été utilisés pour cette étude ;
- les résultats des prospections écologiques réalisées en 2023 par ExEco Environnement, au sein de l'aire d'étude du projet.

2.1. DESCRIPTION ET COMPOSITION DES SITES

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

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

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

2.1.1. ZSC « Anciennes carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004)

Code site	**FR2502004**
Date de désignation	pSIC : première proposition : 31/12/2005 SIC : publication au JO UE : 12/11/2007 ZSC : arrêté en vigueur : 15/05/2021
Superficie	198 ha
Régions biogéographiques	Atlantique : 100 %
Communes	Banville, Basly, Beny-Sur-Mer, Fontaine-Henry, Reviers (14)

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

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

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

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

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

Le tableau suivant expose les impacts et les activités sur le site.

	Influence	Intensité
Autres intrusions et perturbations humaines	Négative	Forte
Dépôts de matériaux inertes	Négative	Moyenne
Fermeture de grottes ou de galeries	Positive	Forte
Vandalisme	Négative	Moyenne

2.1.2. ZPS « Estuaire de l'Orne » (FR2510059)

Code site	**FR2510059**
Date de désignation	ZPS : premier arrêté : 31/01/1990 ZPS : arrêté en vigueur : 18/01/2005
Superficie	942 ha
Régions biogéographiques	Atlantique : 100 %
Communes	Amfreville, Merville-Franceville-Plage, Ouistreham, Sallenelles (14)

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

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

2.2. RAISONS POUR LESQUELLES LES SITES ONT ÉTÉ DÉSIGNÉS

Le FSD, ainsi que le DocOb, exposent les raisons pour lesquelles les sites ont été désignés, au vu des habitats et des espèces les fréquentant.

2.2.1. ZSC « Anciennes carrières de la vallée de la Mue » (FR2502004)

2.2.1.1. Habitats d'intérêt communautaire

Le site est composé des typologies d'habitats suivantes :

- forêts caducifoliées (50% du site) ;
- prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées (45%) ;
- rochers intérieurs, Éboulis rocheux, Dunes intérieures, Neige ou glace permanente (5%).

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé.

2.2.1.2. Espèces d'intérêt communautaire

Ce réseau de cavités constitue un ensemble de sites d'hibernation, d'estivage et de mise bas pour 10 espèces de chiroptères.

5 chiroptères sont en effet inscrits à l'annexe II de la directive « Habitats » :

- **1303** - *Rhinolophus hipposideros* (245 - 255 individus) ;
- **1304** - *Rhinolophus ferrumequinum* (76 - 119 individus) ;
- **1321** - *Myotis emarginatus* (5 – 10 individus) ;
- **1323** - *Myotis bechsteinii* (1 – 2 individus) ;
- **1324** - *Myotis myotis* (8 - 14 individus).

2.2.2. ZPS « Estuaire de l'Orne » (FR2510059)

2.2.2.1. Habitats d'intérêt communautaire

Le site est composé des typologies d'habitats suivantes :

- rivières et Estuaires soumis à la marée, Vasières et bancs de sable, Lagunes (incluant les bassins de production de sel) (66% du site) ;
- dunes, Plages de sables, Machair (16%) ;
- prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées (18%).

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé.

2.2.2.2. Espèces d'intérêt communautaire

Aucune espèce du site ne figure en annexe II de la directive « Habitats ».

3. EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ETAT DE CONSERVATION DES SITES NATURA 2000 ET MESURES ENVISAGEES

3.1. HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE POTENTIELLEMENT CONCERNÉS PAR LE PROJET

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé au cours des différentes campagnes de terrain. Aucune incidence n'est donc retenue.

3.2. ESPÈCES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE POTENTIELLEMENT CONCERNÉES PAR LE PROJET

Les espèces concernées par la directive « Habitats » (annexe II) et connues des sites Natura 2000, sont les suivantes au sein de la ZSC FR2502004 :

- 5 espèces de chiroptères : Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*) et Grand murin (*Myotis myotis*).

Les 5 espèces de chiroptères notées au sein des deux sites ne peuvent utiliser l'aire d'étude du projet qu'uniquement pour la chasse.

Une espèce d'intérêt communautaire a été recensée au cours des différentes campagnes de terrain :

Le **murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*) est la plus forestière de nos chauves-souris, occupant principalement des peuplements matures caducifoliés. Les observations sur cette espèce sont effectivement surtout collectées dans les chênaies et hêtraies au sous-bois développé. Cette chauve-souris occupe, été comme hiver, principalement des cavités sylvestres (trous de pics, fissures, gélivures, blessures), sinon des anfractuosités de souterrains ou d'ouvrages d'art, ou plus rarement des bâtiments. Le domaine vital des colonies est très réduit. Les femelles chassent dans le sous-bois (à quelques centaines de mètres autour du gîte seulement) des insectes nocturnes mais aussi diurnes posés, qui sont glanés directement sur le feuillage. Le Murin de Bechstein chasse en effet ses proies très près de la végétation : au ras du sol ou dans les frondaisons des arbres et arbustes. La richesse génétique des populations est défavorisée par la faible mobilité des individus. Seul un milieu favorable étendu ou des habitats suffisamment connectés permettent à certains individus de bouger. Au vu de sa biologie, il est donc assez surprenant de l'avoir contacté dans un contexte aussi urbain. Pour rappel, aucun des arbres présents sur le périmètre du projet n'a présenté de cavité pouvant représenter un gîte pour les chauves-souris.

Elle a été enregistrée sur un seul point d'écoute : la place Gambetta (focus 4) du 5 au 6 juillet 2023 et n'a pas été recontactée sur ce même point du 22 au 24 septembre 2023. Ses contacts représentent 0,12% des contacts dans la zone d'étude et son activité est qualité de « modéré » par l'analyse des chiroptères, et ne présente qu'une activité de vol (déplacement). Cette activité correspond à un transit entre deux zones

La Prairie, zone humide située à quelques centaines de mètres des focus les plus diversifiés, représente une zone de chasse idéale pour ce groupe. Il est donc très probable que les chauves-souris utilisent les espaces verts urbains et les alignements d'arbres pour se déplacer vers ce lieu qui représente une source de nourriture abondante pour ce groupe.

In fine, en croisant les données des sites Natura 2000 et les données d'expertises locales dans le périmètre d'influence du projet, une seule espèce est concernée par l'évaluation d'incidences Natura 2000 :

- Chiroptères : **Murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*)

3.3. ÉVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET ET MESURES ASSOCIÉES

Dans le cadre où le projet se situe en dehors des sites Natura 2000 et n'en est pas non plus frontalier (plus de 7,5 Km), les incidences peuvent se porter principalement sur les espèces d'intérêt communautaire au titre de la directive « Habitats » recensés dans le périmètre du projet. Ici, les incidences pouvant porter atteinte au murin de Bechstein vont être développée, seule espèce recensée inscrite dans à l'annexe II de la directive « Habitat ».

Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés (jardins, parcs…) :

En fonction des zones traversées, l'installation d'une ligne de tramway peut engendrer une multiplication des points lumineux le long de la ligne augmentant durablement la pollution lumineuse. Ces sources de lumière peuvent impacter la trame noire, utilisée par la faune nocturne (oiseaux, mammifères, insectes…) et perturber son écologie.

Abattage de certains arbres :

La mise en place de la nouvelle ligne de tramway implique l'abattage d'environ 450 arbres sur les 1 150 environ de recensés à proximité du tracé, soit environ 40 %. Aucun des arbres présents sur le périmètre de l'étude n'a montré d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces.

Ces effets permanents peuvent altérer l'habitat du Murin de Bechstein, et notamment les trames de déplacement urbaines.

3.3.1. Mesures de réduction

3.3.1.1. De type géographique

R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum pour réduire l'impact sur les zones végétalisées représentant des zones d'alimentation et/ou de déplacement pour plusieurs espèces (patrimoniales et communes).

- **R1.2: Réflexion sur la définition du tracé** afin d'éviter, au maximum, les zones arborées ou arbustives hautes. Elles sont utilisées par les espèces volantes (oiseaux et chiroptères) comme corridor de déplacement. Un marquage des arbres conservés sera effectué. Ainsi, dans la zone du projet, **ce sont environ 700 arbres qui seront conservés** sur les 1 150 existants soit environ 60 %.

3.3.1.2. De type temporel

R3 : Interventions de débroussaillage ou de défrichement à réaliser hors de la période sensible pour la faune (oiseaux, chiroptères, mammifères) ce qui revient à retenir pour ce type d'intervention la période entre mi-novembre et début mars. Cette mesure reprend les recommandations de l'OFB (Office Français de la Biodiversité) qui portent sur la **période de reproduction des espèces**.

3.3.1.3. De type technique

R2 : Passage d'un écologue avant travaux. Quelques semaines avant travaux, il vérifiera l'absence d'espèces animales ou végétales patrimoniales avant les opérations de défrichement et d'abattage des arbres afin d'éviter un impact direct sur des individus qui auraient établi une zone de reproduction ou une zone de repos au sein d'une végétation vouée à être défrichée. Cela concerne en particulier les oiseaux, les mammifères (chiroptères ou non) et potentiellement les amphibiens, les reptiles et les insectes patrimoniaux.

R4 : Lutte contre les pollutions du chantier. Au niveau des bases de vie et du chantier, une attention particulière sera portée à la gestion du matériel, à l'émission de poussière, et aux déversements accidentels pouvant polluer les milieux. Pour préserver le milieu aquatique, il sera pris toutes les précautions pendant la phase de travaux afin d'éviter tout déversement ou ruissellement de substances dans les ruisseaux. Les zones sensibles situées à proximité des travaux, notamment les abords du cours d'eau la Noé, seront matérialisés et protégés par un balisage adéquat (clôtures ou ruban de type « rubalise » par exemple) accompagné de panneaux avertisseurs mentionnant la nature de la zone et les raisons de sa protection. Un effort sera apporté à l'utilisation des matériels moins sonores et plus économe en gaz à effet de serre (pollutions sonores et chimiques).

Autant que possible, le chantier ne se déroulera pas de nuit afin de ne pas apporter de pollution lumineuse en phase chantier (pollution lumineuse). Toute entreprise effectuant des travaux sur site fournira des documents de type Plan de Respect de l'Environnement (PRE) et son schéma organisationnel (SOPRE) ainsi que des documents relatifs au traitement des déchets (SOSED).

R8 : Plantation d'alignement d'arbres autour de la future ligne de tramway. Un alignement d'arbres sera planté le long de la ligne, dès que cela est possible, afin de consolider la trame verte urbaine. **Le projet prévoit dans ce cadre la plantation de 810 arbres.** Les essences plantées seront majoritairement des espèces indigènes à la région (naturellement présentes). Les taxons horticoles possèdent un intérêt écologique bien inférieur à celui de la flore indigène. **Cette mesure garantit donc un gain qualitatif à moyen et long terme de la fonctionnalité des alignements d'arbres.** De plus, sur l'ensemble du projet, il sera veillé à ne pas utiliser d'espèces exotiques envahissantes (potentielles ou avérées). La plantation se fera rapidement une fois que les sites de plantation seront accessibles après travaux. Les arbres nouvellement plantés disposeront d'un dispositif de protection du tronc ou du plant entier. Le secteur fréquenté par le Murin de Bechstein (la place Gambetta et potentiellement le boulevard Bertrand) ne présente que peu d'impact concernant la trame arborée (trame de déplacement préférentielle pour les chiroptères) : la plupart des arbres en place seront conservés, un seul arbre sera supprimé (espèces horticoles) et plusieurs autres seront replantés afin de densifier la strate arborée dans ce secteur.



Vue aérienne de la place Gambetta et du boulevard Bertrand

3.3.1.4. De type temporel et technique

R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages. Les niveaux d'éclairage la nuit seront basés sur le minimum du respect de la réglementation en termes de sécurité des personnes. Il s'agira :

- d'abaisser les niveaux lumineux et de proposer un éclairage qui contribuera à créer des ambiances plus accueillantes pour favoriser l'appropriation des espaces par tous les publics ;
- de cibler l'éclairage sur les usages, notamment les modes doux, pour éviter tout éclairage inutile, en particulier sur les espaces naturels ;
- dans les secteurs à enjeux écologiques, de procéder à l'extinction de l'éclairage associé à la voirie routière de 1 h à 5 h si cet éclairage est distinct des voies modes doux (qui restent éclairées en permanence) ;
- dans les zones présentant un enjeu écologique particulier (site de la maison du Général), de procéder à une temporisation des éclairages, avec un fonctionnement combinant un minimum en veille et un maximum sur détection ;
- d'éviter toute diffusion de lumière vers le ciel en choisissant des modèles qui canalisent le faisceau lumineux vers le sol ;
- d'utiliser des lampes peu polluantes LED en 2200°K respectueuses de l'environnement et de la biodiversité (hors hypercentre où l'éclairage sera de type LED 3 000 K en concordance avec les dispositifs d'ores et déjà en place).

3.3.1.5. Incidences résiduelles

Aucune incidence résiduelle significative n'est attendue sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire, au vu de la mise en œuvre des mesures exposées ci-avant.

3.3.2. Mesures d'accompagnement

En plus de ces mesures de réduction, des mesures d'accompagnement sont mises en place. Elles correspondent à des mesures supplémentaires volontaires et/ou par exemple des mesures de conservation dans la remise en état d'effet positif induit par le projet pour globalement optimiser et même améliorer l'intérêt écologique par rapport à la situation initiale avant le projet.

A2 : Augmenter la biodiversité dans les zones préservées. Ces zones sont, pour l'instant, soit dans un jardin ornemental, soit dans un échangeur planté du périphérique. Ces zones ont une pression de gestion assez forte qui ne correspond pour l'instant pas à une gestion raisonnée favorable à la biodiversité. Par exemple, dans le jardin de la maison du Général, la zone enherbée est fauchée en mai, période d'activité de beaucoup de groupes faunistiques. Le but de cette mesure et de redonner un aspect naturel à ces deux zones en permettant à un maximum de diversité de s'exprimer : fauchage tardif, mise en place d'une prairie semée, implantation d'espèces endémiques utilisées par à la faune locale.

A3 : Installation de gîtes artificiels dès le début des travaux en faveur du hérisson d'Europe, des chiroptères, des oiseaux et des insectes (sources de nourriture pour les chiroptères et oiseaux). Il existe différents gîtes ciblant des espèces particulières. Le maître d'œuvre se rapprochera de structures spécialisées (associations en priorité) ayant les connaissances et l'expérience dans la pose de gîtes artificiels. Ces gîtes et nichoirs, seront posés dans les zones refuges et protégées définies dans les mesures d'Évitement et de Réduction, mais pourront aussi être posés (pour les nichoirs à oiseaux) sur les jeunes arbres nouvellement plantés afin d'apporter rapidement un gain d'intérêt écologique pour ces arbres (plus rapidement fonctionnel pour l'avifaune). Il est préconisé d'installer des dispositifs diversifiés dès la phase travaux.

3.3.3. Mesures de suivis

Lorsque la nouvelle ligne de tramway sera en service, une veille environnementale est nécessaire, afin de vérifier que les mesures, mises en place pour atténuer les impacts de ce projet sur la biodiversité, sont efficaces.

SE3 : Suivi des chiroptères : Ce suivi pourra prendre place sur les focus définis dans cette étude afin de pouvoir comparer l'état initial et l'état post-projet. L'opérateur reprendra donc le protocole utilisé pour l'état initial, à savoir la pose d'un SM4BAT à chaque focus, durant une nuit en période de reproduction (entre mai et août) et une nuit en période de dispersion des colonies (septembre). Fréquence : annuel les 3 premières années, puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+13), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.

4. CONCLUSION SUR L'ATTEINTE PORTEE OU NON PAR LE PROJET SUR L'INTEGRITE DES SITES NATURA 2000

Le périmètre du projet, ainsi que l'aire d'étude élargie, se situent en-dehors des périmètres des sites du réseau Natura 2000 et n'en sont pas non plus frontaliers (au moins 7,5 km). Néanmoins, les inventaires écologiques ont montré la fréquentation du tracé par une espèce inscrite à la Directive Habitats : le Murin de Bechstein.

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

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

PARTIE 8. ANALYSE DES EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVES

La notion de cumul des incidences se réfère à la possibilité que les incidences temporaires ou permanentes occasionnées par le projet étudié puissent s'additionner avec celles d'autres projets, existants ou approuvés.

L'objectif est de répondre à l'objectif fixé à l'article R. 122-5, II, 5° e) du Code de l'environnement, qui prévoit que l'étude d'impact comprend : « *5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :*

(…)

e) du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées.

Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés.

Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés.

Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact :

- *ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R.181-14 et d'une consultation du public ;*
- *ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage »

La réglementation ne précise pas plus en détail les modalités de recensement et d'identification des projets à analyser. La méthode exposée ci-après s'appuie sur :

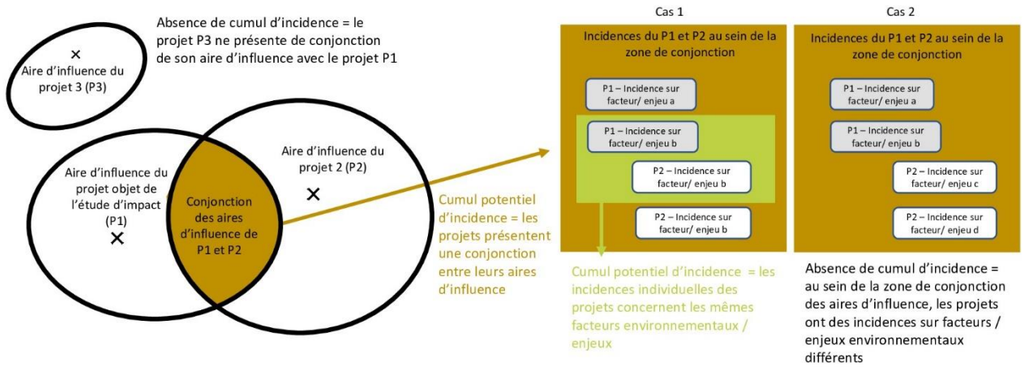
- Le guide du Cerema mis à jour en 2020 relatif à l'évaluation environnementale des projets d'infrastructures linéaires de transport qui aborde notamment le sujet du cumul des incidences avec d'autres projets existants et approuvés ;
- Le retour d'expérience sur d'autres grands projets et les avis de l'Autorité environnementale (Ae) exprimés sur ces dossiers notamment le rapport Ae de 2016 qui indique « *Dans tous les cas, plutôt qu'une approche qualitative, passant en revue de façon indifférenciée toutes les thématiques environnementales, l'Ae recommande une analyse ciblée sur les enjeux environnementaux pour lesquels un cumul d'impact est probable et potentiellement significatif*. ».
-

1. NOTIONS SUR LES EFFETS CUMULES

La notion de cumul des incidences se réfère à la possibilité que les incidences temporaires ou permanentes occasionnées par le projet étudié puissent s'additionner avec celles d'autres projets, existants ou approuvés.

Il y a cumul d'incidences entre des projets :

- Lorsqu'il y a conjonction entre les aires d'influences d'une même incidence ;
- Lorsque les incidences individuelles des projets considérés concernent les mêmes facteurs environnementaux / enjeux (des espèces ou des habitats par exemple).



Représentation schématique de la notion de cumul d'incidences

Ce cumul des incidences de plusieurs projets peut être égal, inférieur ou supérieur à la somme des incidences individuelles. Ainsi, à titre d'exemples :

- Cumul égal à la somme des incidences individuelles : le volume des matériaux consommés par deux projets correspond à une simple addition des volumes des deux projets (en tenant toutefois compte de leur provenance en cas de réutilisation de matériaux) ;
- Cumul inférieur à la somme des incidences individuelles : le bruit résultant de plusieurs sources de bruit ne correspond pas à une addition linéaire. Par exemple, l'addition de deux sons de 60 dB chacun n'équivaut pas à 120 dB mais à 63 dB.
- Cumul supérieur à la somme des incidences individuelles : l'incidence de l'emprise cumulée de deux projets sur des habitats d'espèces peut engendrer une incidence supérieure à la simple addition de ces deux effets d'emprises sur l'état de conservation d'une espèce (cas où l'espèce ne disposerait plus d'habitat de report dans son domaine vital).

L'analyse des incidences cumulées implique donc :

- Le recensement des projets susceptibles d'avoir une conjonction de zone d'influence avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer dans sa globalité ;
- L'identification, au sein de la liste établie des projets, de ceux susceptibles de présenter des incidences cumulées avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer et ses opérations annexes ;
- L'analyse des incidences cumulées de ces différents projets avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer et ses opérations annexes.

2. RECENSEMENT DES PROJETS EXISTANTS ET APPROUVES

Concernant les projets existants, l'état initial réalisé dans le cadre de l'étude d'impact décrit les différents facteurs de l'environnement au sein du territoire en tenant compte, de fait, des projets déjà réalisés. Ainsi, les incidences du projet d'extension du tramway de Caen la mer analysées dans la Partie 6 de la présente étude d'impact sont nécessairement cumulées aux incidences de ces projets existants réalisés, puisque l'analyse se fait en croisant le projet et l'état initial du territoire incluant les projets existants et leurs éventuels effets sur l'environnement (par exemple, la qualité d'un cours d'eau est liée à l'ensemble des projets existants sur le territoire, les incidences de ces projets existants ayant une influence sur celui-ci).

Le recensement des projets existants vise donc à identifier plus spécifiquement les projets dont la mise en service est récente (moins de 6 ans - 2018) ou dont les travaux sont en cours de finalisation. Ces projets et leurs incidences n'ont pas pu être complètement pris en compte dans l'état initial du territoire.

Les projets approuvés correspondent à des projets pour lesquels une décision leur permettant d'être réalisés a été prise, mais dont les travaux n'ont pas démarré (sinon ils seraient identifiés dans le cadre de l'état initial du site). Les décisions permettant à des projets d'être réalisés sont nombreuses et relèvent de différentes réglementations. Sont identifiés :

- Les autorisations, enregistrements et déclarations au titre du code de l'environnement :
  - Police de l'eau ;
  - Installations classées pour la protection de l'environnement ;
  - Autorisation spéciale au titre des sites classés ;
  - Dérogation dite espèces protégées, etc. ;
- Les autorisations de défrichement au titre du code forestier ;
- Les déclarations d'utilité publique au titre du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ou au titre du code de l'énergie ;
- Les autorisations au titre du code de l'urbanisme.

Rappelons que le code de l'environnement précise que le contenu de l'étude d'impact doit être « *proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, (…) et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement* ».

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont l'enquête publique n'est plus valable et ceux abandonnés officiellement.

Le recensement de ces différents projets et décisions associées est effectuée de la façon suivante :

- Au regard du projet d'extension du tramway de Caen la mer, il ne paraît pas opportun de ne répertorier que les projets situés au sein même de l'aire d'étude rapprochée. De fait, des projets pouvant être identifiés dans un rayon de 3 km peuvent interagir avec le présent projet. Les justifications seront apportées dans le tableau ci-après.
- Au sein de l'aire d'étude rapprochée de la modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair », où seule la commune d'Hérouville Saint-Clair est concernée ;
- Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'ajout de 2 voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne, celle-ci recoupe les communes de Fleury-sur-Orne, de Caen et d'Ifs. Néanmoins, au regard du projet prenant place au sein même du CEMT, seule la commune de Fleury-sur-Orne est concernée.

Les sites internet consultés pour recenser ces projets sont ceux de :

- L'Inspection générale de l'Environnement et du développement durable[13] (*https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/avis-rendus-r171.html*) concernant les décisions émises par l'Autorité environnementale nationale ;
- La DREAL de la région Normandie ou la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) concernant les décisions de l'Autorité environnementale locale ;

[13] Le décret modifiant la dénomination du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) par l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IEGDD) est entré en vigueur le 1er septembre 2022.

- La Préfecture du Calvados (*https://www.calvados.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement.-risques-naturels-et-technologiques/Eaux-et-milieux-aquatiques/Police-de-l-eau-et-des-milieux-aquatiques*) pour les projets soumis à déclaration (police de l'eau ou ICPE).

La consultation a été réalisée en mars 2024.

3. IDENTIFICATION DES PROJETS SUSCEPTIBLES DE PRESENTER DES INCIDENCES CUMULEES

L'analyse des projets se base sur les données disponibles pour ces derniers, en ligne. Suivant le contexte du projet, les données disponibles sont : l'avis de l'Autorité environnementale, l'étude d'impact, le résumé non technique, l'étude d'incidences, le Cerfa de demande d'examen au cas par cas…

L'ensemble des projets recensés n'est pas retenu pour l'analyse des incidences cumulées avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer. Des filtres sont appliqués pour affiner la liste des projets susceptibles de présenter des incidences cumulées.

À date de mars 2024, les projets suivants ont été recensés au sein des secteurs géographiques préalablement expliqués.

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Projet d'urbanisation du secteur Sud de la commune d'Ifs – Quartier La Clé des Champs Phase 2 et 3	À 2,1 km au Sud du CEMT de Fleury-sur-Orne, et à environ 3,8 km au Sud de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer	Ce projet vise l'urbanisation de 13,4 ha de terres agricoles dans le but de créer au moins 475 logements au Sud de la commune d'Ifs. Les livraisons de logements devraient s'étaler entre 2026 et 2030.	Avis délégué de la MRAe Normandie n°2023-4895 en date du 21/06/2023. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au regard de la distance du projet aux futures infrastructures du tramway.
Remplacement du pont de Colombelles sur les communes d'Hérouville-Saint-Clair et Colombelles	À environ 500 m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet de modification du terminus existant « Hérouville Sant-Clair – Saint-Clair »	Le projet vise à remplacer le pont actuel, vétuste, par un ouvrage d'art similaire qui permettra les circulations routières et maritimes actuelles ainsi que celles des cycles et piétons. La durée prévisionnelle des travaux est de 19 mois à partir de 2024 pour une mise en service mi-2025.	Avis délégué de la MRAe Normandie n°2023-4900 en date du 16/06/2023. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Projet soumis à demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées. Arrêté préfectoral du 20/02/2024 autorisant le projet.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet.
Création de la zone d'aménagement concerté (ZAC) multisites « Cœur de bourg/Buron » sur la commune de Saint-Contest	À environ 800 m au Nord de l'aire d'étude rapprochée du tramway de Caen la mer	Le projet, d'une superficie de 9,4 ha, concerne la création d'une ZAC comprenant 2 secteurs : l'une en cœur de bourg de Saint-Contest, et l'autre au hameau Buron. Sur l'ensemble de la ZAC, 180 logements supplémentaires y seront construits d'ici 2030. Début des travaux prévu en 2026.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2022-4743 en date du 22/02/2023. Projet soumis au régime de déclaration au titre de la loi sur l'eau.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la localisation géographique de ce dernier (à environ 800 m de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer) sur la commune de Saint-Contest.
ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen et Mondeville	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau de la Presqu'Île.	Le projet de ZAC du « Nouveau Bassin » s'insère dans un projet plus vaste d'aménagement, le projet « Presqu'île », qui constitue un projet de développement urbain majeur pour l'agglomération caennaise.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2021-4310 en date du 17/02/2022. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Projet soumis à évaluation environnementale systématique.	**Projet retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet (projet de ZAC « Nouveau Bassin ») et de la localisation géographique de ce dernier (dans l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer) sur la commune de Caen.
Création de la ZAC sur le secteur Mont-Coco – Côte de Nacre à Caen	À environ 1 km à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer	Ce projet de renouvellement urbain d'une superficie d'environ 53 ha a pour objectif de redynamiser la zone industrielle du Mont Coco et de la rendre attractive sur les plans urbain, économique, environnemental et social. Les travaux d'aménagement devraient se dérouler entre 2025 et 2040.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2021-4241 en date du 17/12/2021. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau.	**Projet retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet et de la localisation géographique de ce dernier (à environ 1 km de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer) sur la commune de Caen.

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Extension de capacité et de création d'une unité de méthanisation des boues de la station de traitement des eaux usées de la communauté urbaine Caen la mer	À environ 1,1 km à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer sur la commune de Mondeville	Le projet consiste à étendre la capacité épuratoire de la station existante de 332 000 à 415 000 équivalents-habitants et à mettre en œuvre une méthanisation pour traiter les boues et graisses issues de l'épuration afin de produire du biogaz valorisable et de diminuer la quantité de boues produites. Mise en service prévue en 2024.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2021-4170 en date du 09/12/2021. Projet soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, valant déclaration au titre de la réglementation sur les ICPE.	Ce projet sera terminé au moment du démarrage des travaux du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Toutes les mesures en faveur de l'environnement seront mises en œuvre au titre de ce projet. **Le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**
Projet de construction immobilière mixte « Quai XIX » - Pointe presqu'île – lot n° 3 sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée et à proximité immédiate de l'aire d'étude immédiate au niveau du terminus existant « Presqu'île »	Le projet concerne la construction d'un ensemble immobilier qui s'inscrit dans un projet global de réaménagement de la pointe presqu'île de Caen. Le projet constitue le lot n° 3 de l'aménagement de la pointe presqu'île et prévoit la création de trois bâtiments reliés par un « socle actif », pour au total 11 657 m² de surface de plancher, qui accueillera des logements, une auberge de jeunesse, des activités et un parking couvert.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3519 en date du 16/04/2020. Projet soumis à évaluation environnementale.	Le projet a été livré en 2023 et est donc en exploitation. À ce titre, **le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**
Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du CEMT de Fleury-sur-Orne	Le projet d'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne, situé sur la commune de Fleury-sur-Orne, couvre une superficie de 48 ha et prévoit d'accueillir sur 15 ans environ 1 800 nouveaux logements et 4 000 habitants. Les travaux sont en cours (2024) et certaines livraisons ont déjà été délivrées (les premiers habitants ont investi les nouveaux logements courant 2023). Le quartier sera entièrement achevé d'ici 2030.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2019-3243 en date du 26/09/2019. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de la typologie du projet (création d'un nouveau quartier, accueil de nouveaux habitants) et de la localisation géographique de ce dernier (à proximité immédiate du CEMT) sur la commune de Fleury-sur-Orne.
Projet de construction immobilière mixte « Cap 360 » - Pointe presqu'île – lot n° 2 sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée et à proximité immédiate de l'aire d'étude immédiate au niveau du terminus existant « Presqu'île »	Le projet concerne la construction d'un ensemble immobilier mixte de logements, de bureaux, de commerces et d'une résidence étudiante.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2019-2971 en date du 28/03/2019. Projet soumis à évaluation environnementale.	Le projet a été livré et est donc en exploitation. À ce titre, **le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Projet d'urbanisation de la Presqu'île de Caen - ZAC du « Nouveau Bassin »	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau de la Presqu'Île.	Le projet de ZAC du « Nouveau Bassin » s'insère dans un projet plus vaste d'aménagement, le projet « Presqu'île », qui constitue un projet de développement urbain majeur pour l'agglomération caennaise. Le projet intègre également le réaménagement du carrefour Tourville-Dumont d'Urville et le prolongement de la deuxième ligne de tramway à travers la presqu'île caennaise pour desservir la ZAC.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2018-2703 en date du 04/09/2018. Projet soumis à évaluation environnementale.	Le projet a évolué et a fait l'objet d'un nouvel avis en date du 17/02/2022 (vu plus haut). À ce titre, **le projet de 2018 n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**
Projet d'extension du crématorium de Caen avec création d'un parking	À environ 500m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer	-	Absence d'avis du 24/01/2018 publié le 16/07/2018 émis par la MRAe Normandie dans un délai de 2 mois prévu à l'article R.122-7 du code de l'environnement.	**Projet non retenu pour l'analyse des effets cumulés**.
Projet d'urbanisation de la presqu'île de Caen – Phase n°1 : ZAC « Les Paysages Habités » à Hérouville Saint-Clair	À environ 500m à l'Ouest de l'aire d'étude rapprochée du projet de modification du terminus existant « Hérouville Sant-Clair – Saint-Clair »	Le projet consiste en l'aménagement d'une zone naturelle de 45,8 ha qui accueillera principalement 1200 logements, 1700 m² de commerces, services, 750 m² de bureaux et 2150 places de parking. Cette ZAC est la première phase d'aménagement prévue du projet global « Caen Presqu'île »	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2018-2623 en date du 21/06/2018. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au vu de sa localisation géographique par rapport aux futures voies de tramway.
Projet de construction immobilière mixte « Quai XIX » - Pointe Presqu'Île – Lot n°3 sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau du terminus existant « Presqu'Île »	Le projet présenté concerne la construction d'un ensemble immobilier qui s'inscrit dans un projet global de réaménagement de la pointe presqu'île de Caen, secteur d'une douzaine d'hectares entouré d'eau qui a fait l'objet de plusieurs avis de l'autorité environnementale en date des 14 septembre 2011, 21 juin 2018, 4 septembre 2018 et 28 mars 2019. Le projet constitue le lot n° 3 de l'aménagement de la pointe presqu'île et prévoit la création de trois bâtiments reliés par un « socle actif », pour au total 11 657 m² de surface de plancher, qui accueillera des logements, une auberge de jeunesse, des activités et un parking couvert.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3519 en date du 16/04/2020. Projet soumis à évaluation environnementale.	Ce projet est terminé et a été livré. Toutes les mesures en faveur de l'environnement ont été mises en œuvre au titre de ce projet. **Le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**

Projet recensé	Distance au projet	Brève description du projet	Procédures / Décision	Justification de la prise en compte ou non dans l'analyse des effets cumulés
Projet actualisé de reconstruction du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Caen	À environ 2 km à l'Est de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer sur la commune de Caen	L'opération de reconstruction du CHU de Caen est prévue pour se dérouler en deux phases complémentaires : – la première phase, dite « opération anticipée », prévue d'être réalisée entre début 2021 et fin 2022, consiste en la construction du pôle logistique/pharmacie/administration et du bâtiment biologie. Elle comprend en outre la réalisation au Nord-Est du site d'un parc de stationnement des véhicules de services du CHU et d'un bâtiment technique. Elle prévoit la création de 22 600 m² de surface de plancher ; – la seconde phase, dite « opération principale », prévue d'être réalisée entre 2022 et 2026, prévoit la construction d'un bâtiment de 82 600 m² de surface de plancher, comprenant les unités d'hôpitaux de jour, d'hébergement et des plateaux médico-techniques. Elle comprend la réalisation d'un espace central d'accueil à ciel ouvert, « l'Oasis », des parcs de stationnement, des voies et des rampes de déposes aux parkings situés en sous-sol. En toiture du bâtiment médico-technique, est prévue la réalisation d'une hélistation.	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3849 en date du 07/01/2021. Projet soumis à évaluation environnementale.	**Projet non retenu dans l'analyse des effets cumulés** au regard de la typologie du projet (reconstruction du CHU de Caen) et de la localisation géographique de ce dernier sur la commune de Caen.
Projet d'aménagement « Les grands jardins de Calix » sur la commune de Caen	Au sein de l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer, au niveau du quartier Saint-Jean Eudes	Le projet consiste en l'aménagement d'un quartier d'habitation composé de bâtiments neufs et réhabilités sur un secteur de renouvellement urbain, d'une superficie de 8,9 hectares, actuellement occupé par le centre hospitalier régional « Clemenceau ».	Avis délibéré de la MRAe Normandie n°2020-3619 en date du 09/07/2020. Projet soumis à évaluation environnementale.	Ce projet est terminé au moment du démarrage des travaux du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Toutes les mesures en faveur de l'environnement seront mises en œuvre au titre de ce projet. **Le projet n'est donc pas retenu pour l'analyse des effets cumulés.**

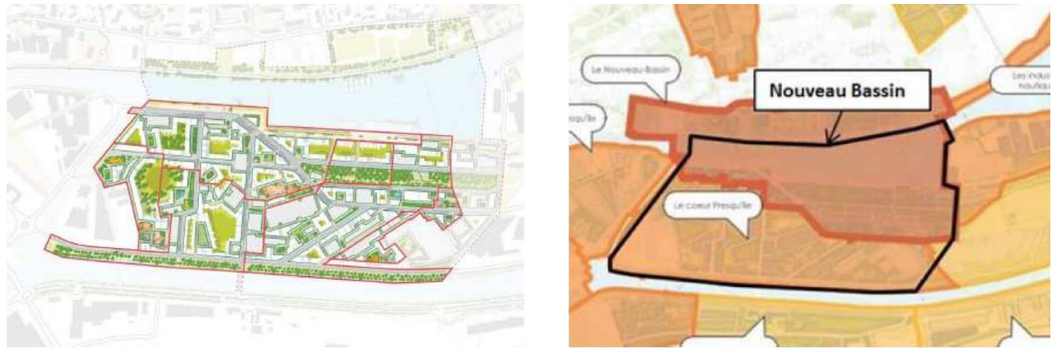
3.1. Aménagement de la ZAC du « Nouveau Bassin » au niveau de la Presqu'île de Caen

Le projet de zone d'aménagement concerté (ZAC) du « Nouveau Bassin » sur la commune de Caen s'insère dans un projet plus vaste d'aménagement, le projet « Caen Presqu'île », qui constitue un projet de développement urbain majeur pour l'agglomération caennaise. Situé au cœur de l'agglomération, il s'étend sur une superficie de 600 hectares, sur toute la presqu'île de Caen, entre le canal de Caen à la mer et l'Orne. Il est actuellement constitué de secteurs d'activités économiques et de friches urbaines.

Le projet d'ensemble, dont la réalisation est prévue sur une vingtaine d'années, a pour objectif de créer 7 950 logements, 31 700 m² de bureaux, 9 100 m² de commerces et services. Trois secteurs opérationnels ont été définis :

- La présente ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen ;
- La ZAC « Les Paysages Habités » à Hérouville Saint-Clair (voir chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-après) ;
- Et la ZAC « Le Cœur Calix » à Mondeville. Le projet est porté par la société publique locale d'aménagement (SPLA) Caen Presqu'île.

La ZAC du « Nouveau Bassin » comprend la Presqu'île de la commune de Caen – à l'exception de sa pointe – et empiète légèrement sur la commune voisine de Mondeville. Elle est entourée au Nord par le canal de Caen à la mer et au Sud par le cours naturel de l'Orne. Elle est d'une surface de 44 ha. Elle est implantée dans une zone industrielle dans laquelle se concentrent des activités économiques et portuaires et de nombreux espaces en friches. La ZAC accueillera 2 500 à 2 700 logements, sur une surface de plancher comprise entre 20 000 et 35 000 m², des équipements d'accueil de la petite enfance et des équipements scolaires, un équipement associatif, des équipements sportifs couverts.



Secteur Nouveau Bassin – Programmation phase 4
(sources : Dossier de présentation de novembre 2017 et Plan guide)

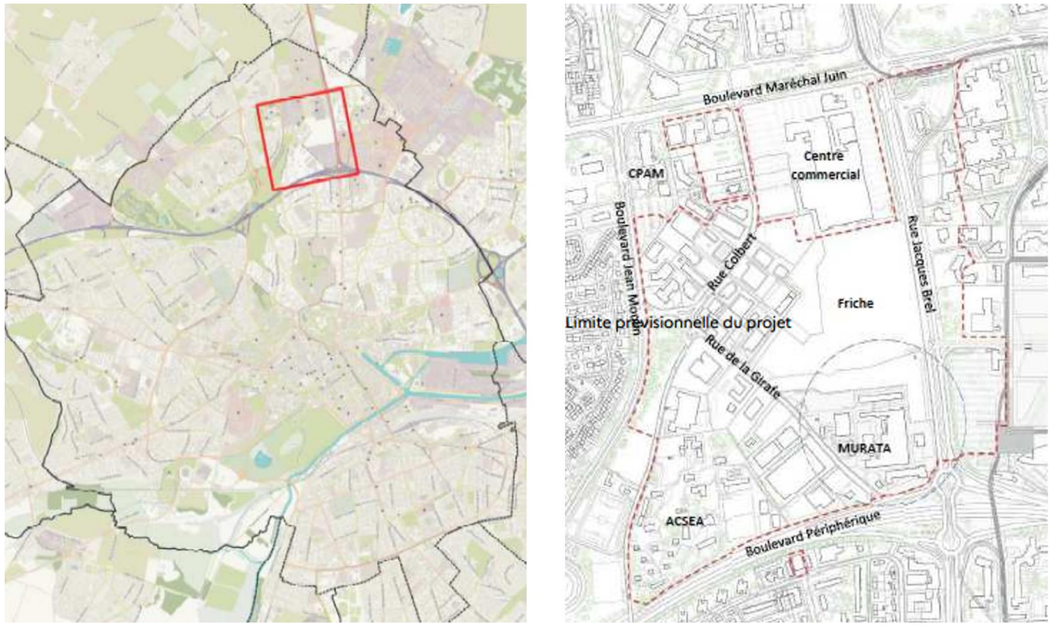
Le nouveau quartier sera relié au centre-ville par le réseau viaire des ponts de la Fonderie et de l'Écluse à l'Ouest du secteur. Sont également prévus un nouveau franchissement sur l'Orne entre la Presqu'île et le cours Montalivet pour en faciliter l'accès et une passerelle dédiée aux modes actifs, franchissant le canal de l'Orne et reliant la rue de Tourville. Enfin, la ZAC sera également accessible par la route départementale 402 qui la relie au pont de Colombelles au Nord (voir chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** précédemment).

> **Le projet d'aménagement de la ZAC du « Nouveau Bassin » répond aux critères présentés au chapitre 2 de la présente Partie 8. Par conséquent, il est retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.**

3.2. Création de la ZAC sur le secteur Mont-Coco – Côte de Nacre à Caen

Cette ZAC est un projet de renouvellement urbain porté par la communauté urbaine Caen la mer d'une superficie d'environ 53 ha à Caen et dont l'objectif est de redynamiser la zone industrielle du Mont Coco et de la rendre attractive sur les plans urbain, économique, environnemental et social. Le projet s'intègre dans des réflexions d'ensemble visant à aménager le plateau Nord de Caen dans sa globalité, aménagement baptisé « EPOPEA PARK » et prévu dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen.

Les travaux devraient se dérouler entre 2024 et 2040.



Localisation de la ZAC sur le secteur Mon-Coco – Côte de Nacre à Caen et limite prévisionnelle du projet

À ce stade du projet, le dossier de création de la ZAC ne décrit que les grands principes d'aménagement retenus, à savoir :

- Le désenclavement du quartier Mont Coco – Côte de Nacre en s'appuyant sur les infrastructures existantes, dont les deux voies structurantes du quartier, la rue Colbert et la rue de la Girafe, qu'il est prévu d'élargir et de réaménager ;
- L'apport de mixité fonctionnelle par la structuration de l'espace en quatre quartiers appelés « îlots » :
  - Le Front urbain sur la rue Jacques Brel, secteur bâti avec un socle d'activités diverses, composé de bureaux et de logements ;
  - La Ville dense, composée de bâtiments de hauteur variable, de deux à six étages, d'activités et de bureaux ;
  - Le Faubourg, mixant activités existantes et logements d'un à cinq étages, avec pour ambition de développer à terme un îlot spécifiquement dédié à l'artisanat ou à la petite industrie ;
  - La Ville-Parc, dotée d'immeubles de bureaux (bâtiments d'un à quatre étages), au Sud de la rue de la Girafe, et qui sera davantage végétalisée.
- La requalification de la rue Jacques Brel (RD 7) en boulevard urbain ;
- La création d'un parc végétalisé de 4,1 hectares.

La surface totale de plancher, conservée ou créée à terme, est de l'ordre de 260 000 m² et se décompose comme suit :

- 46 000 m² pour les activités, 77 000 m² de bureaux, 100 000 m² pour les 1540 logements et 8 000 m² d'équipements ;
- 30 800 m² de bâtis existants conservés.

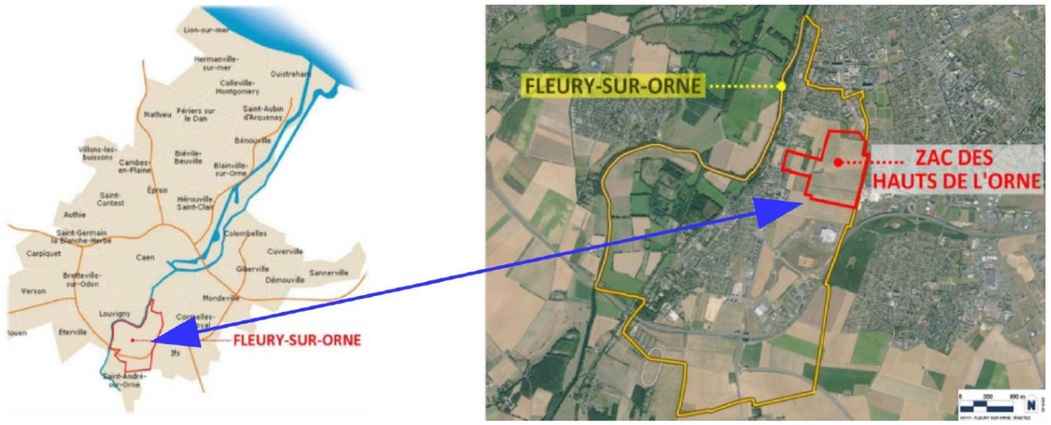
Le schéma de circulation envisagé pour le futur quartier repose sur des voies de liaisons inter-quartiers et des voies de dessertes internes potentiellement supports de mobilités actives (marche, vélos, etc.). L'objectif est de limiter le trafic automobile dans ces rues : création de zones 30, lignes de transport en commun, mise en place d'un plan de circulation réduisant le trafic de transit, etc.

Sans indiquer de calendrier précis, le dossier précise que les premières opérations d'aménagement seront lancées le long de la rue de la Girafe, sur les parcelles disponibles le long de la rue Colbert et sur les terrains au Sud du centre commercial existant. Les opérations se poursuivront au gré des opportunités foncières et le troisième temps concernera l'aménagement de la rive Est de la rue Jacques-Brel.

Le projet d'aménagement de la ZAC sur le secteur Mont-Coco – Côte de Nacre à Caen répond aux critères présentés au chapitre 2 de la présente Partie 8. Par conséquent, il est retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

3.3. AMÉNAGEMENT DE L'ÉCOQUARTIER DES HAUTS DE L'ORNE À FLEURY-SUR-ORNE

Le projet d'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne se situe au nord-est de la commune de Fleury-sur-Orne, à proximité du parc d'activités NormandiKa. Il couvre une superficie de 48 hectares. Il est délimité au Nord-Ouest par les carrières souterraines, le Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne et par le quartier de Fleury Nord ; à l'Ouest, par l'avenue d'Harcourt ; au Sud, par la zone d'activités de Fleury-sur-Orne et notamment le site IKEA, et le boulevard périphérique ; à l'Est, par le quartier du campus situé sur la commune d'Ifs.



Localisation de la ZAC des Hauts de l'Orne

L'opération s'inscrit dans une démarche de développement durable avec pour ambition d'accéder à la labellisation Écoquartier. Il est prévu d'accueillir sur 15 ans environ 1 800 nouveaux logements, pour un nombre d'habitants estimé à 4 000 personnes, auxquels seront associés des services et équipements publics.

L'aménagement du quartier est décomposé en trois phases (cf carte ci-dessous) :

- Phase 1 : elle couvre 8 ha et accueillera 200 logements et 5 000 m² d'activités ;
- Phase 2 : elle couvre 21 ha et comprend la réalisation de la place centrale du futur quartier ainsi que du bassin de rétention des eaux pluviales et du premier étang. Des habitats denses seront créés près de la place tandis que des zones pavillonnaires seront réalisées aux abords des étendues d'eau ;
- Phase 3 : elle couvre 19 ha et complétera l'offre de logements et de commerces concentrés autour d'une nouvelle place de taille plus modeste. Des éléments paysagers, dont deux autres étangs, viendront compléter les aménagements existants.



Phasage de l'opération de la ZAC des Hauts de l'Orne

Le projet d'aménagement de la ZAC des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne répond aux critères présentés au chapitre 2 de la présente Partie 8. Par conséquent, il est retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

4. ANALYSE DES EFFETS CUMULES

Les Maîtres d'ouvrage des projets travaillent en lien permanent afin de rendre compatibles et interactifs l'ensemble des projets conduits sur le territoire.

La planification des aménagements et des orientations de développement de l'urbanisme fait partie intégrante du rôle de ces maîtres d'ouvrage. Par le biais des réflexions conduites dans le cadre des documents de planification territoriaux et des schémas de gestion (PLU, SCOT, PDU, etc.), l'ensemble des acteurs du développement de l'agglomération caennaise contribuent à une élaboration harmonisée des projets.

4.1. EFFETS CUMULÉS SUR LE MILIEU PHYSIQUE

Thématique	Principaux impacts et mesures		
	ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen	**ZAC « Mont-Coco-Côte de Nacre » à Caen**	**Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne**
Eaux souterraines et superficielles	En ce qui concerne les risques de pollution des eaux souterraines, des mesures sont prévues en phase afin d'éviter la production importante de matières en suspension et leur transfert vers l'aval ainsi que le déversement sur le sol et le sous-sol de produits polluants. Une procédure spécifique pour la gestion des pollutions accidentelles permettra de réduire les rejets vers le milieu naturel et limiter les risques de pollution des eaux superficielles. Le projet de ZAC prend en compte les infiltrations dans les sols pollués et dans la nappe affleurante. Les effets du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sur les eaux souterraines et superficielles ne se cumulent pas.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.
Terres et sol	Risque de pollution de sol fort au niveau de la ZAC. L'élaboration d'un plan de gestion de la pollution des sols et l'analyse des risques résiduels qui en découleront ont été commencées en 2021 afin de définir une stratégie de valorisation des sols de la Presqu'île de Caen. Ces études comprennent notamment un plan de gestion des terres et une analyse des risques résiduels (ARR). Ils permettront d'élaborer un système d'économie circulaire des terres dans le but de rétablir les fonctionnalités naturelles des sols et dans une logique d'autosuffisance. Les effets du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sur les terres et le sol ne se cumulent pas.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.
Risques naturels	Le projet prend en compte le risque inondation. Il n'y a pas d'effet cumulé entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et la ZAC du « Nouveau Bassin ».	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.

4.2. EFFETS CUMULÉS SUR LE MILIEU NATUREL

Principaux impacts et mesures		
ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen	**ZAC « Mont-Coco-Côte de Nacre » à Caen**	**Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne**
Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » ne peuvent pas être évalués.	Absence d'information dans les documents disponibles de l'Ae. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne ne peuvent pas être évalués.

4.3. EFFETS CUMULÉS SUR LE MILIEU HUMAIN

Thématique	Principaux impacts et mesures		
	ZAC du « Nouveau Bassin » à Caen	**ZAC « Mont-Coco-Côte de Nacre » à Caen**	**Aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne à Fleury-sur-Orne**
Cadre de vie	La phase travaux pourra occasionner des perturbations dans les conditions de circulation au niveau de la Presqu'Île de Caen. Accueil à terme de 2 500 à 2 700 logements, donc de nouveaux habitants et une hausse des déplacements dans le secteur (55 000 déplacements journaliers prévus). L'extension du réseau de tramway permettra de répondre à cette future demande. Le tramway desservira l'extrémité Ouest de la ZAC. Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sont positifs.	Les travaux sont prévus entre 2024 et 2040. Le quartier est déjà desservi par l'actuel réseau de tramway caennais. Par conséquent, il n'y a pas d'effet cumulé entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre ».	Il est estimé 4 000 nouveaux habitants à terme dans le quartier des Hauts de l'Orne. Aucune perturbation en phase travaux ou en phase exploitation ne va venir impacter le projet d'ajout de voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne. Les effets cumulés entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne sont positifs avec la desserte du quartier par le réseau de tramway.
Qualité de l'air	Le projet engendrera des pollutions atmosphériques liées à la phase chantier, puis à la circulation automobile et à la consommation énergétique des différents bâtiments durant la phase d'exploitation. La desserte du quartier par le tramway et l'accès à de nouveaux secteurs à l'Ouest de Caen va permettre une alternative à l'usage de la voiture via le tramway et les modes doux (vélo). Les effets cumulés du projet d'extension du tramway de Caen la mer et de la ZAC du « Nouveau Bassin » sont positifs.	Les travaux seront sources pollution atmosphérique temporaires (engins de chantier). Des mesures seront mises en place afin d'atténuer tous ces impacts temporaires. En phase exploitation, le tramway participera au report modal de la voiture vers les transports doux, et ainsi sera favorable à la baisse des émissions de gaz à effet de serre au sein de l'agglomération caennaise. Par conséquent, les effets cumulés entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et la ZAC « Mont-Coco – Côte de Nacre » sont positifs.	Les travaux seront sources pollution atmosphérique temporaires (engins de chantier). Des mesures seront mises en place afin d'atténuer tous ces impacts temporaires. En phase exploitation, le tramway participera au report modal de la voiture vers les transports doux, et ainsi sera favorable à la baisse des émissions de gaz à effet de serre au sein de l'agglomération caennaise. Par conséquent, les effets cumulés entre le projet d'extension du tramway de Caen la mer et l'aménagement de l'écoquartier des Hauts de l'Orne sont positifs.

PARTIE 9. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME ET DE PLANIFICATION

1. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME

1.1. LE SCHÉMA DE COHÉRENCE TERRITORIALE (SCOT) DE CAEN NORMANDIE MÉTROPOLE

Par délibération du 18 octobre 2019, le Comité syndical de Caen Normandie Métropole (CNM) a approuvé, à l'unanimité des suffrages exprimés, la révision n°1 du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) CNM, approuvé d'abord en 2011 et modifié en 2016. Il est devenu exécutoire le 14 janvier 2020.

Ce SCoT révisé vise à faciliter aujourd'hui et pour demain des projets de développement équilibrés, sobres en énergie et en consommation d'espace, qui veillent à un meilleur usage des terres et à l'équilibre social. Ces projets urbains se doivent d'être éloignés d'une logique d'offre foncière et appliquent les principes de développement durable du territoire au profit d'une vision cohérente sur le long terme.

Le SCoT CNM révisé couvre les territoires des EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale) suivants :

- La Communauté urbaine Caen la mer ;
- La Communauté de communes Cingal Suisse Normande ;
- La Communauté de communes Cœur de Nacre ;
- La Communauté de communes Val ès dunes ;
- La Communauté de communes Vallées de l'Orne et de l'Odon.

Par conséquent, toutes les communes concernées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer sont comprises dans le périmètre du SCoT CNM.

Le SCoT Caen Normandie Métropole s'articule notamment autour des documents suivants :

- Le rapport de présentation qui expose le diagnostic et présente la démarche d'évaluation environnementale ;
- Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) qui fixe les objectifs des politiques publiques d'urbanisme en matière d'habitat, d'environnement économique, d'implantation commerciale, de déplacements, de services et de grands équipements ;
- Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) qui traduit les orientations d'aménagement et les choix et principes présentés dans le PADD, dont il décline et précise les objectifs ;
- Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC), en annexe du DOO, qui détermine les conditions d'implantation des équipements commerciaux susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'aménagement du territoire et le développement durable. Ces conditions visent à promouvoir un aménagement durable des espaces susceptibles d'accueillir des équipements commerciaux.

1.1.1. Le Projet d'Aménagement et de Développent Durables (PADD)

Le PADD du SCoT de Caen Normandie Métropole porte trois ambitions :

- Développer les potentialités ;
- Préserver le bien commun ;
- Aménager le cadre de vie.

Parmi les objectifs du SCoT, plusieurs concernent les mobilités et la thématique des transports en commun, où le projet d'extension du tramway de Caen la mer se pose en grand projet urbain métropolitain.

Le PADD du SCoT, dans son ambition « *Aménager le cadre de vie* », vise à « *réaffirmer le principe de polarisation fondé sur une armature urbaine hiérarchisée* » pour répondre à la fois aux exigences « *de limitation […] des déplacements automobiles, et de « bien vivre » des habitants de Caen-Métropole* », pour que chacun trouve à proximité de son domicile les services, commerces et équipements dont il a besoin. C'est dans ce contexte que s'inscrit aussi le projet d'extension du tramway de Caen la mer, dans un souci de rapprocher les habitants des équipements structurants de transports en commun et de desserte des quartiers.

Dans ce cadre, le centre de l'agglomération, ou « Centre urbain métropolitain » dans le SCoT CNM, accueille (ou a vocation à accueillir) des fonctions métropolitaines. Il assure un rôle moteur dans le développement de Caen Normandie Métropole par son rayonnement interne et externe au SCoT. Son habitat, ses emplois et son tissu de services et d'activités, ainsi que son offre de santé est dense et continuera de s'intensifier, notamment par une politique volontariste de requalification urbaine. C'est pourquoi, le SCoT porte des objectifs ambitieux, notamment en matière de desserte par les transports collectifs, dans lequel s'inscrit le projet d'extension du tramway de Caen la mer et le développement associé de l'usage des mobilités douces.

En continuité de l'aménagement du cadre de vie, l'organisation des mobilités « *pour un développement harmonieux et durable du territoire* » entend pérenniser les temps de déplacements sur le territoire de Caen Normandie Métropole, et améliorer les temps de parcours en modes alternatifs entre les pôles et l'agglomération. Dans ce cadre, le SCoT CNM donne une place prioritaire à l'ensemble des modes de déplacements alternatifs et cherche à optimiser l'utilisation de l'automobile, en appui d'une politique de développement misant sur la compacité urbaine, la mixité fonctionnelle et la maitrise de la périurbanisation. Le report modal de la voiture vers le tramway s'inscrit dans cette logique.

Enfin, cette offre complète de transport ne peut se faire sans la mise en œuvre d'une politique cohérente de stationnement, visant à favoriser le report modal dans les territoires les mieux desservis et préserver l'espace public dans les espaces centraux. La création de parking-relais s'inscrit dans les ambitions portées par le projet d'extension du tramway de Caen la mer de laisser le véhicule à l'extérieur du centre-ville pour alléger la présence de l'automobile et tout ce qui en découle (amélioration de la qualité de l'air, réduction des nuisances sonores automobiles, etc.).

De plus, les nouvelles infrastructures doivent être l'occasion de prendre en compte en amont la desserte multimodale des zones de développement (passage des transports collectifs, aménagements cyclables).

La figure en page suivante permet de schématiser les principes du PADD du SCoT de Caen Normandie Métropole et de localiser l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.1.2. Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO)

Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) traduit les orientations d'aménagement et les choix et principes présentés dans le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD), dont il décline et précise les objectifs. Il traite, entre autres, des questions de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre par la promotion de nouvelles formes d'aménagement et d'urbanisme qui visent à une maîtrise des déplacements.

Le DOO du SCoT de Caen Normandie Métropole s'inscrit dans la poursuite du SCoT approuvé en 2011. Il est organisé de la manière suivante :

- 1° : **Organisation du territoire et grands équilibres spatiaux**, partie qui présente les principes de polarisation du développement, de la place du SCoT dans son contexte territorial large, du caractère fédérateur de la Trame verte et bleue, de poursuite de la réduction de la consommation d'espaces agricoles et naturels et d'atténuation des causes et d'adaptation au changement climatique et pose les principes d'un « territoire intelligent » ;
- 2° : **Les conditions d'un développement équilibré et maîtrisé des fonctions urbaines,** partie qui expose l'articulation sur le territoire des espaces dédiés au développement économique, à l'agriculture, à l'équipement artisanal et commercial, à l'habitat et aux équipements et services ;
- 3° : **L'organisation de la gestion des flux**, partie qui présente l'importance de l'articulation entre urbanisme et transports et le fonctionnement attendu des mobilités en assurant la promotion des modes de déplacement alternatifs à l'automobile pour les personnes comme pour les marchandises ;
- 4° : **Les principes d'un aménagement durable pour produire un cadre de vie qualitatif et sain,** partie qui traite des questions de préservation des paysages naturels et urbains, et de qualité de l'architecture et de l'urbanisme ;
- 5° : **Les grand projets d'équipements et de services** nécessaires à la mise en œuvre du SCoT, conformément aux dispositions des articles L.141-13 et L.143-20 du Code de l'urbanisme ;
- 6° : **Les espaces et sites à protéger** au titre de la protection et de la sécurisation de de la ressource en eau, de la préservation des sols, de la protection de la biodiversité ;
- 7° : **La prévention et la gestion des risques naturels et technologiques et des nuisances** : risque inondation, risque sismique et mouvement de terrain, risques technologiques et lutte contre les nuisances sonores.

De manière plus spécifique en ce qui concerne la thématique des transports en commun, le projet d'extension du tramway de Caen la mer est clairement énoncé dans le DOO du SCoT de CNM. En effet, parmi les grands projets d'équipements et de services identifiés figurent « *les projets nécessaires pour développer les mobilités internes alternatives à l'automobile* » avec, pour les transports collectifs, « *la réalisation de l'extension de tramway vers la Presqu'île et les Hauts de l'Orne et […] à terme la création d'une ligne Est/Ouest* ».

De plus, lorsque le DOO évoque la cohérence entre l'urbanisation et le système de déplacements, il émet un objectif concernant le « Centre urbain métropolitain » qui prévoit des « *dispositions spécifiques d'aménagement, en termes de densité et de mixité, à l'intérieur des corridors desservis par le tramway […] au regard de la qualité de la desserte en transports collectifs actuelle ou future* ». Dans une certaine mesure, le projet d'extension du tramway de Caen la mer est donc ici soulevé sans être directement nommé.

Il est à noter aussi que le DOO confirme la priorité donnée aux mobilités alternatives à l'automobile individuelle : l'une des orientations du DOO au sein de la Communauté urbaine Caen la mer est que le SCoT CNM prévoit d'appuyer son développement sur un réseau de transport collectif hiérarchisé et organisé. Il est précisé que « *le tramway et les éventuelles lignes de Transport en Commun en Site Propre (TCSP) à créer constitueront la colonne vertébrale du transport collectif en zone dense. Elles devront desservir les principaux quartiers d'habitation, ainsi que les grands équipements publics et les grands pôles d'emplois. Ces transports devront atteindre une vitesse commerciale suffisante pour être concurrentiels à l'automobile, et suffisamment fréquents et indépendants de la circulation. L'ensemble du territoire bénéficiera d'une offre de transport collectif ». Enfin, dans le centre urbain métropolitain, les liaisons en transports collectifs de périphérie à périphérie devront être améliorées. L'objectif associé à cette orientation est de « définir les tracés de principe des extensions de tramway […]* ».

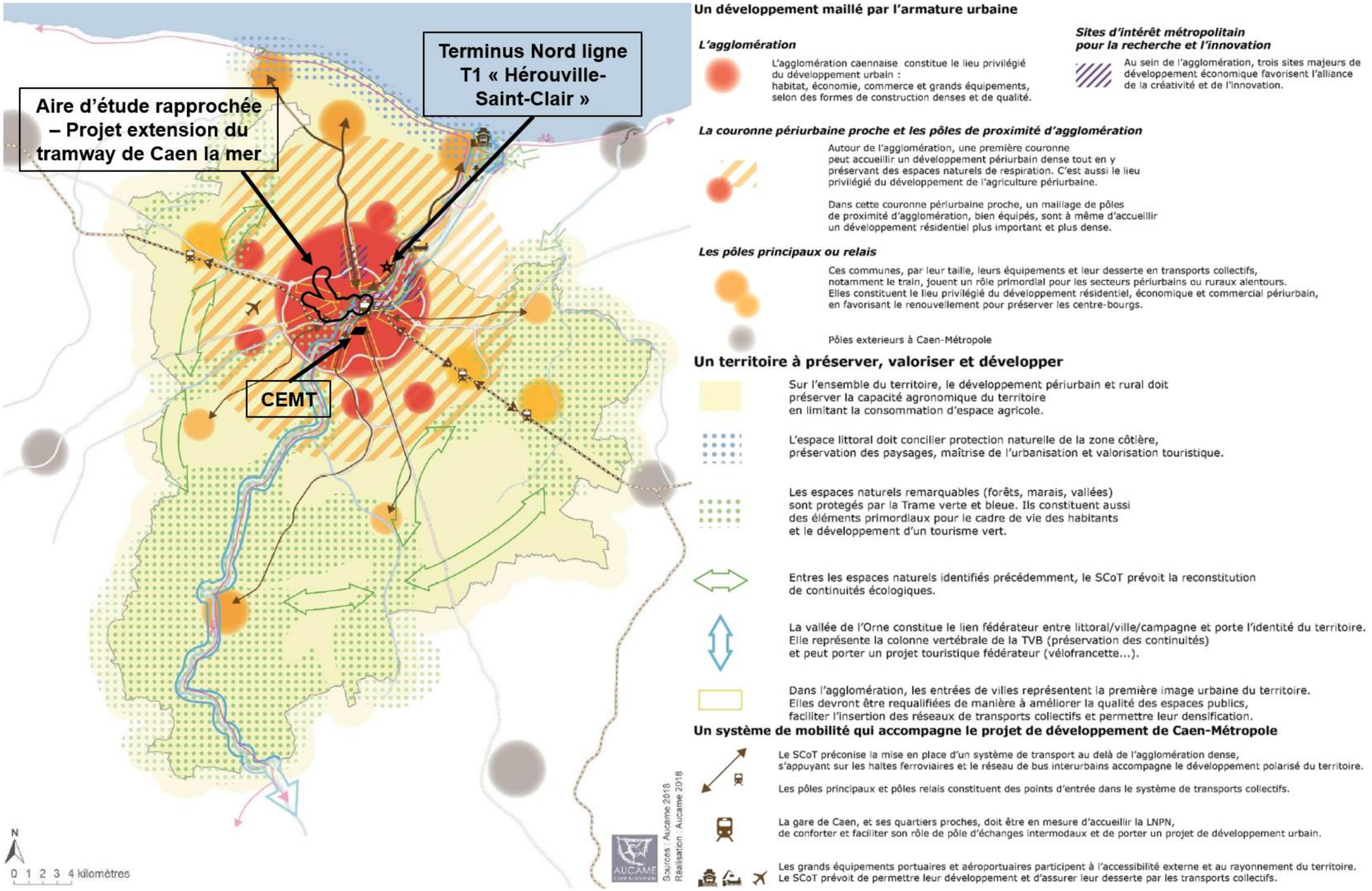


Schéma de principe du PADD du SCoT Caen Normandie Métropole et aires d'étude rapprochée (source : SCoT Caen Normandie Métropole, Novembre 2019)

1.1.3. Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC)

Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC) détermine les conditions d'implantation des équipements commerciaux qui, du fait de leur importance, sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'aménagement du territoire et le développement durable. Ces conditions visent à promouvoir un aménagement durable des espaces susceptibles d'accueillir des équipements commerciaux.

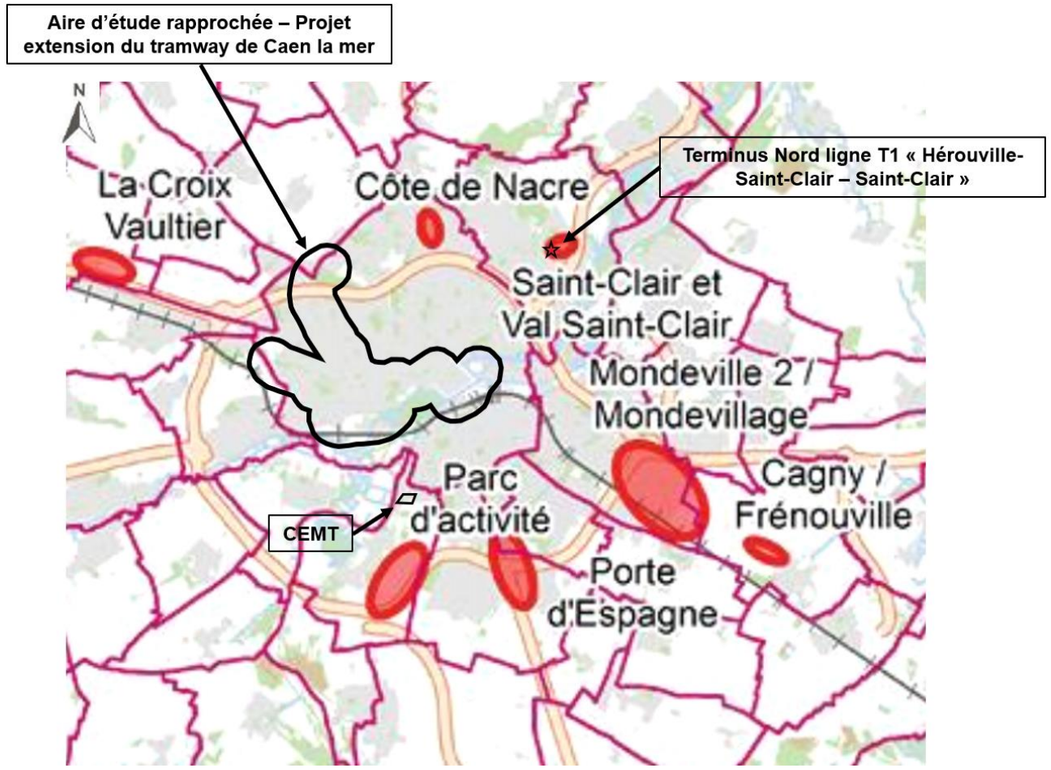
Il précise également les conditions d'implantation des commerces à l'extérieur des localisations préférentielles, ou lorsque les enveloppes d'extension de la surface de vente, affectées aux secteurs à enjeux définis et cartographiés dans le DAAC, sont dépassées.

Ce document localise enfin les secteurs d'implantation périphérique qui présentent des enjeux au regard du service rendu à la population et au regard du développement durable, mais également les secteurs d'implantation périphérique à enjeux pour l'implantation des commerces dans certaines zones d'activités.

Les prescriptions du DAAC sont complémentaires des orientations du Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) qui expose la philosophie générale de l'organisation commerciale du territoire de Caen Normandie Métropole (CNM).

Ce document définit notamment les lieux et conditions d'implantation des équipements commerciaux et artisanaux au sein du territoire du SCoT de CNM.

Autour de l'agglomération caennaise, le DAAC identifie notamment 7 secteurs à enjeux. Le secteur « Saint-Clair et Val Saint-Clair » est le seul à interférer avec le projet, au niveau de la modification du terminus Nord de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » (voir figure ci-dessous).



Localisation des 7 secteurs à enjeux autour de l'agglomération caennaise par rapport au projet (source : SCoT Caen Normandie Métropole, Novembre 2019)

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans les orientations définies au SCoT de Caen Normandie Métropole. Il est donc compatible avec ce document d'urbanisme supracommunal.

1.2. Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville de Caen a été approuvé le 16/12/2013. Depuis, il a fait l'objet de sept procédures de modifications, dont la dernière a été approuvée le 06/07/2023, et de trois procédures de révisions allégées, dont les deux dernières ont été approuvées le 27/01/2022.

Une modification n°8 du PLU de Caen a été engagée par délibération en date du 06/07/2023. Conformément aux dispositions du Code de l'urbanisme, ces modifications ne portent pas atteinte à l'économie générale du PADD, et n'entrent pas dans le champ d'application de la révision de droit commun ou allégée.

Le projet de modification n°8 du PLU de Caen vise à intégrer des adaptations règlementaires afin d'améliorer l'application de certaines dispositions en clarifiant ou précisant la formulation et de permettre la réalisation des nouveaux projets urbains.

Enfin, la modification en cours est l'occasion d'intégrer des mises à jour du PLU.

1.2.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du PLU de Caen

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) est une pièce maîtresse du PLU de Caen. Il s'appuie sur le « Projet de ville – Caen 2030 », arrêté en Conseil municipal de septembre 2009.

Il expose le projet de développement du territoire et énonce les grandes orientations et les objectifs, sous forme de défis, qui vont guider l'aménagement de la ville de demain. Cadre de cohérence interne du PLU, le PADD est aussi un guide pour élaborer les règles d'urbanisme. En effet, les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) du PLU, avec lesquelles tout projet doit être compatible, doivent respecter les orientations définies par le PADD.

De même, la règle d'urbanisme transcrite dans le règlement écrit et les documents graphiques du règlement du PLU, à laquelle tout projet doit être conforme, doit être fixée en cohérence avec le PADD.

Le PADD du PLU de Caen est toutefois à prendre avec du recul en raison de son ancienneté. En effet, élaboré il y a plus de 10 ans, celui-ci émet à l'époque des projets et des principes de développement qui ne sont pas forcément les mêmes à l'heure de développer le présent projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Le PADD se base autour des 5 défis suivants :

- Défi n°1 : Renouveler le modèle de développement urbain ;
- Défi n°2 : Faire du logement un levier d'attractivité ;
- Défi n°3 : Caen, moteur du développement métropolitain ;
- Défi n°4 : Développer une mobilité durable ;
- Défi n°5 : Affirmer l'exigence environnementale.

Ainsi, le défi n°4, relatif au développement d'une mobilité durable, a notamment pour objectifs le développement mitoyen qui vise à « *penser les zones de développement et de densification de la ville en lien avec l'aménagement et le nouveau réseau de transports en commun* ».

En ce sens, le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'intègre dans une optique de développement.

En effet, la branche Ouest du futur réseau de tramway regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs. L'exploitation est envisagée via une branche qui desservira le secteur Beaulieu et le quartier du Chemin Vert. Cette branche participe ainsi au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.

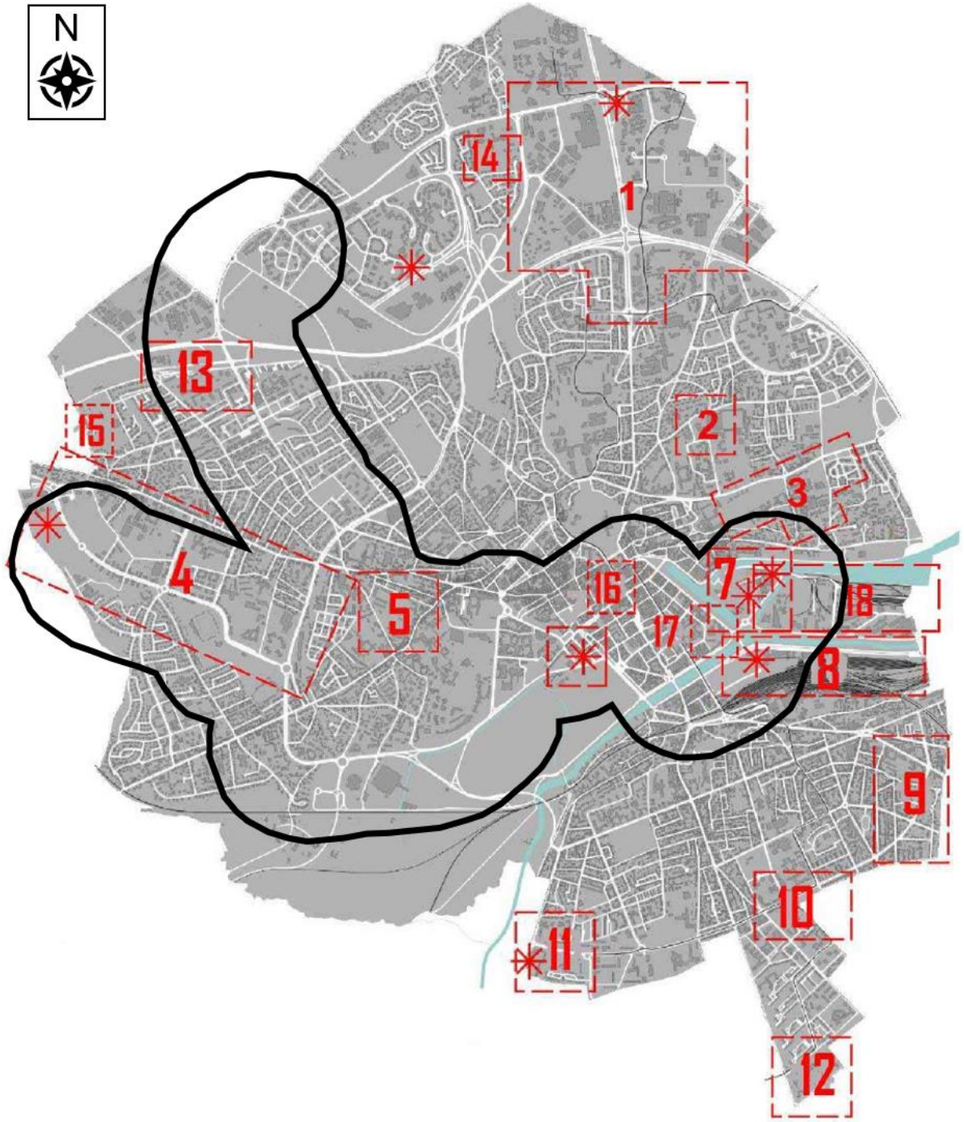
Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU de Caen.

1.2.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) du PLU de Caen

Les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) constituent l'une des pièces constitutives du PLU de Caen. Elles exposent la manière dont la collectivité souhaite mettre en valeur, réhabiliter, restructurer ou aménager des quartiers ou des secteurs de son territoire.

Le PLU de Caen compte des OAP relatives à l'aménagement, à l'habitat, aux mobilités douces et aux déplacements, établies en cohérence avec le PADD.

L'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer intercepte 8 secteurs d'OAP et 5 sites de constructions émergentes.

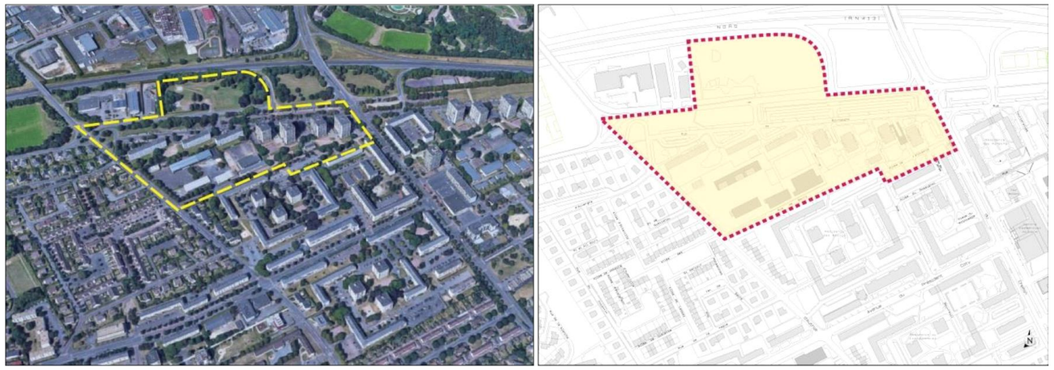


Localisation des Orientations d'Aménagement et de Programmation du PLU de Caen
(source : PLU de Caen)

Ainsi, du Nord vers le Sud et d'Ouest en Est, les secteurs suivants sont étudiés en raison de leur proximité avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.2.2.1. Secteur 13 – Secteur Authie Nord Touraine

Le secteur Authie Nord Touraine est situé au Nord du quartier du Chemin Vert, l'un des plus vastes quartiers de la ville de Caen qui rassemble près de 2 800 logements. Certains secteurs de ce quartier font l'objet d'un programme de renouvellement urbain dans le cadre du nouveau dispositif NPNRU (Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain).



Périmètre du secteur Authie-Nord-Touraine à Caen
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Certaines opérations sont déjà sorties de terre, comme le Pôle Enfance Michel Pondaven, qui a été inauguré en 2018, alors que les ensembles immobiliers font l'objet de panneaux d'informations pour l'heure.



Pôle Enfance Michel Pondaven (à gauche) et informations pour ensemble immobilier
(source : EGIS, Février 2024)

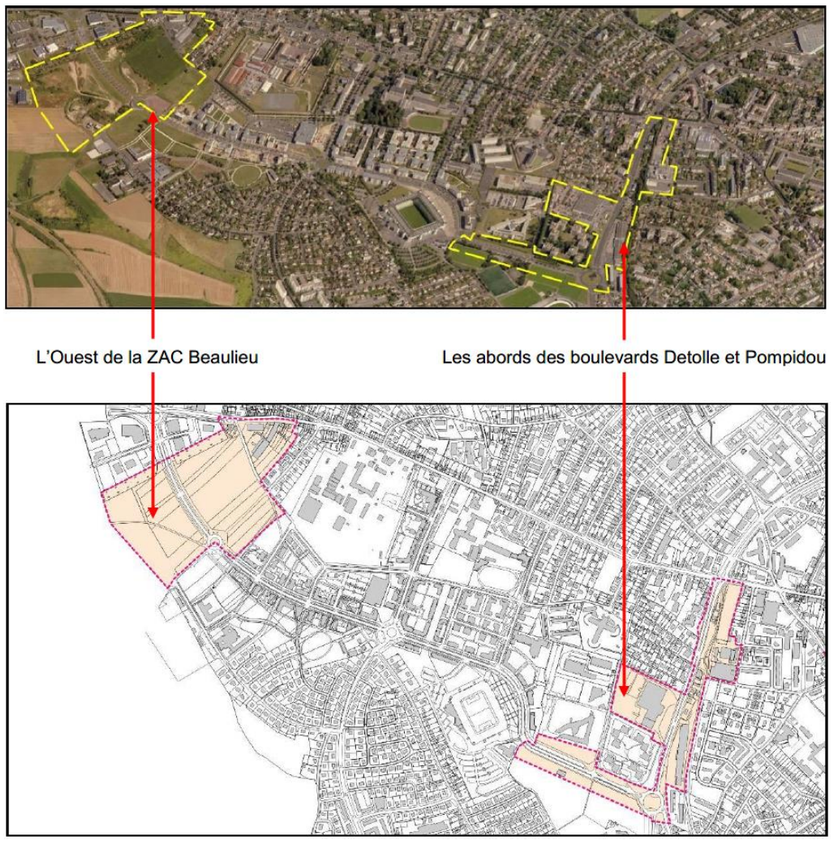
Les emprises de voirie rue du Chemin Vert en bordure Ouest du secteur vont accueillir les futures voies du tramway, permettant une desserte directe de ce secteur.

1.2.2.2. Secteur 4 – Secteur Detolle-Pompidou-Beaulieu

Ce secteur correspond à la conjonction de plusieurs projets ou/et opportunités auxquels il convient d'indiquer quelques principes pour en assurer la continuité et en renforcer la cohérence. Deux espaces de recomposition urbaine composent ce secteur d'OAP :

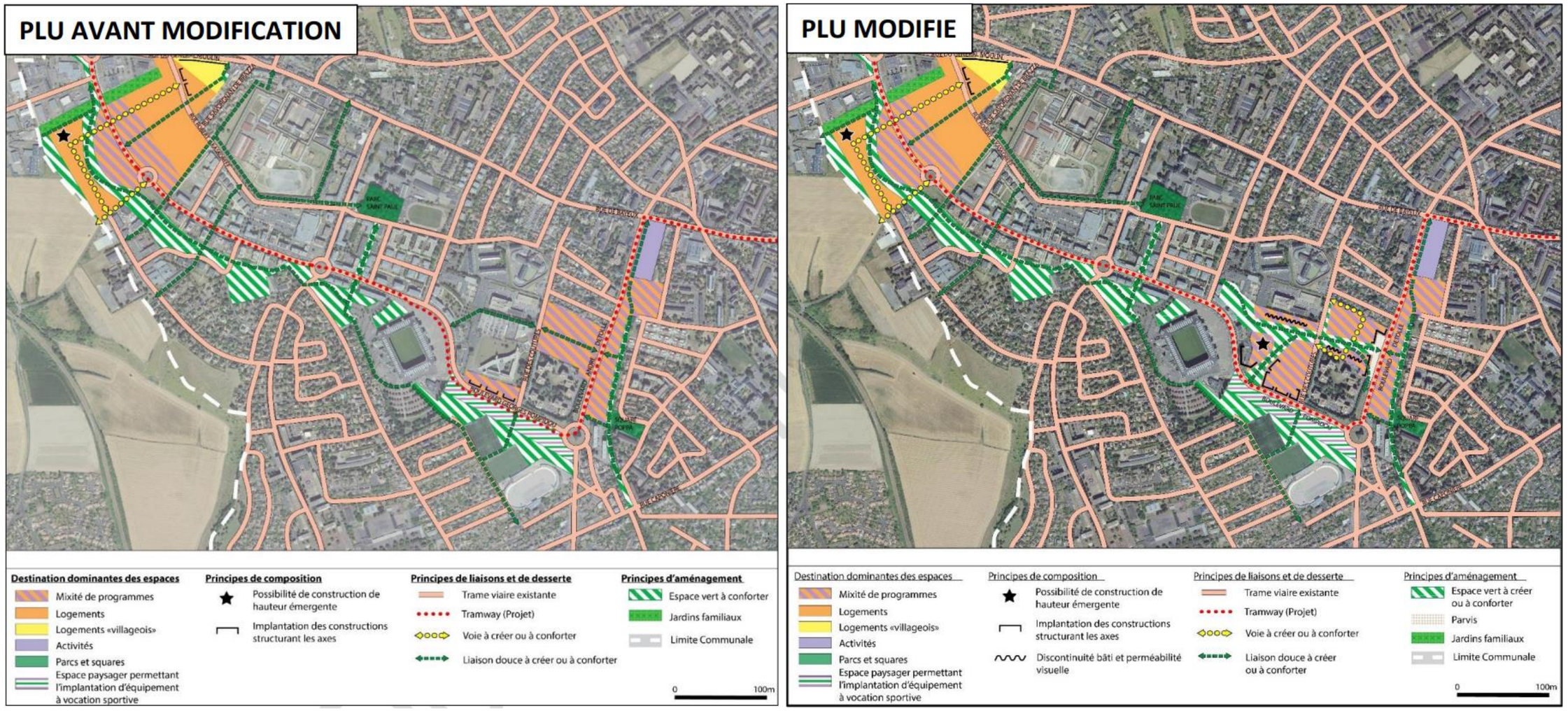
- L'achèvement de la ZAC Beaulieu à l'Ouest du boulevard Georges Pompidou ;
- Les abords des boulevards André Detolle et Georges Pompidou à l'Est.

Ces deux espaces sont réunis dans le même secteur pour assurer une continuité des parcours et l'organiser.



Périmètre du secteur Detolle-Pompidou-Beaulieu
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

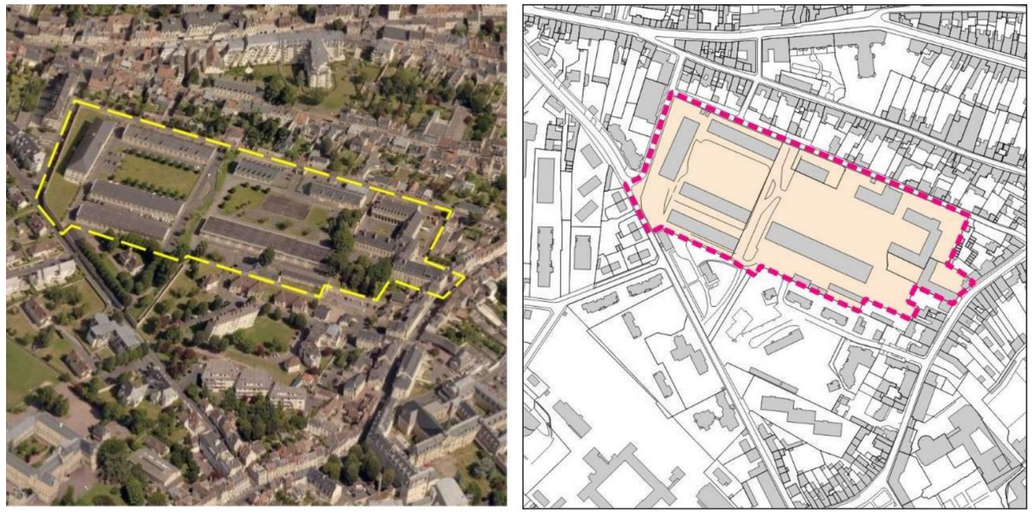
Les futures voies du tramway s'insèreront sur le boulevard Georges Pompidou. Les trois stations prévues (« Detolle », « Stade d'Ornano » et « Pompidou ») vont permettre une desserte directe de ce secteur.



Les orientations pour le secteur Detolle-Pompidou-Beaulieu dans le cadre de la modification n°8 du PLU de Caen

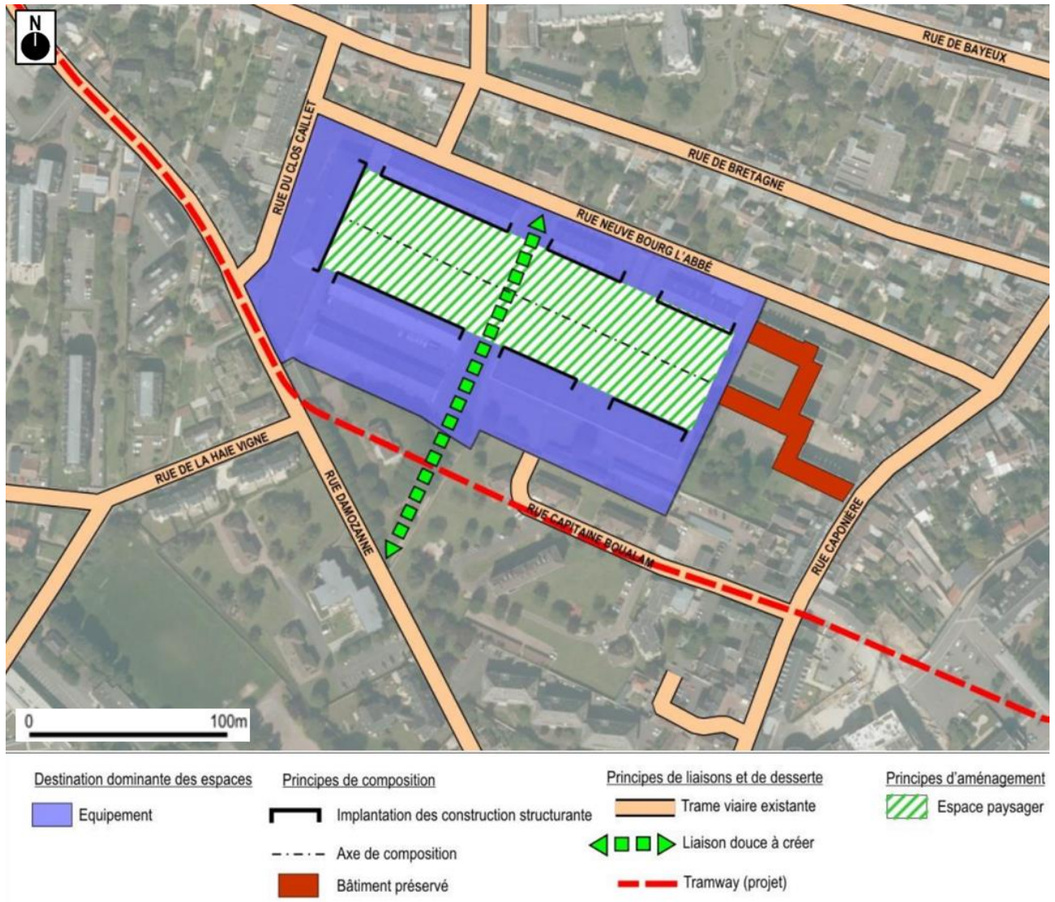
1.2.2.3. Secteur 5 – Lorge-Cité de l'Air

Le secteur de Lorge-Cité de l'Air fait l'objet d'une présentation au niveau du chapitre 5.6.3. de la Partie 3 dédiée à l'état initial de l'environnement.



Périmètre du secteur Lorge-Cité de l'Air
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Le principe général poursuivi par les OAP consiste à mettre en valeur et à faire connaître ce patrimoine autour de la création de parcours permettant la traversée de l'ilot (liaison depuis la rue Neuve Bourg l'Abbé jusqu'à la rue Damozanne, via le quartier Lorge et la cité de l'Air).



Orientations pour le secteur Lorge-Cité de l'Air
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

1.2.2.4. Secteur 16 – Secteur Bellivet

Dans un souci de redynamisation du centre-ville de Caen, la requalification des espaces publics et la recherche de nouveaux circuits marchands sont privilégiés par la Ville de Caen dans le cadre de plusieurs opérations urbaines.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le renouvellement de la rue Bellivet et de l'îlot Bellivet.



Périmètre du secteur Bellivet (source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Au cœur du centre-ville, la rue de Bellivet présente un profil vétuste. Les travaux d'aménagement consistent en l'amélioration des espaces végétalisés et la plantation d'arbres, la rénovation de l'ensemble des réseaux, la requalification de l'éclairage public, le renouvellement du mobilier urbain (bancs, poubelles, arceaux vélos), et l'aménagement de surface, en pierres naturelles.

Au total, 1 500 m² seront aménagés. Les travaux dureront 11 mois. La première tranche de travaux a commencé en septembre 2023.

Concernant l'îlot Bellivet, l'opération s'articule autour de l'ancien cinéma Pathé, fermé depuis mai 2013 et qui constitue une friche en plein centre-ville. Ce bâtiment des années 1930 a connu d'importantes modifications au cours du siècle, au gré des usages. À ses côtés se dresse l'hôtel de Than, classé depuis 1930 (toitures, façades et cour correspondant à l'ancien jardin), qui a fait l'objet d'une rénovation en 2018. Un nouveau projet immobilier sera développé sur le site de la friche Pathé, comportant la démolition de l'ancien cinéma et des deux cases commerciales. Le permis de construire a été délivré le 15 décembre 2022.

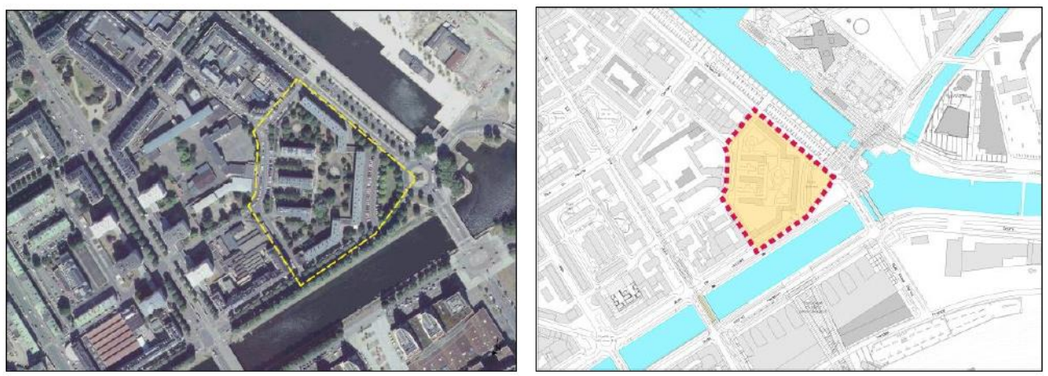


Secteur Bellivet en travaux en février 2024 (Source : EGIS, Février 2024)

Le tramway dessert actuellement le secteur à l'Est au niveau de l'arrêt « Saint-Pierre » sur les lignes T1 et T2. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer desservira le Sud du secteur au niveau du boulevard Maréchal Leclerc, puis de la rue de Bernières.

1.2.2.5. Secteur 17 – Secteur Trébucien

Le projet vise à réhabiliter un îlot composé de logements vieillissants et de densifier l'existant par de nouveaux logements supplémentaires. Le projet apportera également une nouvelle offre tertiaire dans le centre-ville avec l'implantation du siège social d'Inolya (Office Public de l'Habitat du Calvados). La requalification de l'îlot contribuera à dynamiser les équipements et commerces déjà en place (bibliothèque de Tocqueville, groupe scolaire Henri Brunet, garderie).

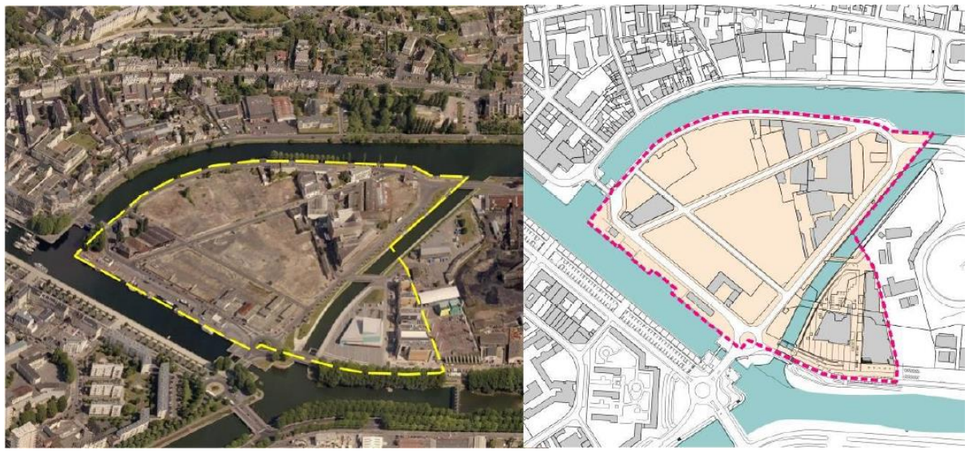


Périmètre du secteur Trébucien (source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

Le tramway dessert actuellement le secteur à l'Est au niveau des voies existantes de la ligne T2 et de l'arrêt « Presqu'Île ».

1.2.2.6. Secteur 7 – Secteur de la Pointe de la Presqu'île

La Ville a pour ambition de réaliser un grand projet de rénovation urbaine de l'ensemble de la presqu'île de Caen, entre l'Orne au Sud et le canal de Caen à la mer au Nord. La reconversion de ce site de 31 hectares est un enjeu majeur en termes de qualité urbaine qui nécessite de longues réflexions pour définir précisément l'organisation de ce nouveau quartier en prolongement du centre-ville. Depuis 2019, le projet « Caen Presqu'île » est labellisé « Projet d'Intérêt Majeur » (PIM).



Périmètre du secteur de la Pointe de la Presqu'île
(source : PLU de Caen, modification n°7, 06/07/2023)

En février 2024, de nombreux bâtiments sont sortis de terre et sont dorénavant fréquentés par les habitants de Caen.



Les nouvelles constructions (habitats, services, commerce) du secteur de la Pointe de la Presqu'île en février 2024 depuis l'avenue Victor Hugo (source : EGIS, Février 2024)

L'arrêt de tramway « Presqu'Île » est actuellement le terminus de la ligne T2 du tramway.

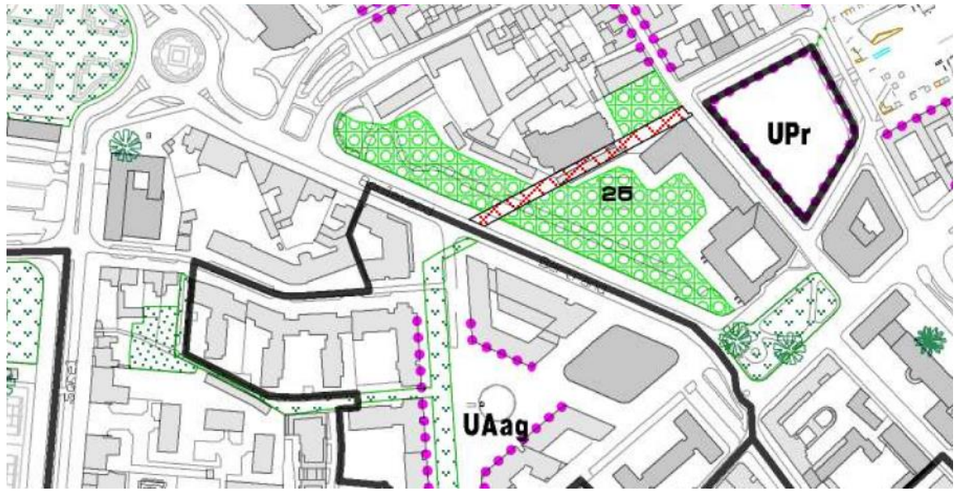
Le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne remet pas en cause les OAP prévues au PLU de Caen et localisées dans l'aire d'étude rapprochée du projet d'extension du tramway de Caen la mer. Il est donc compatible avec ce volet prospectif.

1.2.3. Prise en compte des emplacements réservés

Les emplacements réservés sont des zones spéciales délimitées par les PLU en application de l'article L.151-41 du Code de l'Urbanisme. Ils sont réservés aux voies et ouvrages publics, aux installations d'intérêt général, aux espaces verts ou nécessaires aux continuités écologiques ou aux programmes de logement incluant une mixité sociale.

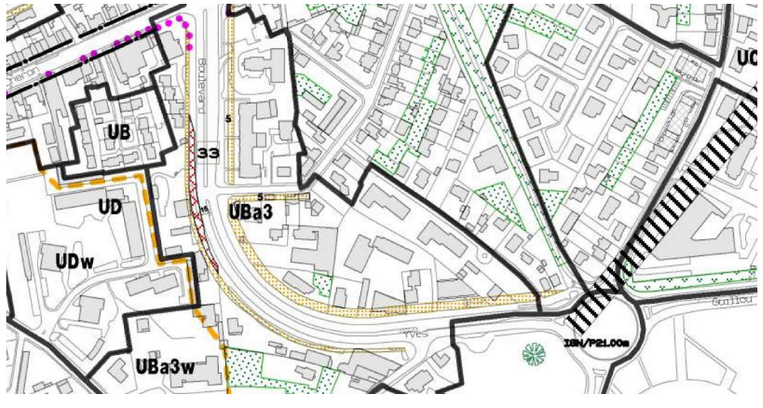
Quatre emplacements réservés (ER) identifiés dans le PLU de Caen sont recensés à l'intérieur de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer, à savoir :

- ER 25 « Liaison douce (piétons/vélos) » au niveau des Jardins du Conseil Général du Calvados (boulevard Bertrand) (surface approximative 1 235 m², emprise voirie 8 m, longueur 150 m) au bénéfice de la Ville de Caen.



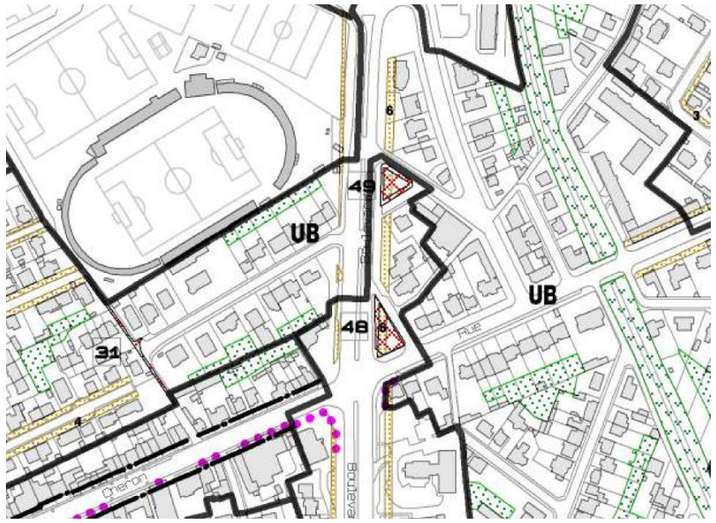
Localisation ER 25 – extrait du plan de zonage du PLU de Caen

- ER 33 « Élargissement d'emprise pour nouvel alignement » (boulevard Yves Guillou), au bénéfice de la Ville de la Caen (surface approximative 744 m², parcelles concernées NS97 à 101 et NW91).



Localisation ER 33 – extrait du plan de zonage du PLU de Caen

- ER48 « Aménagement de l'espace public » (boulevard André Detolle) au bénéfice de la Ville de Caen (surface de 381 m²) et ER49 « Aménagement de l'espace public » (boulevard André Detolle) au bénéfice de la Ville de Caen (surface de 230 m²).



Localisation ER 48 et ER 49 – extrait du plan de zonage du PLU de Caen

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est à proximité d'emplacements réservés au bénéfice de la Ville de Caen, mais ne les remet pas en cause.

1.2.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

Le plan de zonage est la traduction sur plan du règlement. Il délimite chaque zone décrite dans ce dernier et fait également apparaître les espaces protégés et les emplacements réservés.

Le règlement du PLU est la traduction sous forme de règles du PADD. Il définit les zones de la commune et les caractéristiques de celles-ci. Il encadre la réalisation des constructions, nouvelles ou extensions. Toute utilisation du sol doit être conforme au règlement.

Les zonages du PLU de Caen concernées par l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer sont analysés dans le tableau suivant au regard de leur compatibilité avec le projet.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer rentre dans le cadre des « ***constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs*** *[…]* ***directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres*** *[…]* ».

Dénomination de la zone (et sous-secteurs) et caractère dominant			Occupations et utilisations du sol autorisées et soumises à conditions particulières	Compatibilité du projet avec le zonage du PLU de Caen (Oui/Non)
UA : la zone UA et ses différents secteurs correspondent au centre-ville et aux autres espaces de centralité.	UAa, composé de différents sites de renouvellement	UAab : sous-secteur de Beaulieu	Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UA et des sous-secteurs UAa (UAab, UAag et UAar), UAb, UAc et UAd.	Oui
		UAag : sous-secteur Gardin		
		UAar : sous-secteur des Rives de l'Orne		
	UAb : périphérie du cœur de ville			
	UAc : îlots de la Reconstruction (axe Château/Gare SNCF)			
	UAd : anciens villages (Vaucelles, la Maladrerie et Venoix).			
UB : la zone UB correspond aux espaces périphériques des pôles de centralité et aux abords des grands axes.	UBa3 : secteur où la hauteur des constructions peut atteindre R+3		Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UB et des sous-secteurs UBa3 et UBa4.	Oui
	UBa4 : secteur où la hauteur des constructions peut atteindre R+4			
UC : la zone UC regroupe les espaces dont l'organisation urbaine et la morphologie du bâti correspondent majoritairement à une typologie pavillonnaire. Elle est répartie à la périphérie de la ville et marquée par la présence de jardins lui conférant un caractère végétalisé.			Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UC.	Oui
UD : la zone UD réunit les ensembles d'habitat collectif dont la composition urbaine organise, selon un plan d'ensemble, les constructions autour d'espaces libres verts et d'espaces verts communs, sans lien direct avec les espaces publics.	Uda : correspond à des espaces de recomposition urbaine ayant vocation à créer des pôles de centralités à la Guérinière, à la Grâce de Dieu, au Calvaire Saint-Pierre et au Chemin Vert.		Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UD et du sous-secteur UDa.	Oui
UE : la zone UE et ses différents secteurs correspondent aux espaces principalement destinés à accueillir des activités économiques.	UEfa : espace d'activités du quartier de La Folie Couvrechef et qui correspond au site Unicité du boulevard du Maréchal Juin		Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UE et des sous-secteurs UEfa et UEfb.	Oui

Dénomination de la zone (et sous-secteurs) et caractère dominant		Occupations et utilisations du sol autorisées et soumises à conditions particulières	Compatibilité du projet avec le zonage du PLU de Caen (Oui/Non)
	UEfb : espace d'activités du quartier de La Folie Couvrechef à l'angle du boulevard du Maréchal Juin et de l'avenue de l'Amiral Mountbatten		
UF : la zone UF regroupe les sites d'implantation des grands équipements publics implantés sur de vastes emprises foncières, tels que le château, le stade d'Ornano, les établissements hospitaliers, de recherche, etc. Elle est principalement destinée à accueillir des constructions et installations nécessaires à un service public ou d'intérêt collectif.	UFe : sous-secteur correspondant aux lycées et établissements universitaires (Campus 1 et 2)	Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UF et du sous-secteur UFe.	Oui
UP : la zone UP regroupe les espaces identifiés comme secteurs de projet, sur lesquels une recomposition urbaine est programmée à plus ou moins long terme. La zone UP concerne les espaces qui font l'objet d'OAP.	UPau : sous-secteur correspondant aux sites dont le renouvellement est prévu à plus long terme, à savoir la Presqu'Île, le Centre pénitentiaire et la maison d'arrêt, et le Parc d'activités technologiques. UPr ; sous-secteur correspondant à un espace à vocations économiques, commerciales et de services sur le site « République »	Les « *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […]* » sont autorisées au sein de la zone UP et des sous-secteurs UPau et UPr.	Oui
N : la zone N correspond aux espaces à dominante naturelle, protégés en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique (la Prairie, la vallée de l'Orne, le Mémorial de Caen, la Colline aux Oiseaux et les abords du périphérique)	Ne : sous-secteur destiné aux équipements d'intérêt public ou d'intérêt collectif implantés au sein des espaces naturels No : sous-secteur correspondant à l'Orne et au canal de Caen à la mer – *Ce sous-secteur est uniquement concerné en raison du passage par les ponts Winston Churchill et Alexandre Stirn, déjà concernés par le passage du tramway*.	ARTICLE 2. OCCUPATIONS ET UTILISATIONS ADMISES SOUS CONDITIONS SUPPLÉMENTAIRES : « en **zone N**, les *constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs […] directement liées et nécessaires aux ouvrages publics d'infrastructure terrestres […] ;* *En **secteur Ne**, les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs ou à des services publics, implantés au sein des espaces naturels »*	Oui

Le règlement des zones du PLU de Caen dans lequel s'inscrit le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le projet.

1.2.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU de Caen

Le règlement écrit du PLU de Caen impose également des dispositions communes à toutes les zones délimitées sur les documents graphiques du règlement.

Ces règles sont opposables à toute occupation ou utilisation du sol qu'elle soit ou non soumise à déclaration ou à autorisation au titre du code de l'urbanisme.

Certaines dispositions peuvent s'appliquer au projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.2.5.1. Espaces verts garantis

La dominante végétale et/ou la perméabilité existante des espaces verts garantis délimités au plan de zonage, doivent être maintenues. Toutefois, dans ces espaces, peuvent être réalisés des constructions, travaux ou installations nécessaires à l'accueil et au besoin du public, à des équipements sportifs et de loisirs de plein air, aux circulations douces, à la gestion d'un service public, dès lors qu'ils prennent en compte les caractéristiques paysagères du lieu. La superficie de ces espaces entre dans le décompte des espaces libres et espaces verts.

La surface d'espaces verts protégés a presque doublé à Caen entre la modification n°6 et la modification n°7 du PLU (644 hectares, contre 450 précédemment).

Des espaces verts garantis sont recensés notamment au niveau du rond-point du boulevard Maréchal Juin et de l'avenue de l'Amiral Mountbatten, ainsi qu'aux abords du boulevard Yves Guillou. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer ne remet pas en cause ces espaces.

1.2.5.2. Espaces boisés classés

Les terrains boisés identifiés aux documents graphiques comme espaces boisés, à conserver, à protéger ou à créer sont soumis au régime des articles L.113-2 et suivants du Code de l'urbanisme. Ce classement interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements.

Nonobstant toutes dispositions contraires, il entraîne le rejet de plein droit de la demande d'autorisation de défrichement prévue au chapitre Ier du titre IV du livre III du code forestier. Y sont notamment interdits, les recouvrements du sol par tout matériau imperméable : ciment, bitume ainsi que les remblais.

Les accès aux propriétés sont admis dans la mesure où ils ne compromettent pas la préservation des boisements existants.

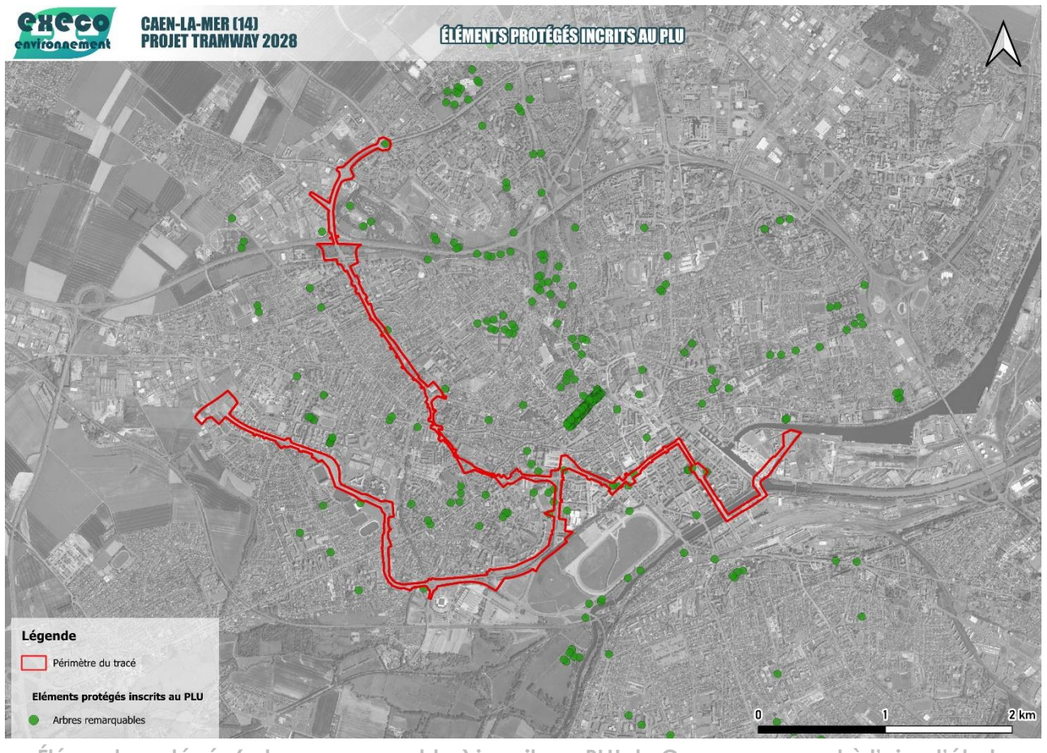
Un espace boisé classé (EBC) est identifié au PLU de Caen au niveau du parc du Conseil Départemental du Calvados (boulevard Bertrand). **Le projet d'extension du tramway de Caen la mer n'a pas d'impact sur cet espace boisé classé.**

1.2.5.3. Arbres remarquables

À Caen, 220 arbres remarquables sont listés. Les conditions de la préservation de ces arbres remarquables sont prévues à l'article 13 du PLU, leur identification portée dans une liste figurant dans l'annexe du règlement et leur localisation au plan de zonage.

L'article 13 stipule que « *les arbres remarquables, localisés au plan de zonage, doivent être préservés. Tous les aménagements, travaux ou constructions réalisés à leur proximité doivent être conçus pour assurer leur préservation. Leur destruction ne peut être envisagée que dans le cadre de travaux liés à la mise en œuvre d'une opération ayant un caractère d'intérêt général ou au regard de leur état phytosanitaire*. »

Les arbres remarquables sont localisés sur l'illustration ci-dessous.



Éléments protégés (arbres remarquables) inscrits au PLU de Caen par rapport à l'aire d'étude (source : ExEco, Janvier 2024)

Les arbres remarquables identifiés au titre de l'article L.151-23 du Code de l'urbanisme aux documents graphiques sont à conserver. Les constructions envisagées doivent observer un recul de 5 mètres par rapport au houppier[14] de l'arbre et les réseaux devront être éloignés de 5 mètres par rapport au tronc.

Des arbres remarquables sont identifiés au niveau de la place Gambetta et du boulevard du Maréchal Leclerc face au Théâtre de Caen.



Le platane devant le Théâtre de Caen, inscrit en tant qu'arbre remarquable au PLU de Caen (source : EGIS, Février 2024)

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer prend en compte les dispositions à respecter pour les espaces verts, évite les Espaces Boisés Classés (EBC) et les arbres remarquables identifiés sur le zonage.

1.2.5.4. Prise en compte du risque d'inondation

Dans les espaces soumis au risque d'inondation, le règlement écrit du PLU de Caen stipule que « *tout projet d'occupation ou d'utilisation du sol doit respecter les dispositions du Plan de Prévention Multi-risques (PPRM) de la basse vallée de l'Orne* ».

En outre, dans les secteurs concernés par le risque de remontée des nappes phréatiques, tout projet d'occupation ou d'utilisation du sol doit être conçu pour faire obstacle à l'infiltration d'eau dans les constructions et installations et ne pas affecter la qualité des nappes.

Le projet d'extension du tramway de Caen prend en compte les dispositions du PPRM de la basse vallée de l'Orne.

1.2.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

Les servitudes d'utilité publique sont des limitations administratives au droit de propriété, instituées par l'autorité publique dans un but d'utilité publique.

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par les servitudes d'utilité publique suivantes :

- AS1, relative aux périmètres de protection autour du captage d'alimentation en eau potable « Prairie 1 » ;
- T5, relative aux servitudes aéronautiques de dégagement de l'aéroport de Caen-Carpiquet ;
- AC1, relative à la protection des monuments historiques classés et inscrits ;
- AC2, relative à la protection des sites et monuments naturels classés et inscrits ;
- Servitudes relatives au Plan de Prévention Multi-Risques de la Basse vallée de l'Orne.

La carte en page suivante présente les servitudes d'utilité publique des PLU de Caen, de Saint-Contest, de Fleury-sur-Orne et d'Hérouville Saint-Clair au niveau des aires d'étude rapprochées et des aires d'étude immédiates du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer a pris en compte ces servitudes.

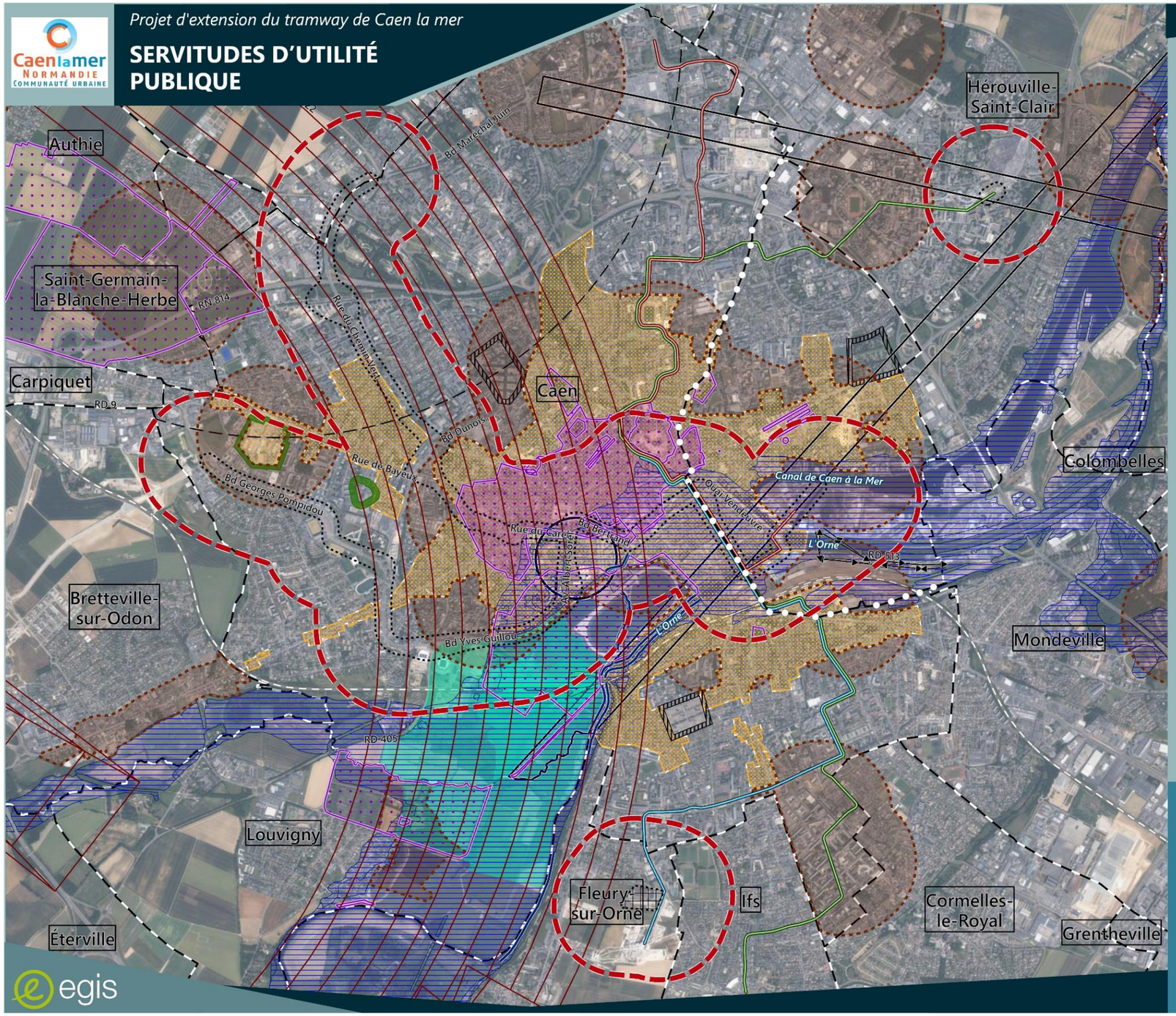
1.2.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU de Caen

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le PLU de Caen.

[14] Partie d'un arbre constitué d'un ensemble structuré de branches situées au sommet du tronc.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

SERVITUDES D'UTILITÉ PUBLIQUE



- Limite de commune
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude immédiate
- Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)

Ligne de tramway existante :

- T1
- T2
- T3

Servitudes d'Utilité Publique :

- Périmètre de protection autour des monuments historiques
- Site Patrimonial Remarquable (SPR de Caen)
- Site classé ou inscrit
- Site inscrit sur l'inventaire des sites pittoresques
- Servitude AS1 - Périmètre de protection autour des captages
- Servitude liée à la prison
- Protection des cimetières
- Zone de dégagement de faisceau hertzien
- Zone de garde radio
- Perturbation radioélectrique à des fréquences supérieures à 3000 mégahertz interdites
- Plan de Prévention Multi-Risques de la Basse Vallée de l'Orne
- Lignes EDF THT
- Feeder GAZ
- Servitudes aéronautiques de dégagement (PSA / T5)
- Servitudes de passage relatives aux cours d'eau
- Voie ferrée principale



Date : 09/04/2024
Fond de plan : ©IGN
Sources : Géoportail urbanisme, Atlas des Patrimoines, DDTM14

1.3. LE PLU DE SAINT-CONTEST

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune de Saint-Contest a été approuvé le 12/12/2019, puis a fait l'objet d'une modification n°1 approuvée le 27/01/2022.

1.3.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD)

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) de Saint-Contest s'appuie sur les conclusions du diagnostic territorial, véritable "état des lieux" de la commune et outil pour l'identification d'enjeux nécessaires à la construction d'un projet de territoire. C'est donc sur la base de ces conclusions que la municipalité précise dans le PADD la manière dont elle se projette dans l'avenir, et planifie son développement à moyen et long terme.

Le projet de territoire s'appuie sur les grands enjeux suivants :

- Conforter l'identité rurale de Saint-Contest, en préservant la singularité de ses hameaux ;
- Affirmer la place du Bourg comme l'espace de centralité de Saint-Contest ;
- Renforcer la qualité de l'environnementale du cadre de vie Saint-Contestois.

Le PADD informe notamment que pour conforter l'identité rurale de Saint-Contest tout en préservant la singularité de ses hameaux, il est nécessaire de « *conforter Saint-Contest comme basin d'emplois de l'agglomération caennaise* » et de « *prendre en compte les projets d'envergure métropolitaine portés par l'agglomération de Caen* ».

À ce titre, le projet d'extension du tramway de Caen la mer va venir desservir le Sud de Saint-Contest, et ainsi permettre de maintenir le dynamisme et l'attractivité de la commune.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU de Saint-Contest.

1.3.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)

Aucune OAP n'est identifiée au niveau de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.3.3. Prise en compte des emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est identifié au niveau de l'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.3.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par un seul zonage au PLU de Saint-Contest. Il s'agit du zonage UE, qui correspond aux zones d'activités tertiaires.

Le projet de tramway de Caen la mer s'inscrit dans le cadre des « *constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif* » du PLU de Saint-Contest puisque ce terme regroupe notamment la catégorie des « *constructions et installations nécessaires au fonctionnement des réseaux (transports) […]* ».

D'après l'article 2.1 du PLU de Saint-Contest, sont autorisés dans la zone UE et sous conditions particulières « *les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt général, […] les affouillements et exhaussements du sol […] à condition d'être liés aux ouvrages, travaux, aménagements et constructions autorisés dans le secteur* ».

Le règlement de la zone UE du PLU de Saint-Contest dans lequel s'inscrit le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le projet.

1.3.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU de Saint-Contest

Aucun arbre remarquable, ni haies, ni jardins et espaces verts remarquables protégés au titre du L.151-19 et L.151-23 du code de l'urbanisme n'est identifié au niveau du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

1.3.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par les nuisances sonores du boulevard du Maréchal Juin.

1.3.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU de Saint-Contest

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec le PLU de Saint-Contest.

1.4. PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) D'HÉROUVILLE SAINT-CLAIR

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville d'Hérouville Saint-Clair a été approuvé le 02/07/2007. Depuis le 01/01/2017, la communauté urbaine Caen la mer exerçant la compétence PLU, il relève à ce titre de sa compétence d'engager les procédures d'adaptation des documents d'uranisme communaux.

Depuis son approbation en 2007, le PLU d'Hérouville Saint-Clair a fait l'objet d'une modification approuvée par délibération du conseil communautaire le 15/02/2018, puis d'une seconde modification approuvée le 24/06/2021.

1.4.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD)

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) d'Hérouville Saint-Clair s'appuie sur les 4 enjeux suivants :

- Renforcer l'attractivité d'Hérouville Saint-Clair, second pôle de l'agglomération ;
- Favoriser le renouvellement urbain et la mixité ;
- Hiérarchiser et partager l'espace public ;
- Améliorer la qualité du cadre de vie et préserver l'environnement.

Chacun de ses grands enjeux compte des orientations.

Ainsi, concernant le renforcement de l'attractivité d'Hérouville Saint-Clair, le PADD indique que le développement de la commune se repose sur plusieurs actions, notamment « *le développement de la fonction économique du centre-ville, reposant sur la valorisation du tramway* ». De plus, le PADD indique que « *la présence du tramway permet de répondre plus largement aux besoins de la population et favorise l'arrivée d'entreprises et de visiteurs extérieurs* ».

Pour rappel, le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'accompagne d'une modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » qui vise à ajouter une seconde voie de tramway afin de pouvoir faciliter le fonctionnement du terminus Nord de la ligne T1, et permettre une meilleure fréquence des rames sur l'ensemble de la ligne T1.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU d'Hérouville Saint-Clair.

1.4.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)

Aucune OAP n'est identifiée par le PLU d'Hérouville Saint-Clair au niveau du projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

1.4.3. Prise en compte des emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est identifié au niveau du projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

1.4.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

Les emprises du projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » sont à cheval entre les zones UA et UHa du PLU d'Hérouville Saint-Clair :

- UA : zone urbaine principalement affectée aux activités caractéristiques d'un centre-ville, c'est-à-dire les commerces, bureaux, services, administrations, sans exclure les logements ;
- UHa : zone destinée principalement à recevoir du petit collectif, sans exclure les commerces et services de proximité et les équipements publics nécessaires.

Le projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » vient en complément des ouvrages déjà existants liés au tramway.

Le règlement écrit des zones UA et UHa n'indiquent pas d'éléments allant à l'encontre d'une interdiction ou d'une autorisation sous conditions de constructions d'ouvrages liés au tramway. Pa conséquent, le règlement écrit pour les zonages UA et UHa autorise les travaux liés à la modification du terminus existant.

Le règlement des zones UA et UHa du PLU d'Hérouville Saint-Clair dans lequel s'inscrit le projet de modification du terminus existant de la ligne T1 « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair » est compatible avec le projet.

1.4.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU d'Hérouville Saint-Clair

Aucun arbre remarquable, ni Espace Boisé Classé (EBC), ni haies, ni jardins et espaces verts remarquables protégés au titre des articles L.151-19 et L.151-23 du Code de l'urbanisme n'est identifié aux abords du terminus « Hérouville Saint-Clair – Saint-Clair ».

1.4.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

L'aire d'étude immédiate du projet d'extension du tramway de Caen la mer est concernée par la servitude relative aux télécommunications liées à la liaison hertzienne Saint-Désir de Lisieux.

1.4.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU d'Hérouville Saint-Clair

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer, en particulier la modification du terminus Nord de la ligne T1, est compatible avec le PLU d'Hérouville Saint-Clair

1.5. Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Fleury-sur-Orne

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la ville de Fleury-sur-Orne a été approuvé le 21/09/2006. Depuis, il a fait l'objet d'une révision approuvée le 30/01/2020. La modification n°2 du PLU a été approuvée le 15/12/2022.

Le projet d'ajout de voies de remisage au sein du Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT) de Fleury-sur-Orne concerne les emprises mêmes du CEMT.

1.5.1. Compatibilité du projet avec le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD)

La commune de Fleury-sur-Orne compte des services à l'échelle de Caen la mer, dont le CEMT. Le projet d'ajout de voies de remisage n'est pas directement précisé dans le PADD, en revanche la prolongation de la ligne 3, effective depuis la fin août 2022 (terminus « Hauts de l'Orne ») est intégrée dans l'objectif du PADD « *Un territoire d'accueil pour de nouvelles infrastructures de desserte, de réseaux et de communication* ». Cette prolongation du réseau de tramway rentre dans le contexte global du développement des lignes de tramway au sein de Caen la mer, et donc à l'augmentation du nombre de rames afin d'accompagner ce développement.

C'est en raison de la hausse du nombre de rames que l'ajout de voies de remisage est nécessaire au sein du CEMT.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est compatible avec les orientations du PADD du PLU de Fleury-sur-Orne.

1.5.2. Compatibilité du projet avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation

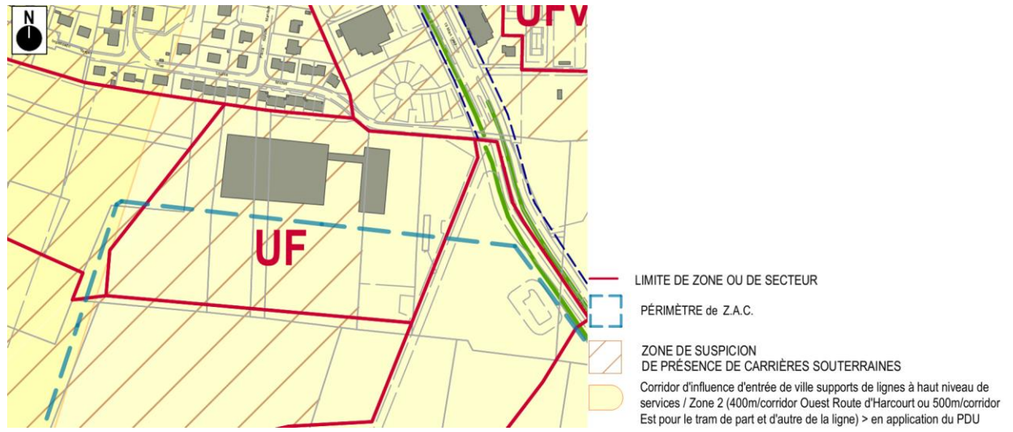
Aucune OAP n'est identifiée au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne.

1.5.3. Prise en compte des emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est identifié aux abords du CEMT de Fleury-sur-Orne.

1.5.4. Compatibilité du projet avec le règlement et le plan de zonage

Le projet d'ajout de voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne prend part au sein des emprises mêmes du CEMT. L'ensemble du CEMT est en zone UF, qui regroupe les espaces réservés à des équipements et espaces publics ou d'intérêt collectif.



Zonage du PLU de Fleury-sur-Orne au niveau du CEMT (source : PLU de Fleury-sur-Orne, Décembre 2022)

Le projet est compatible avec le règlement du PLU de Fleury-sur-Orne.

1.5.5. Compatibilité avec les autres articles du règlement du PLU de Fleury-sur-Orne

Aucun arbre remarquable, ni Espace Boisé Classé, ni haies, ni jardins et espaces verts remarquables protégés au titre du L.151-19 et L.151-23 du Code de l'urbanisme n'est identifié au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne.

1.5.6. Prise en compte des servitudes d'utilité publique

Aucune SUP n'est identifiée au sein du CEMT.

1.5.7. Conclusion de la compatibilité du projet avec le PLU de Saint-Contest

Le projet d'ajout de deux voies de remisage au sein du CEMT de Fleury-sur-Orne est compatible avec le PLU de Fleury-sur-Orne.

Projet d'extension du tramway de Caen la mer

PLU

Authie
Saint-Germain-la-Blanche-Herbe
Carpiquet
Bretteville-sur-Odon
Éterville
Fleury-sur-
Louvigny
Caen
Hérouville-Saint-Clair
Colombelles
Mondeville
Ifs
Cormelles-le-Royal
Grentheville

Limite de commune
Aire d'étude rapprochée
Aire d'étude immédiate
Centre d'Exploitation et de Maintenance du Tramway (CEMT)

Ligne de tramway existante :
T1
T2
T3

Zonage PLU :
Zone urbaine
Zone d'urbanisation future à court terme
Zone d'urbanisation future à long terme
Zone agricole
Zone naturelle

Principales prescriptions :
Espace boisé classé
Limitations de la constructibilité pour des raisons environnementales, de risques, d'intérêt général (Zone de carrière)
Emplacement réservé
Patrimoine bâti, paysager ou éléments de paysages à protéger pour des motifs d'ordre culturel, historique, architectural ou écologique
Eléments de continuité écologique et trame verte et bleue
Parties naturelles des sites inscrits ou classés
Voies, chemins, transport public à conserver et à créer
Bâtiment susceptible de changer de destination en zone A ou N

0 200 400 m

Date : 09/04/2024
Fond de plan : ©IGN
Source : Géoportail de l'Urbanisme

egis

1.6. Plan Local d'Urbanisme intercommunal Habitat et Mobilités (PLUi-HM) Caen la mer

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal Habitat et Mobilités (PLUi-HM) de Caen la mer a été prescrit par délibération en date du 23 mai 2019. Il est actuellement en cours d'élaboration.

En matière de mobilité et de déplacements urbains, le PLUi fixe notamment les objectifs suivants :

- Donner la priorité aux modes de déplacements alternatifs à la voiture en imaginant de nouvelles organisations de la mobilité par la mise en place notamment de systèmes de transports collectifs cadencés ;
- Favoriser le développement des mobilités douces en optimisant les réseaux en place et en permettant un maillage plus fort à l'échelle communautaire ;
- Proposer des solutions face à l'émergence de nouveaux modes de transports ;
- Envisager une offre de transport complémentaire pour renforcer l'attractivité touristique du territoire, en améliorant l'offre de transport collectif, ainsi que le maillage doux (piéton/cyclable).

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du PLUi-HM de Caen la mer a fait l'objet d'une délibération en date du 6 juillet 2023. Une des lignes forces de ce projet est de *« faciliter le développement des mobilités durables pour tous sur l'ensemble du territoire »*.

Cette ligne force se décline en plusieurs axes que sont :

- Développer un réseau de mobilités qui accompagne l'armature territoriale et en favorise le bon fonctionnement ;
- Organiser la transition vers des mobilités décarbonées et multimodales ;
- Organiser un développement urbain favorisant la marche et la pratique du vélo ;
- Réduire l'usage individuel de la voiture par le développement du covoiturage et de l'autopartage.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer constitue une réponse aux enjeux et aux objectifs affirmés par le PADD du PLUi-HM de Caen la mer. Il permettra de conforter le réseau du centre urbain de Caen tout en offrant des liaisons efficaces vers l'Ouest de l'agglomération. Le report modal sera favorisé, grâce à un réseau de tramway étendu et un réseau de bus plus performant. Afin de développer l'intermodalité, des parkings relais seront proposés en entrée de ville en lien avec le réseau de tramway étendu.

En ce qui concerne les mobilités douces (marche à pied, vélo), le réseau cyclable sera doté d'un maillage plus fin, afin de desservir les quartiers de l'Ouest de Caen par des aménagements continus et sécurisés.

2. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION

2.1. Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des territoires (SRADDET) de Normandie

Prévu par la loi NOTRe (loi sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République du 7 août 2015), le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalite des Territoires (SRADDET) de la région Normandie a été adopté par la Région en 2019 et approuvé par le préfet de la Région Normandie le 2 juillet 2020.

Ce schéma fusionne plusieurs documents sectoriels ou schémas existants : le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SRADDT), le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD), le Schéma Régional de l'Intermodalité (SRI), le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) et le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE).

Le SRADDET Normandie se fixe les 9 objectifs suivants :

- Préciser les objectifs à atteindre au regard de l'intitulé du schéma ;
- S'inscrire dans une logique prospective, stratégique et innovante ;
- Consolider la place de carrefour de la Normandie ;
- Conforter le maillage du territoire pour répondre aux besoins des habitants ;
- Créer les conditions du développement durable ;
- Poursuivre la démarche itérative de co-construction ;
- Privilégier l'innovation et l'expérimentation ;
- S'appuyer sur la mise en œuvre des objectifs régionaux préalablement définis ;
- Être en capacité d'intégrer les approches développées par l'ensemble des acteurs du territoire.

Ces objectifs se déclinent ensuite en 74 actions. Ci-après sont présentés sommairement les objectifs en lien avec le projet d'extension du tramway de Caen la mer.

SRADDET Normandie			Extension du tramway de Caen la mer
Objectifs	**Sous-objectifs**	**Texte**	**Compatibilité**
Objectif 38 - Repenser la ville pour ses habitants	Qualité de vie et réduction du bruit	Promouvoir les transports en commun	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de densifier l'offre de transport en commun au sein de l'agglomération caennaise, et ainsi réduire le débit de circulation en promouvant l'utilisation du tramway et des déplacements doux pour réduire l'impact sonore automobile en centre-ville.
	Aider aux rénovations et adaptations dans les centres-villes	Favoriser des cheminements facilités par des transports en commun	Le passage du tramway permettra d'accompagner la transformation du secteur à l'Ouest de l'Hôtel de Ville de Caen avec l'aménagement de nouveaux espaces publics.
Objectif 42 – Améliorer l'offre de mobilité	Définir une offre de qualité	-	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer vient densifier l'offre de transport en commun de l'agglomération caennaise et apporte de nouvelles possibilités de déplacements cyclables et piétonniers sécurisés.
Objectif 43 – Créer les conditions d'une intermodalité efficace	Favoriser le report modal de la voiture vers les transports en communs et les autres modes alternatifs	Développer des pôles d'échanges multimodaux intégrés à la ville (notamment aux abords des gares et haltes ferroviaires) et accessibles à tous	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer favorise le report modal de la voiture vers le tramway grâce aux parkings-relais proposés en entrée de ville et à proposer des grands équipements de Caen (palais des sports et Zénith). Les déplacements modes doux seront continus, sécurisés, en interface avec le nouveau tramway.
		Faciliter le passage d'un mode à l'autre aussi bien dans les grandes agglomérations quand dans les villes moyennes et les espaces ruraux	
Objectif 44 – Favoriser de nouvelles pratiques dans les zones peu denses	Développer une offre adaptée en zone peu dense	Garantir l'égalité de tous les territoires normands dans la connexion et l'accès à des services de mobilité adaptés contribuant à construire une région plus solidaire	La branche Ouest du futur réseau de tramway regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs. L'exploitation est envisagée via une branche Ouest qui desservira le secteur Beaulieu et une branche Nord-Ouest vers le quartier du Chemin Vert et Saint-Contest. Cette branche participe au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.
Objectif 69 – Réduire les consommations énergétiques et les émissions de GES	Promouvoir la réduction et l'efficacité des déplacements	Il s'agit de réduire les déplacements et d'utiliser des modes de déplacements plus efficaces en privilégiant […] les transports en commun.	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de réduire la pollution atmosphérique grâce au report modal de la voiture au tramway et à l'encouragement à l'utilisation de modes de déplacements doux (itinéraires cyclables et cheminements piétonniers sécurisés, agréables et continus).
Objectif 71 – Améliorer la qualité de l'air régionale en mobilisant tous les secteurs d'activités	Réduire l'exposition de la population, notamment la population sensible	Intégrer les préoccupations de la qualité de l'air dans le choix de localisation des nouveaux sites d'activités en recherchant la proximité des dessertes en transports en commun	Le projet d'extension du tramway de Caen la mer va permettre de réduire la pollution atmosphérique grâce au report modal de la voiture au tramway et à l'encouragement à l'utilisation de modes de déplacements doux.

SRADDET Normandie			Extension du tramway de Caen la mer
Objectifs	**Sous-objectifs**	**Texte**	**Compatibilité**
	Réduire les risques de surexposition à la pollution routière en respectant les valeurs limites du NO2 et des PM10 à proximité du trafic	Favoriser les mobilités durables en développant les modes de transport peu polluants (transports en commun) et améliorer les reports modaux rapides	

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit dans les objectifs du SRADDET Normandie et est compatible avec celui-ci.

2.2. Plan de Déplacements Urbains (PDU) 2013-2018 de Caen la mer

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) est le document qui organise les mobilités sur le territoire de l'agglomération caennaise pour une période de 10 ans. Il doit prendre en compte l'ensemble des modes de déplacement et concerne aussi bien le transport de marchandises que celui des personnes.

Le PDU de Caen la mer en vigueur a été approuvé le 19 novembre 2013 pour la période 2013-2018. Ce document comportait une vision à moyen terme, en considérant des actions à mener à l'horizon 2030.

Dans le domaine de la multimodalité, l'optimisation du réseau de transports collectifs, le développement des alternatives à l'autosolisme, le développement des itinéraires cyclables et la restructuration des entrées de ville, en particulier au niveau du quartier du Chemin Vert et du boulevard Georges Pompidou, constituaient déjà des axes d'actions concrètes à mener.

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer s'inscrit donc pleinement dans les objectifs en matière de multimodalité affirmés par le PDU de Caen la mer.

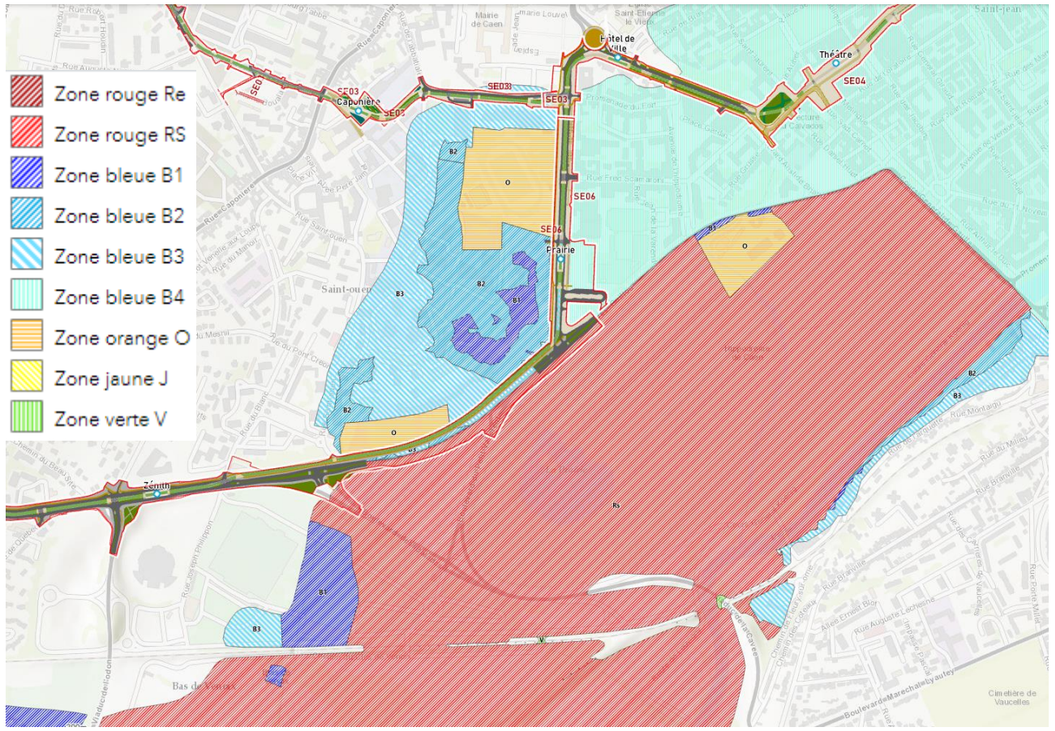
2.3. Le Plan de Prévention des Risques Majeurs (PPRM) de la basse vallée de l'Orne

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer est concerné par le risque inondation par débordement lent de cours d'eau identifié au sein du Plan de Prévention des Risques Majeurs de la Basse Vallée de l'Orne, approuvé le 10 août 2021.

Le règlement associé définit les mesures qui s'imposent à tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'activité existants ou futurs, qu'ils soient soumis ou non à une autorisation d'urbanisme.

Le projet d'extension du tramway s'inscrit sur ou à proximité d'emprises de voiries inscrites en zone bleue du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne :

- « Zone bleue B2 », au niveau des espaces publics du lycée Malherbe ;
- « Zone bleue B4 ».



Superposition du projet au zonage réglementaire du PPRM de la Basse Vallée de l'Orne

En zone bleue, le règlement du PPRM indique que *« sous réserve du respect d'autres législations en vigueur […] sont admis les modes d'occupation et travaux suivants : […] les implantations nouvelles d'ouvrages d'infrastructures liées au transport terrestre, y compris les installations, locaux techniques et équipements nécessaires à leur fonctionnement »*.

En zones bleues B1, B2, B3 et B4, « *Sont interdits les constructions nouvelles, extensions, dépôts, installations, activités et aménagements de toute nature, à l'exclusion de ceux visés dans la partie II suivante. En particulier et de manière non exhaustive, sont interdits :*

[…]

- *les remblais de toute nature, à l'exclusion de ceux liés à des modes d'occupation des sols et travaux admis sous conditions dans la partie II du présent chapitre ;*
- *les affouillements non temporaires du terrain naturel, à l'exclusion de ceux liés à des modes d'occupation des sols et travaux admis sous conditions dans la partie II du présent chapitre ;*

[…]

Sous réserve du respect d'autres législations en vigueur, et du respect des dispositions constructives […], ***sont admis*** *les modes d'occupation et travaux suivants : […]* ***les implantations nouvelles d'ouvrages d'infrastructures liées au transport terrestre****, y compris les installations, locaux techniques et équipements nécessaires à leur fonctionnement*. »

Les impacts et mesures liés au risque inondation sont détaillés au chapitre 9.1. de la Partie 6 relative aux incidences notables du projet et des travaux (mesures ERC).

2.4. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est un outil de planification institué par la loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992 instaurant l'eau et les milieux aquatiques comme fragiles et communs à tous.

Le projet est soumis aux dispositions du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027, approuvé par arrêté préfectoral du 23 mars 2022 et entré en vigueur le 6 avril 2022. Il s'inscrit dans l'unité hydrographique « Bocages normands ».

Le SDAGE fixe les orientations fondamentales suivantes :

- Orientation fondamentale 1 : Des rivières fonctionnelles, des milieux humides préservés et une biodiversité en lien avec l'eau restaurée ;
- Orientation fondamentale 2 : Réduire les pollutions diffuses en particulier sur les aires d'alimentation de captages d'eau potable ;
- Orientation fondamentale 3 : Pour un territoire sain, réduire les pressions ponctuelles ;
- Orientation fondamentale 4 : Assurer la résilience des territoires et une gestion équilibrée de la ressource en eau face au changement climatique.
- Orientation fondamentale 5 : Agir du bassin à la côte pour protéger et restaurer la mer et le littoral.

Plusieurs dispositions du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 concernent le projet d'extension du tramway de Caen la mer et sont développées ci-après.

<u>Disposition 1.3.1. Mettre en œuvre la séquence ERC en vue de préserver la biodiversité liée aux milieux humides (continentaux et littoraux) des altérations dans les projets d'aménagement</u>

- « ***Les travaux et projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la loi sur l'eau*** *(article L.214-1 du Code de l'environnement), à autorisation ou à enregistrement au titre des installations classées pour l'environnement (article L 511-1 du Code de l'environnement), à autorisation environnementale unique,* ***doivent être compatibles avec l'objectif de protection et de restauration des milieux aquatiques et des zones humides, ce qui implique une cartographie des zones humides dans leurs dossiers d'étude d'impact, d'étude d'incidence environnementale ou de document d'incidence afin d'éviter ces zones humides*** *pour les préserver*. »
- De plus, la disposition stipule que « *Les maîtres d'ouvrages de projets (aménageurs, EPCI, établissements publics, etc.) veillent à* ***mettre en œuvre la séquence ERC conformément à la doctrine nationale et à ses déclinaisons sectorielles****, pour garantir l'absence de perte nette de biodiversité*. »

La seule zone humide potentielle relevée dans l'aire d'étude correspond au site de la Prairie de Caen. Des inventaires zones humides sur les critères pédologiques, de végétation et sur les fonctionnalités ont été effectués lors de la réalisation de la présente étude d'impact.

Afin d'éviter tout impact sur la zone humide de la Prairie, le projet a fait l'objet d'adaptations en phase de conception. L'insertion retenue a consisté à décaler les emprises du projet, au Nord du boulevard Yves Guillou, en partie dans l'enceinte du lycée Malherbe. Ainsi, le projet permet également de ne pas modifier le cours d'eau La Noé et sa berge.

De manière générale, la séquence ERC a été mise en œuvre dans le cadre du projet. Pour mémoire les mesures d'évitement sont présentées au chapitre 3.3. de la Partie 6 de la présente étude d'impact.

<u>Disposition 1.3.2. Accompagner la mise en œuvre de la séquence ERC sur les compensations environnementales</u>

« *Les maîtres d'ouvrages, porteurs de projets d'aménagement sont invités à collaborer avec les collectivités territoriales et leurs groupements, la CLE des SAGE et les acteurs locaux afin d'élaborer des mesures d'accompagnement permettant de garantir l'efficacité de la séquence ERC. […]*

Afin de concilier l'application de la séquence ERC avec la préservation du foncier agricole, les acteurs locaux sont invités à élaborer une charte relative à la mise en œuvre de la séquence ERC sur les milieux naturels et agricoles en particulier pour les grands projets. »

La démarque ERC est appliquée, comme le prévoit le Code de l'environnement, dans le cadre de la conception du projet d'extension du tramway de Caen la mer, ainsi qu'au cours de la phase travaux. L'ensemble des mesures ERC sont présentées en Partie 6 de la présente étude d'impact.

Disposition 2.3.4. Généraliser et pérenniser la suppression du recours aux produits phytosanitaires et biocides dans les jardins, espaces verts et infrastructures

« *Les […] propriétaires et gestionnaires d'infrastructures (routes, voies ferrées […] sont invités à* ***supprimer l'utilisation des produits phytosanitaires et biocides sur l'ensemble des espaces dont ils sont gestionnaires, d'ici fin 2025*** *[…]. Ils s'appuient sur des plans de désherbage qui prévoient une gestion différenciée des espaces en identifiant les zones à risque qui ne doivent, en aucun cas, être traitées chimiquement (zones imperméabilisées, accès du public, etc.), les espaces verts pouvant faire l'objet d'aménagement et d'une gestion plus « naturelle ». Ces acteurs organisent l'utilisation des techniques alternatives par leur personnel et leurs sous-traitants et promeuvent le développement d'aménagements permettant de limiter le recours aux produits phytosanitaires*. »

La Communauté urbaine Caen la mer s'est engagée dans la démarche « 0 pesticide » au travers de plusieurs actions, notamment :

- La mise en place d'un plan de gestion différenciée du désherbage ;
- L'utilisation de techniques alternatives au désherbage chimique (désherbeurs thermiques, à vapeur ou à gaz, bineuses mécaniques, binettes, paillage des massifs, plantes couvre-sol, balayage préventif des trottoirs, etc.).

De fait, aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé pour l'entretien des espaces verts et pelouses du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

Disposition 3.1.2. Intégrer les objectifs de réduction des micropolluants dans les programmes, décisions et documents professionnels

« *Les […] maîtres d'ouvrages publics et privés […] sont invités à prendre en compte les objectifs de réduction des micropolluants […] par exemple lors de l'élaboration des documents suivants :*

- *les cahiers des charges d'entretien des espaces verts […] ;*

[…]

- *les programmes des projets de construction : Pour les nouveaux aménagements urbains, il est fortement conseillé d'inciter aménageurs et promoteurs à choisir les matériaux les moins polluants et à éviter l'utilisation de matériaux qui sont les sources de polluants rencontrés majoritairement dans le bassin (par exemple le zinc)* ».

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer sera sans incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles et souterraines compte tenu des dispositifs envisagés pour réduire les pollutions efficacement. La pollution chronique sera traitée par décantation ou filtration de matières en suspension dans les regards, qui seront pourvus d'une sur-profondeur et d'une cloison siphoïde et d'un filtre à sable. Pour éviter la stagnation des eaux dans les fonds de regard, ceux-ci seront poreux afin de permettre leur vidange par infiltration sur les zones favorables à l'infiltration. Dans ce cas, ils seront équipés d'un géotextile pour permettre l'aspiration des Matières En Suspension (MES) sans détérioration du fond drainant.

Ce système permettra aussi d'éviter la prolifération des moustiques car l'eau ne stagne pas dans la structure.

Quant aux aires de stationnement du projet (parkings-relais), des revêtements favorisant l'infiltration des eaux pluviales seront privilégiés : de type stabilisé pour les voiries des allées des places de stationnement et de type dalles engazonnées pour les emplacements de stationnement. Ainsi, il sera fait recours à un système drainant en multicouche. Ce type de structure a la capacité de retenir et filtrer l'eau pendant qu'elle s'infiltre. De manière à protéger l'environnement, les éventuels polluants sont ainsi retenus dans les substrats du multicouche.

Les précautions prévues en phase chantier contribueront également à préserver la qualité des eaux.

Enfin, aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé pour l'entretien des espaces verts et pelouses du projet d'extension du tramway de Caen la mer (engagement de la Communauté urbaine Caen la mer dans la démarche « 0 pesticide » au travers de plusieurs actions, notamment la mise en place d'un plan de gestion différenciée du désherbage et l'utilisation de techniques alternatives au désherbage chimique).

Disposition 3.2.1. Gérer les déversements dans les réseaux des collectivités et obtenir la conformité des raccordements aux réseaux

« *[…] pour les nouveaux projets de construction, d'extension ou d'aménagement ou les opérations de renouvellement urbain, les eaux pluviales soient gérées à la source, au plus près de là où ces eaux tombent, sans raccordement direct ou indirect au réseau public, a minima pour les pluies courantes et que les eaux pluviales et les eaux usées soient gérées de manière distincte* ».

Les principes de gestion des eaux pluviales sont présentés dans la disposition 3.2.6.

Disposition 3.2.6. Viser la gestion des eaux pluviales à la source dans les aménagements ou les travaux d'entretien du bâti

« Les aménageurs sont invités à :

- ***prendre en compte la gestion des eaux pluviales dès le début de la conception du projet** et tout au long de son exécution, en intégrant les compétences nécessaires en hydrologie et écologie dans l'équipe de conception ;*
- ***concevoir des projets permettant de gérer les eaux pluviales au plus près de là où elles tombent en favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol** (noues, bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, etc.) **ou les toitures végétalisées et en considérant l'eau pluviale comme une ressource pour l'alimentation des espaces verts**. Pour ce faire, l'imperméabilisation des sols doit être limitée, les rejets en réseaux a minima pour des pluies courantes évités et les modalités de gestion intégrée des eaux pluviales envisagées pour le stockage et l'infiltration des eaux pluviales sur l'emprise du projet précisées ;*
- ***vérifier que les travaux conduits sont réalisés dans le respect des objectifs de réduction des volumes d'eaux pluviales collectées**.*

Par ailleurs, afin de prévenir le risque inondation par ruissellement pluvial et par débordement de réseaux d'assainissement, les impacts éventuels de tout projet d'aménagement soumis à autorisation ou à déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0 de l'article R.214-1 du Code de l'environnement relative aux rejets d'eaux pluviales dans le milieu, en l'absence d'alternative d'évitement avérée, doivent être réduits en respectant cumulativement les principes et objectifs suivants :

- *le débit spécifique issu de la zone aménagée proposé par le pétitionnaire, en l'absence d'objectifs précis fixés par une réglementation locale (SAGE, règlement sanitaire départemental, SRADDET, SCoT, PLU, zonages pluviaux, etc.), doit être inférieur ou égal au débit spécifique du bassin versant intercepté par le périmètre du projet ;*
- *la neutralité hydraulique du projet du point de vue des eaux pluviales doit être le plus possible recherchée pour toute pluie de période de retour inférieure à 30 ans, sans que cette recherche s'opère au détriment de l'abattement des pluies courantes.*

Enfin, pour des pluies de période de retour supérieure à 30 ans ou si la neutralité hydraulique du projet n'est pas atteinte pour des pluies de période de retour inférieure à 30 ans, considérant les impacts du projet d'aménagement qui ne pourront pas être réduits, les effets du projet devront être analysés et anticipés (identification des axes d'écoulement, parcours de moindre dommage, identification des zones susceptibles d'être inondées). Les modalités envisagées de gestion des eaux pluviales intégrées à l'aménagement urbain pour assurer l'infiltration et le stockage des eaux pluviales sur l'emprise du projet (noues, bassins végétalisés à ciel ouvert, jardins de pluie, etc.) ne doivent pas être comptabilisées au titre des mesures compensatoires proposées par le pétitionnaire pour compenser les impacts des aménagements (installations, ouvrages, remblais) dans le lit majeur des cours d'eau sur l'écoulement des crues, ceux-ci étant susceptibles d'être déjà remplis à l'arrivée de la crue.

Lors de leurs travaux et entretiens, les collectivités et les autres entreprises et acteurs économiques dont architectes, bureaux d'études, bailleurs sociaux, gestionnaires d'infrastructures de transports, particuliers sont invités à :

- ***viser l'objectif de « zéro rejet d'eaux pluviales » vers les réseaux ou le milieu naturel a minima lors des pluies courantes, en favorisant les solutions fondées sur la nature, notamment la végétalisation de l'espace avec des végétaux adaptés ;***
- *évaluer **les possibilités de dé-raccordement des eaux pluviales, de non imperméabilisation et de désimperméabilisation ;***
- *réaliser les travaux concourant aux objectifs précités.*

*Les collectivités, gestionnaires d'infrastructures de transport et de bâti et sites industriels sont encouragés à **éviter les émissions de polluants dans les eaux de ruissellement lors des opérations de construction et d'entretien […] des infrastructures de transport, des espaces verts, etc**. Ils sont invités pour cela à utiliser et faire utiliser des matériaux de construction, ou produits d'entretien du bâti, aussi neutres que possible (comme la tuile en terre cuite, le verre, l'ardoise, la pierre, etc.).*

*Ces acteurs sont invités **à végétaliser sans délai les terres mises à nu, si nécessaire pour les secteurs les plus à risque l'érosion (talus) par projection de produit de type substrat nourricier et graines, fixant de ce fait les terres en place**. »*

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer prévoit l'ensemble des dispositions nécessaires à l'aménagement sans impacter l'aval des exutoires, en termes de débit. En effet, les eaux pluviales de la plateforme tramway et les abords immédiats **seront gérées par infiltration et régulation à la parcelle pour une pluie cinquantennale**. Une infiltration est également envisagée pour les eaux de ruissellement sur la piste cyclable pour des pluies faibles courantes (< 6mm). Les ruissellements des autres surfaces (voiries, parkings, trottoirs) continueront à être évacués vers le réseau pluvial de la ville.

Par ailleurs, la création d'emprises enherbées supplémentaires par rapport à la situation actuelle, le long des voiries, servira à recueillir les ruissellements latéraux directs et permettra l'infiltration des eaux. Ainsi les surfaces génératrices de ruissellement qui actuellement rejoignent directement le réseau pluvial de la collectivité sans tamponnement seront diminuées.

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation d'impact envisagées pour le projet d'extension du tramway de Caen la mer font que ce dernier ne portera pas atteinte aux milieux aquatiques et aux usages de l'eau. Il est donc compatible avec le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027.

2.5. Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Orne aval et Seulles

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est un outil de planification visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Déclinaison du SDAGE à une échelle plus locale, il vise à concilier la satisfaction et le développement des différents usages (eau potable, industrie, agriculture, ...) et la protection des milieux aquatiques, en tenant compte des spécificités d'un territoire. Délimité selon des critères naturels, il concerne un bassin versant hydrographique ou une nappe. Il repose sur une démarche volontaire de concertation avec les acteurs locaux.

Le territoire de la Communauté urbaine Caen la mer est concerné par le SAGE Orne aval et Seulles, approuvé le 18 janvier 2013. D'une superficie de 1 240 km², ce SAGE s'étend sur 238 communes du département du Calvados pour 345 000 habitants et comprend :

- L'aval du bassin versant de l'Orne, représentant 56% du territoire de SAGE ;
- Le bassin versant de la Seulles, représentant 35% du territoire de SAGE ;
- Les bassins versants des petits fleuves côtiers représentant 9% du territoire de SAGE.

Le territoire héberge un linéaire de 820 km de cours d'eau et ruisseaux et s'étend sur 40 km de façade littorale.

Le règlement du SAGE Orne aval et Seulles établit 5 règles :

- Règle 1 : Nouveaux rejets d'eau pluviale ;
- Règle 2 : Maîtrise du phosphore dans les rejets d'effluents domestiques (station d'épuration supérieure à 200 équivalents-habitants) dans les milieux sensibles ;
- Règle 3 : Maîtrise du phosphore pour les rejets d'effluents industriels dans les milieux sensibles ;
- Règle 4 : Transparence aux crues morphogènes ;
- Règle 5 : Plans d'eau.

Ces règles font échos aux objectifs généraux du SAGE :

- Objectif A : Préserver et mieux gérer la qualité des ressources en eau ;
- Objectif B : Assurer un équilibre quantitatif entre les prélèvements et la disponibilité de la ressource en eau ;
- Objectif C : Agir sur la morphologie des cours d'eau et la gestion des milieux aquatiques et humides pour améliorer leur état biologique ;
- Objectif D : Renforcer la prise en compte de la biodiversité côtière, estuarienne et marine ;
- Objectif E : Limiter et prévenir le risque d'inondations.

Les objectifs généraux du SAGE sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Objectifs généraux	Objectifs	Prise en compte dans le cadre du projet
Préserver et mieux gérer la qualité des ressources en eau	Sécuriser la qualité de l'eau à long terme	Projet non concerné par cette disposition
	Maîtriser les impacts négatifs du ruissellement	Le traitement des eaux de ruissellement du projet aura une incidence positive sur la qualité des eaux souterraines, qui seront ainsi moins exposées à la pollution.
	Adapter la qualité des rejets ponctuels à la sensibilité des milieux aquatiques	Projet non concerné par cette disposition
	Maîtriser les rejets d'origine agricole	Projet non concerné par cette disposition
	Réduire les pollutions en substances dangereuses non agricoles à la source	Projet non concerné par cette disposition
	Maîtriser les risques de contamination liés aux activités portuaires	Projet non concerné par cette disposition
Assurer un équilibre quantitatif entre les prélèvements et la disponibilité de la ressource en eau	Mettre en œuvre une gestion collective des prélèvements sur la Masse d'eau du Bajo-Bathonien	Projet non concerné par ces dispositions
	Sécuriser quantitativement l'alimentation en eau potable	Le captage d'alimentation en eau potable « Prairie 1 » est identifié à proximité immédiate du projet (boulevard Yves Guillou, Prairie). Toutefois, le réseau de collecte étanche permettra de se prémunir de toute pollution des eaux souterraines. Des mesures de prévention de pollution des eaux souterraines sont également mises en place.
	Assurer la cohérence entre politiques de développement et ressource disponible	Projet non concerné par ces dispositions
	Développer les économies d'eau	Le projet prévoit la végétalisation d'un linéaire important de la plateforme du tramway (environ 80%). Les mélanges herbacés qui seront semés ne nécessiteront pas d'arrosage.
Agir sur la morphologie des cours d'eau et la	Lutter contre les nouvelles dégradations et restaurer de l'équilibre hydro morphologique des cours d'eau	Projet non concerné par ces dispositions

gestion des milieux aquatiques et humides pour améliorer leur état biologique	Adapter la gestion des berges et de leur végétation	Projet non concerné par ces dispositions
	Réduire les impacts des ouvrages hydrauliques	Projet non concerné par ces dispositions
	Améliorer la gestion des étiages sur l'Orne	Projet non concerné par ces dispositions
	Lutter contre la dégradation et mieux gérer les zones humides de fonds de vallées	Projet non concerné par ces dispositions
	Réduire les impacts des plans d'eau perturbants	Projet non concerné par ces dispositions
	Adapter les pratiques de gestion piscicole et de pêche en rivière et plan d'eau	Projet non concerné par ces dispositions

Thème	Objectifs	Prise en compte dans le cadre du projet
Renforcer la prise en compte de la biodiversité côtière, estuarienne et marine	Protéger la biodiversité dans les projets d'aménagement	Le projet intègre des mesures d'évitement, de réduction et de compensation dans le cadre de la préservation de la biodiversité.
	Adapter les modalités de gestion hydraulique des milieux humides	Projet non concerné par ces dispositions
	Renforcer la cohérence terre-mer dans les décisions d'aménagement, la gestion des usages et des milieux	Projet non concerné par ces dispositions
Limiter et prévenir le risque d'inondations	Gérer les inondations à l'échelle du bassin	Le projet prend en compte le risque inondation. Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, ainsi qu'une mesure de compensation qui consiste en le décaissement d'une zone située dans le lit majeur de l'Orne à proximité du projet (amont hydraulique).
	Améliorer la connaissance et la conscience des risques inondations et les dispositifs d'alerte	Projet non concerné par ces dispositions
	Maîtriser l'urbanisation en zone inondable	Le projet prend en compte le risque inondation. Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, ainsi qu'une mesure de compensation qui consiste en le décaissement d'une zone située dans le lit majeur de l'Orne à proximité du projet (amont hydraulique).
	Limiter l'imperméabilisation des sols	Le projet s'inscrit en contexte urbain, en grande partie sur des voiries déjà existantes et donc entièrement revêtues. Les aménagements projetés permettent d'envisager une désimperméailisation des sols qui est de l'ordre de 4,5 ha.
	Préservation des zones d'expansion des crues	Le projet prend en compte le risque inondation. Des mesures d'évitement et de réduction sont proposées, ainsi qu'une mesure de compensation qui consiste en le décaissement d'une zone située dans le lit majeur de l'Orne à proximité du projet (amont hydraulique).
	Concilier la protection des biens et des personnes par des ouvrages de protection locale avec les enjeux écologiques	Projet non concerné par cette disposition

Compatibilité du projet avec le SAGE Orne aval et Seulles

Compte-tenu de la nature du projet, des dispositifs adoptés et des mesures liées à la préservation des eaux superficielles et souterraines, le projet est donc compatible avec les orientations du SAGE Orne aval et Seulles.

2.6. LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION DANS LE DOMAINE DE L'AIR ET DE LA SANTÉ

2.6.1. Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE)

Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) de Basse-Normandie a été approuvé par le préfet de région le 30/12/2013. Ce document stratégique est élaboré conjointement par l'État et la Région et fixe à l'échelle régionale et aux horizons de 2050 une amélioration de 20% de l'efficacité énergétique, une réduction de 25% des émissions de gaz à effet de serre et une participation des énergies renouvelables à hauteur de 31% des consommations régionales.

Les orientations du SRCAE qui peuvent s'appliquer au projet sont notamment les orientations liées aux transports en commun (renforcer l'offre de transport en commun en améliorant l'offre par la fiabilité, le cadencement et la fréquence).

Le projet d'extension du tramway de Caen la mer vise justement à développer le réseau de transports en commun de l'agglomération caennaise et d'augmenter le cadencement et la fréquence des circulations.

Le projet est compatible avec les orientations du SRCAE de Basse-Normandie.

2.6.2. Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) Caen Normandie Métropole

Par délibération du 16 juin 2023, le Comité syndical a approuvé l'élaboration du PCAET Caen Normandie Métropole.

Le PCAET porte un projet de développement durable qui vise notamment à réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) au niveau local, pour atteindre les objectifs que la France s'est fixée au niveau national, à savoir réduire ses émissions de GES de 40% d'ici 2030 (par rapport à 1990) et atteindre la neutralité carbone en 2050.

Le projet d'extension du tramway de Caen s'inscrit dans le cadre d'un objectif général de limitation des émissions de gaz à effet de serre, en contribuant aux actions suivantes :

- « Favoriser la multimodalité par l'intermodalité » ;
- « Renforcer l'offre de transports collectifs structurants sur le territoire ».

Le report du trafic automobile vers le tramway (nouvelles voies de tramway et parkings-relais) et la diminution des kilomètres parcourus par les bus urbains confèrent une plus-value environnementale au projet, en réduisant les émissions de gaz à effet de serre en phase d'exploitation du futur réseau de tramway.

Les émissions de gaz à effet de serre seront également diminuées en raison de l'utilisation plus importante de modes de déplacements doux de type cyclables et piétonniers.

Le projet ayant vocation à favoriser le report modal vers le tramway et à renforcer l'offre de transports collectifs structurants à Caen la mer, il respecte les orientations du PCAET.

PARTIE 10. SPECIFICITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

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

1.1. TYPOLOGIE DES ESPACES TRAVERSÉS

Les secteurs dans lesquels s'insère le projet représentent en enjeu de développement urbain fort du territoire de la communauté urbaine au regard tant de la réalisation d'équipements à rayonnement métropolitain et d'aménagements majeurs, comme le Palais des sports inauguré en août 2023, le nouveau quartier de la Presqu'île, dont l'aménagement est partiellement réalisé, ou encore le développement à venir de la ZAC Beaulieu, et qui renforcent la compétitivité économique, l'attractivité et le rayonnement de Caen la mer.

Le corridor Est-Ouest est apparu comme la priorité d'action avec la volonté d'améliorer et de renforcer l'offre de transport en proposant un tramway depuis l'Ouest pour desservir les quartiers d'habitat denses et de développement Saint-Contest / Chemin Vert d'une part, et Beaulieu d'autre part, pour rejoindre le centre-ville de Caen, puis se prolonger à l'Est jusqu'à l'écoquartier en développement de la Presqu'île.

Composée de deux branches, l'extension Ouest des lignes de tramway répond à de nombreux enjeux et apparait prioritaire à plusieurs égards. Ce projet regroupe les secteurs les plus denses et stratégiques en termes d'habitat, de projets, d'emplois et d'équipements actuels et futurs. L'exploitation est envisagée via une fourche qui desservirait le secteur Beaulieu et le secteur de Saint-Contest, situé au-delà du périphérique après le quartier du Chemin Vert. Cette branche participe au désenclavement du quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert.

En effet, le quartier prioritaire de la politique de la ville du Chemin Vert est très peuplé et où la demande d'accessibilité y est importante. Le projet d'extension du tramway de Caen la mer permettrait le désenclavement et l'émergence de nouveaux commerces dans le quartier du Chemin Vert, en parallèle d'urbanisation prévisible du secteur qui devrait augmenter après la mise en place du projet. Actuellement, des projets sont à venir avec la requalification du site Jacquard (rue Molière) ou la construction d'un ensemble immobilier (rue de Berry).

De plus, plus au Nord encore, la commune de Saint-Contest sera également reliée à la ville de Caen. Cette liaison favorisera la desserte du Parc d'activités Athéna où de nombreuses entreprises sont installées en 2024, tout en désengorgeant la zone de l'usage de la voiture.

À l'Ouest, le quartier de Beaulieu se retrouvera aussi desservi par le tramway. Secteur calme, le quartier compte plusieurs écoles et de nombreux commerces déjà installés de part et d'autre du boulevard Pompidou, sans compter la présence du stade d'Ornano, équipement sportif majeur de l'agglomération caennaise.

1.2. EFFETS DU PROJET

L'aménagement de l'extension de tramway vers l'Ouest et le Nord de l'agglomération à Caen et ses projets connexes facilitera de manière significative l'accessibilité aux quartiers traversés (Centre-Ville, Haie Vigné, Lorge, Chemin Vert, Beaulieu, etc.), accompagnera les projets urbains dans ces quartiers, et proposera une offre de transports robuste pour accéder au centre-ville de Caen depuis le Nord et l'Ouest de l'agglomération, ainsi qu'aux équipements publics majeurs que sont l'Hôtel de Ville, le stade d'Ornano, le Zénith, le Parc des Expositions, le Palais des Sports ou encore le lycée Malherbe.

La desserte en transport en commun et l'amélioration de l'accessibilité par un réseau structurant de transport en commun seront des facteurs favorables à l'urbanisation et au développement urbain. Le projet s'inscrit ainsi en cohérence avec les documents de planification (PLU communaux, SCoT Caen Normandie Métropole, etc.).

De plus, il est admis le fait que la population augmente généralement plus rapidement aux abords de la desserte des transports en commun. L'amélioration de l'accessibilité est ainsi considérée comme un argument favorable à l'urbanisation et un véritable levier de développement.

Aussi, les aménagements des itinéraires piétons/cycles et de parkings-relais (P+R) grâce au tramway constituent une possibilité d'améliorer la qualité paysagère des quartiers traversés et ainsi valoriser le cadre de vie des secteurs.

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

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

2. ANALYSE DES ENJEUX ECOLOGIQUES ET DES RISQUES POTENTIELS LIES AUX AMENAGEMENTS FONCIERS, AGRICOLES ET FORESTIERS PORTANT NOTAMMENT SUR LA CONSOMMATION DES ESPACES AGRICOLES, NATURELS OU FORESTIERS INDUITS PAR LE PROJET

Le projet, en zone urbaine, n'est pas concerné par des aménagements fonciers agricoles et forestiers.

3. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS ET AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

3.1. COÛTS DU PROJET

3.1.1. Coûts d'investissement

Le budget de l'opération tramway est précisé en valeur Janvier 2021HT ci-après :

- Budget opération global : **288,5 M€**
- Budget directement affecté à la ligne de tramway Est-Ouest : 229,3 M€.
  - Ce budget comprend la déduction des budgets des travaux mandatés par des MOA tiers :
- Dévoiement des réseaux d'eau potable, à charge du syndicat Eaux du Bassin Caennais : 8,5M€
- Dévoiement du réseau optique de Caen (ROC), à charge ville : 1M€
- Dévoiement des fourreaux télécom propriété ville : 0,3 M€
- Ville de Caen : embellissement (mise en place de revêtements plus qualitatifs que la simple reconduction de l'existant : Bernières, Leclerc, Gambetta, place EPSM, Molière) : 6M€
  - Ce budget comprend la déduction des budgets portées par des opérations d'infrastructures et de parc de matériel roulant non affectés directement à l'axe :
- Dévoiement des réseaux d'eau potable, part de la contribution de Caen la Mer prévue avant le projet Tramway2028 : 4M€
- Eaux Usées : 10 M€
- Eaux Pluviales : 4 M€
- Hérouville-St-Clair : 0,9 M€
- Triangle Bernières : 1,25 M€
- Effacement de la LAC sur le secteur Château 0,35 M€
- Parc de matériel roulant affecté aux autres lignes de tramway : 16 M€

3.1.2. Plan de financement prévisionnel

Le plan de financement de l'investissement se répartit selon les principes suivants :

Libellé	Valeur
Fonds propres	70 M€
Subventions Appel à Projets	40 M€

3.1.3. Amortissement des composantes du projet

On tient compte de la valeur résiduelle des investissements sur la base d'un amortissement du matériel roulant et des systèmes sur 30 ans et des infrastructures sur 50 ans.

À partir de la mise en service et à chaque fin de cycle, un réinvestissement supposé égal au montant d'investissement initial est provisionné.

L'investissement est considéré comme récupérable pour une partie des infrastructures après l'échéance du calcul, certaines composantes du projet n'étant pas encore en fin de vie. La valeur résiduelle est calculée à partir de la durée de vie des équipements, elle est déduite de l'investissement à 2140 afin de prendre en compte le fait qu'une part de leur valeur perdurera après les années du bilan.

Le programme de renouvellement des infrastructures et des équipements du tramway s'établit sur les bases d'un amortissement indiqué par l'instruction :

- Génie civil et ouvrages d'art : 50 ans ;
- Matériel roulant Tramway : rénovation à mi-vie (30 ans) qui coûte 50% du prix initial ;
- Voie ferrée : 20ans ;
- Voiries : 50 ans.

3.1.4. Coûts d'exploitation

Les évolutions de charges d'exploitation et de maintenance ont été évaluées à partir des coûts kilométriques moyens actuels du bus et du tramway, puis appliqués aux estimations des nouvelles quantités de kilomètres consécutifs à la mise en service de ces infrastructures de tramway.

Avec la mise en service du projet, la production kilométrique de tramway augmente fortement, en raison de la mise en service. Le projet a donc un effet positif sur le niveau offert d'offre.

Les coûts annuels sont évalués sur la base des coûts unitaires d'exploitation par km ci-après.

	Coûts d'exploitation (€/veh.km)
Tramway	8,00
Bus	6,00

3.2. GAINS LIÉS AU PROJET

3.2.1. Gains de temps des usagers de transports en commun

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

Les usagers des transports collectifs, avec la mise en service du projet, obtiendront :

- Des gains de temps sur leurs déplacements, une connexion plus efficace avec l'ensemble des systèmes de transports collectifs, urbains, régionaux et ferroviaires ;
- Une garantie de meilleure régularité et fiabilité (pas d'embouteillage, réduction des temps d'attente à l'arrêt) que dans le cas d'une utilisation d'un mode routier, collectif ou individue ;
- Une vitesse et un confort accrus, une amplitude de fonctionnement des transports encore améliorés pour les usagers de l'extension ;
- Les types d'usagers qui bénéficieront d'un avantage à la mise en service de l'extension sont :
  - Les « anciens usagers » des transports collectifs (usagers déjà présents sur le système de transports collectif en situation de référence) par réduction de leur temps de parcours moyen ;
  - Les « nouveaux usagers » des transports collectifs, usagers issus du report de la voiture sur le système de transport en commun et induits par l'offre nouvelle et l'attractivité accrue.

Les gains de temps liés à l'option de projet par rapport à l'option de référence sont présentés ci-dessous.

À l'horizon 2029, les gains sont les suivants :

- Gain de temps annuel pour les anciens usagers des transports collectifs : 163 520 heures. Cette donnée est issue du modèle de trafic qui fait la somme du temps passé sur le réseau par l'ensemble des usagers en situation de référence et en situation de projet ;
- Gain de temps annuel pour les nouveaux usagers 319 250 heures. Classiquement, cette donnée est obtenue en appliquant à ces usagers la moitié du gain de temps unitaire des anciens usagers ;
- Gain de temps global annuel : 482 770 heures (somme des deux gains précédents).

Ces gains en termes temps sont monétarisés pour chaque année du bilan socioéconomique.

La valeur du temps est déterminée par application de l'instruction cadre. La valeur préconisée pour les déplacements en milieu urbain, hors Ile de France, est fonction du motif de déplacement :

Motif du déplacement	Valeur du temps (2015€)	
	France entiere	Ile-de-france
Professionnel	18,6	23,7
Domicile - Travail/Etudes/Garderie	10,6	13,4
Autres (achat, soin, visites, loisir, tourisme, etc..)	7,2	9,3
Sans détail du motif	8,4	11,4

La proportion de déplacements par motif est issue de l'Enquête Mobilité Certifiée Cerema EMC² de 2022 dans le territoire de la communauté Urbaine de Caen la mer.

Motif du déplacement	EMC²
Professionnel	5 %
Domicile Travail - Etudes - Garderie	22 %
Autres	73 %
Total	100 %
Valeur du temps (2015€)	8,518 €/h

Ainsi, la valeur du temps est estimée à 8,518 €2015 / heure.

3.2.2. Amélioration de la sécurité

Dans une agglomération, l'importance des circulations de toutes natures provoque de nombreux accidents matériels et corporels tant entre les différents véhicules se partageant la voirie qu'avec les piétons amenés à traverser les chaussées. Les transports publics, et plus encore les systèmes en site propre provoquent beaucoup moins d'accidents que les transports individuels par personne transportée. De plus, la qualité générale des matériels et leur entretien régulier excluent les défaillances techniques et confortent le caractère sûr des déplacements en transport collectif.

L'insertion du tramway en site propre et les aménagements annexes du projet (pistes cyclables, cheminements piétons, aménagements paysagers et réorganisation des carrefours) contribuent à améliorer la sécurité sur l'ensemble du tracé des usagers par séparation des différents flux.

Ces gains en termes de sécurité routière sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique et sont calculés en fonction du taux d'accidents observés au cours des cinq années précédant l'étude, exceptées les années 2020 et 2021 en raison des perturbations concernant les déplacements qu'à engendré la crise sanitaire.

La variation du nombre d'accidents est prise en compte dans le calcul de la rentabilité socio-économique ; la méthode appliquée consiste en l'évaluation des accidents évités du fait des reports modaux attendus et de ceux qui pourraient survenir consécutivement à la mise en service du tramway, puis de leur valorisation économique pour la collectivité.

Les hypothèses de valorisation de l'insécurité pour le mode routier sont calculées à partir des valeurs tutélaires de la vie humaine et des blessés légers ou graves de l'instruction cadre et du taux d'accidents défini à partir des données 2004 de la sécurité routière.

	Valeur en €2015
Tué (VVS : valeur de la vie statistique)	3 200 000
Blessé hospitalisé (12,5% de la VVS)	400 000
Blessé léger (0,5% de la VVS)	16 000

Valeur de la vie humaine selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

Dans les agglomérations du Calvados Hors Autoroutes, le nombre d'accidents de la circulation routière a évolué comme suit :

Année	Accidents	Tués	Blessés graves	Blessés légers
2016	254	10	102	184
2017	229	9	109	168
2018	219	11	95	165
2019	322	12	102	291
2020	234	5	84	202
2021	311	6	83	284
2022	251	11	99	192
Moyenne des cinq dernière années	**267**	**9**	**93**	**227**
Moyenne exceptées les valeurs particulièrement hautes (2019 et 2021)	**237**	**9**	**98**	**182**
Moyenne exceptées les valeurs de la crise sanitaire (2020 et 2021)	**255**	**10**	**101**	**200**

Source : https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/node/219

Il faut noter que les valeurs montrées pour les années 2020 et 2021 sont affectées par la réduction de la mobilité, conséquence de la crise sanitaire covid 2019 et donc ne sont pas inclues dans le calcul de réduction de l'accidentalité routière liée au projet.

Tués par millions de veh.km	Blessés graves par million de veh.km	Blessés légers par million de veh.km
0,0070	0,067	0,131

3.2.3. Réduction des pollutions atmosphériques

L'émission des polluants par la circulation automobile est fonction des caractéristiques techniques des véhicules, de la composition des carburants et de la présence d'additifs, ainsi que de la façon dont le flot de véhicules s'écoule.

La pollution de l'air par la circulation se manifeste par deux effets :

- une pollution sensible visuelle et olfactive, qui est directement perçue par les sens des individus et qui constitue une gêne : fumées bleues ou noires, odeurs, poussières parfois irritantes, salissures ;
- Une pollution gazeuse que l'on pourrait qualifier de toxique dans la mesure où les constituants émis ont des effets nocifs connus lorsqu'ils sont inhalés à très forte dose. Ce n'est pas nécessairement le cas en espace extérieur, où les polluants sont dilués à des teneurs très faibles. On peut cependant s'inquiéter des effets à long terme très difficiles à mettre en évidence. On citera notamment certaines particules fines émises par les moteurs diesel et à essence non catalysés, qui sont l'un des principaux facteurs de risque de santé lié à la pollution en milieu urbain (cancers du poumon, pathologies pulmonaires, risques cardio-vasculaires…).

Les principaux polluants sont le monoxyde d'azote, les oxydes d'azote (responsables de troubles respiratoires), les poussières (irritation de l'appareil respiratoire, risques présentés par la présence de métaux lourds), les hydrocarbures (cancérigènes). De plus, la pollution de l'air, notamment la pollution acide, est la cause de dégradations importantes du patrimoine architectural.

Le projet contribuera à la diminution des concentrations moyennes annuelles et des concentrations horaires maximales de polluants gazeux. Ces effets positifs sur la pollution atmosphérique résultent de la réduction des émissions de polluants automobiles liés au report d'automobilistes vers les modes actifs et les transports en commun pour tout ou partie de leur parcours.

Ces gains en termes de pollution sont monétarisés pour chaque année du bilan socioéconomique.

La valeur accordée à la diminution de la pollution est évaluée par l'instruction cadre. Les valeurs retenues sont celles d'un milieu urbain très dense (> 4 500 habitants/km²).

Externalité		Valeur 2015
Valeur de la pollution (€/100 veh.km)	VP	11,6 €2015/100 veh.km
	Bus	83,7 €2015/100 veh.km

Valeurs de pollution selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

Les valeurs évoluent dans le temps comme le PIB et sont impactées par l'évolution des motorisations du parc de véhicule (scénarios AMS ou AME).

3.2.4. Diminution des gaz à effet de serre

Les émissions de gaz générées par les déplacements en véhicules particuliers contribuent à l'effet de serre. De ce fait, le report de trafic confère une plus-value environnementale au projet.

Ces gains en termes de gaz à effet de serre (GES) sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

Les hypothèses retenues concernant les parcs VP et bus sont issues des données de la fiche « Cadrage du scénario de référence », mise à jour 2019 :

- Composition du parc automobile en 2015 : 25 % de véhicules équipés de moteur essence, 75 % équipés de moteur diesel (source : Instruction cadre, fiche-outil « Cadrage du scénario de référence ») ;
- Consommation moyenne en 2015 VP de 7,4 L/100 km (essence) et 6,2 L/100 km (diesel) ;
- Consommation moyenne en 2015 bus : 33,9 L/100 km.

Le tableau ci-après présente les valeurs préconisées pour l'effet de serre :

Externalités	Valeur 2015
Valeur effet de serre VP €/100Vkm	1,0 €$_{2015}$ pour 100 veh.km
Valeur effet de serre Bus €/100Vkm	3,1 €$_{2015}$ pour 100 veh.km

Valeurs des émissions atmosphériques des procédés amont selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

L'instruction cadre préconise également de prendre en compte les effets amont-aval (coût de la production et de la distribution d'énergie) en ajoutant 0,90€2010 par 100 veh.km pour les VP et 2,83€2010 par 100 veh.km pour les bus.

Au-delà de 2015, la valeur de l'effet de serre tient compte des facteurs d'émission du parc VP et PL. La trajectoire des facteurs d'émission est indiquée ci-dessous :

Facteur d'Émission en GES	2015		2030		2050		2070	
	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME
Moyenne VP (g/km)	157,2	157,2	94,0	120,9	0	87,2	0	0
Moyenne PL (g/km)	844	844	653	782	0	672	0	0

Facteur d'émission des carburants selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

Suite aux conclusions de la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet, le coût de la tonne de CO_2 (ou CO_2-équivalent) est de 53 €2015 en 2018. Elle évolue ensuite selon un rythme linéaire entre 2018 et 2030 ainsi qu'entre 2030 et 2040. Au-delà de 2040, le coût du carbone augmente au rythme de 4,5 % par an pour atteindre 763 €2015 en 2050 et 1 184 €2015 en 2060. Cette valeur reste constante à 1 184 €2015 au-delà de 2060.

	2018	2030	2040	2050	2060	2070
Valeur tutélaire d'une tonne de CO_2 (en euros 2015)	53 €	246 €	491 €	763 €	1 184 €	1 184 €

Valeur tutélaire d'une tonne de CO_2 selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

3.2.5. Réduction des nuisances sonores

Le développement de nouvelles lignes de transport améliorera, à court comme à long terme, l'environnement sonore global dans la mesure où il participe à la réduction du trafic automobile. La valeur préconisée pour le bruit est issue du guide accompagnant l'instruction cadre. Les valeurs retenues pour les voitures et les bus sont celles correspondant aux coûts marginaux d'un trafic dense en zone urbaine très dense. La valeur pour le tramway n'étant pas précisée dans l'instruction cadre, elle a été déterminée proportionnellement (§5.a du tome 2 du rapport Quinet) aux valeurs de bruit à 10m : 60 dB pour une voiture, 75 dB pour un tramway et 92 dB pour un bus. Les économies liées aux nuisances sonores sont monétarisées à :

Externalités		Valeur 2015
Valeur du bruit (€/Veh.km)	VP	0,00233 €2015 / veh.km
	Bus	0,02816 €2015 / veh.km
	Tramway	0,01444 €2015 / veh.km

Bruit selon l'instruction cadre, fiche-outil « Valeurs de référence prescrites pour le calcul V 03 05 2019 »

La valeur de la réduction des nuisances évolue annuellement à hauteur du PIB par tête en euros constants.

3.2.6. Économies d'usage de la voiture

L'évaluation des économies pour la non-utilisation de la voiture est basée sur le coût kilométrique moyen d'utilisation d'une voiture en euros. Elle permet de prendre en compte les économies que les nouveaux usagers des TC vont réaliser en ne prenant plus leur voiture.

Dépenses énergétiques	2015		2030		2050		2070	
	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME	AMS	AME
VP essence (€/100km)	10,1	10,1	12,5	13,0	6,7	12,8	4,0	7,9
VP diesel (€/100km)	7,1	7,1	11,5	10,6	6,7	10,4	4,1	7,1
VP électricité (€/100km)	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	2,9	2,8
Parc moyen VP (€/100km)	7,9	7,9	10,3	10,4	3,3	8,7	2,9	3,1
Parc moyen PL (€/100km)	30,8	30,8	36,9	42,7	32,4	40,5	29,8	31,5

Dépenses énergétiques selon l'instruction, fiche-outil « II - Scénario de référence V 03 05 2019 »

	Prix moyens €/veh.km		TCAM 2015-2050	
	PL	VL	PL	VL
Entretien courant, pneumatiques, lubrifiants	0,099	0,109	+0%	+1%
Dépréciation du véhicule	-	0,013	+0%	+1%

Coûts d'entretien et de dépréciation des véhicules selon l'instruction, fiche-outil « II - Scénario de référence V 03 05 2019 »

Pour 2015, l'économie est ainsi de 0,188 €/veh.km.

3.2.7. Effets sur la santé

D'une part, le projet d'extension du tramway entrainera des reports de trafic et ainsi une réduction des nuisances liées au trafic routier, néfastes pour la santé. D'autre part, grâce à l'ensemble des dispositions prises concernant les aménagements annexes à la ligne de tramway, il incitera à la pratique des modes actifs, que ce soient les cycles ou la marche à pied, modes ayant un impact bénéfique sur la santé des usagers.

Cet effet contribuera également à l'amélioration du cadre de vie des secteurs traversés.

3.2.8. Amélioration de la cohésion sociale et de l'équité

Le projet en améliorant les conditions de déplacement et de desserte et en contribuant à une requalification urbaine du secteur est susceptible de favoriser la mixité sociale en attirant de nouveaux habitants et de nouvelles entreprises.

Le projet s'accompagne également de la réalisation d'espaces publics, lieux de rencontres et d'échanges, qui contribuent à apaiser le cadre de vie des riverains à ouvrir un espace public de meilleure qualité tout en veillant à conserver les fonctionnalités actuelles et qui sont essentielles pour la vie du quartier.

L'ensemble de ces aménagements contribue à favoriser la cohésion sociale et l'équité et permet de développer du lien entre les différents quartiers.

3.2.9. Amélioration de l'accessibilité PMR

Les aménagements apportés à l'espace public dans le cadre du présent projet en faveur des déplacements modes doux bénéficieront également aux personnes à mobilité réduite, comme les personnes âgées, les personnes présentant un handicap ou encore les personnes transportant des bagages ou des poussettes.

Le projet intègre l'ensemble des contraintes à respecter afin d'assurer l'accessibilité aux quais aux personnes à mobilité réduite dans des conditions optimales de sécurité et de confort. Ainsi, des rampes d'accès à pente douce seront aménagées tout au long de l'itinéraire au niveau des passages pour piétons et aux extrémités des quais de tramway.

On rappellera que le choix du mode de transport par tramway est également favorable vis-à-vis des déplacements des personnes à mobilité réduite. Les caractéristiques des matériels roulants couplées à la géométrie des quais offriront de très bonnes conditions d'accessibilité.

Le projet prévoit l'installation de dalles d'éveil de vigilance aussi appelée « bandes podotactiles », en bordure de trottoirs, afin de signaler les zones de passage pour piétons et les limites de quais aux personnes mal et non voyantes. Toujours en faveur de l'accessibilité des personnes mal voyantes une bande guide sera aménagée à chaque passage piéton en bordures ou au centre de celui-ci.

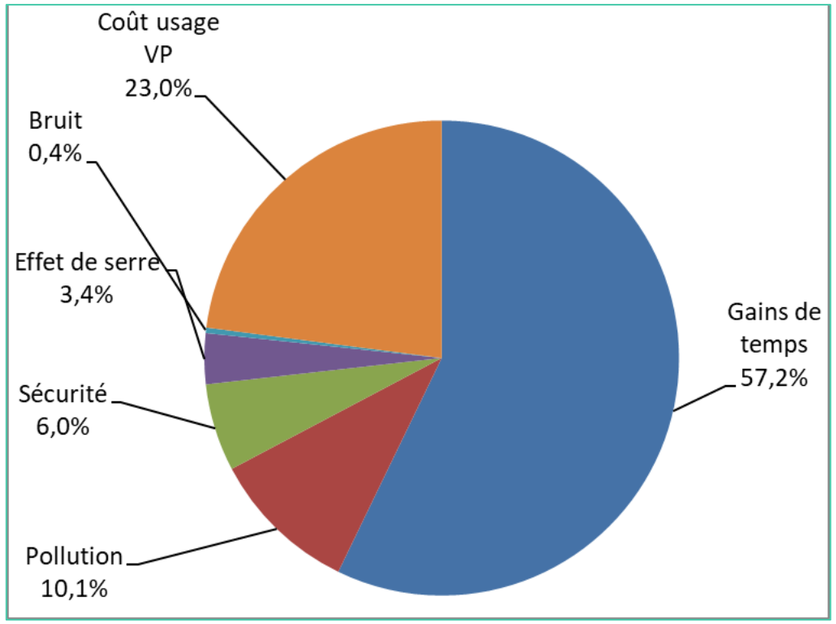
3.3. RÉCAPITULATIF DES COÛTS ET DES GAINS

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

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

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

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



Répartition des gains (source : Egis)

3.4. SYNTHÈSE DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITÉ

Les gains monétarisés sont estimés pour l'ensemble des acteurs :

- La puissance publique (Caen la mer) ;
- Les usagers (des véhicules particuliers et des transports en commun) ;
- L'exploitant du réseau ;
- Les tiers (riverains).

Ces gains représentent la part la plus importante du retour sur investissement d'un projet de transport en commun. Il met en évidence tous les effets directs et indirects par la réduction des nuisances liées à la circulation automobile, l'augmentation des rendements énergétiques et l'amélioration de la qualité de vie.

La quantification de ces gains par acteurs est représentée dans le tableau suivant.

Surplus des usagers	Gains	Billet	191 600 K€
		Report VP	404 800 K€
		Gains de Temps	1 394 400 K€
		Gains Décongestion	0 K€
		Moindre Usure Voirie	0 K€
		Total Recettes	1 799 200 K€
		TVA	17 400 K€
		Variation de surplus	1 607 500 K€
Surplus des riverains		Coûts (aucun)	0 K€
	Gains	Pollution atmosphérique	159 800 K€
		Nuisances sonores	8 000 K€
		Total Recettes	167 800 K€
		Variation des taxes	0 K€
		Variation de surplus	167 800 K€
Surplus de la puissance publique		Investissement fonds publics	-659 700 K€
	Gains	Sécurité	124 300 K€
		Effet de serre	62 400 K€
		Total Recettes	186 700 K€
		Taxe TVA billets	17 400 K€
		Variation de surplus	-455 600 K€
Surplus des opérateurs de transport & gestionnaires d'infrastructures		Investissements privés et surcoût exploitation	-259 700 K€
		Recettes billets	174 200 K€
		Taxes	
		Variation de surplus	-85 500 K€

Gains totaux	**1 234 200 K€**
Taux d'actualisation	**3,4%**
BNA / an	**-13 800 K€**

Les usagers regroupent pour tous les modes impactés par les options de projet et de référence évaluées les anciens usagers, les usagers reportés des autres modes, les usagers induits. La variation de surplus des riverains (habitants des aires d'étude du projet) regroupe la variation des externalités environnementales de pollution atmosphérique locale et des nuisances sonores.

La variation de surplus pour la puissance publique regroupe la variation des coûts d'investissements et d'exploitation pris en charge par la puissance publique, la variation des effets monétarisables en termes de sécurité et d'émissions de gaz à effets de serre, la variation des taxes correspondant aux diminutions et augmentations des taxes payées par les autres acteurs.

La variation des surplus pour l'exploitant tient compte des surcoûts d'exploitation annuels sur l'ensemble du bilan, liés à l'exploitation du tramway, et des recettes annuelles liées au ticket de transport.

4. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES LIEES A LA REALISATION DU PROJET

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

- Les économies de carburants liées au report modal de la VP vers les TC :

  En année de pleine charge du TCSP, 15 millions de kilomètres VP (en 2029) sont reportés vers les transports en commun, soit un total de 0,531 millions de litres de carburants et 0,398 millions de kWh d'électricité économisés par an (à l'horizon 2029).

- La consommation électrique liée à la restructuration bus :

  556 000 kilomètres bus sont économisés par an à partir de 2029.

  - Avec une consommation unitaire d'un autobus articulé au GNV de 23 kg aux 100 kilomètres, cela représente l'équivalent de 126 104 kg de gaz naturel économisés par an en 2029 ;
  - Avec une consommation unitaire d'un autobus articulé au GNV de 170 kWh aux 100 kilomètres, cela représente l'équivalent de 944 049 kWh d'électricité par an en 2029.

- La consommation électrique liée à la mise en service du projet (tramway et équipements) :

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

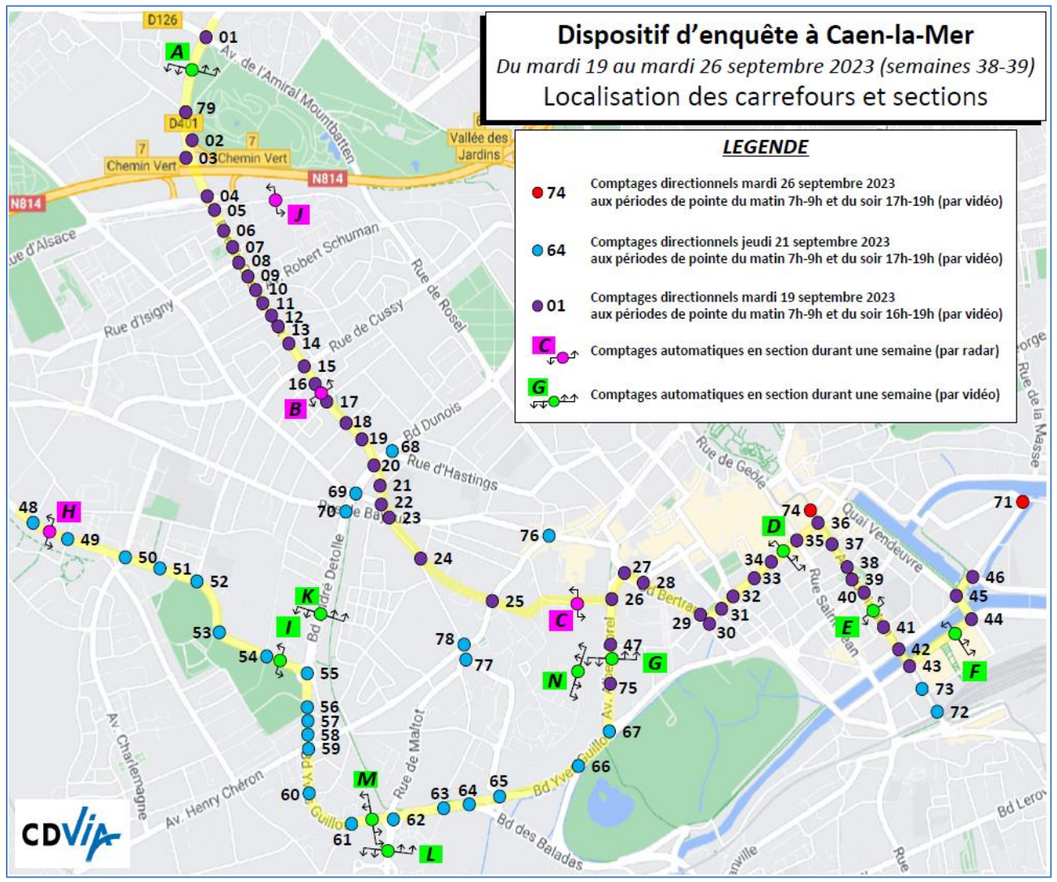
  Le total de consommation annuelle est ainsi estimé à environ 4,95 M kWh.

5. DESCRIPTION DES HYPOTHESES DE TRAFIC, DES CONDITIONS DE CIRCULATION ET DES METHODES DE CALCUL UTILISEES POUR LES EVALUER ET EN ETUDIER LES CONSEQUENCES

5.1. HYPOTHÈSES DE TRAFIC

5.1.1. Comptages routiers

Une campagne de comptages routier a été menée sur l'ensemble des carrefours impactés (comptages directionnels aux heures de pointe matin et soir) par le tracé du projet de tramway en septembre 2023, par la société CDVIA pour le compte de Caen la mer.



Localisation des postes de comptages routiers (source : CDVIA)

Ces éléments ont été complétés par les données de trafic des concessionnaires (Direction Interdépartementale des Routes et Département du Calvados) sur leurs réseaux respectifs.

5.1.2. Modélisation de trafic

5.1.2.1. Développement d'un modèle de trafic

Afin de décrire l'évolution des trafics et d'alimenter les études de dimensionnement des carrefours, les études air et santé et acoustique, un modèle de trafic routier a été développé sur le périmètre de Caen la mer.

5.1.2.2. Calage du modèle

Le modèle de trafic a été calé sur les heures de pointe matin et soir, en se basant sur :

- L'enquête EMC de Caen la mer réalisée en 2022 ;
- Les comptages des carrefours réalisés en 2023 ;
- Les données de trafic existantes sur d'autres axes du réseau routier de Caen la mer ;
- Les données de trafic de la Direction Interdépartementale des Routes et Département du Calvados.

5.1.3. Horizons prospectifs

5.1.3.1. Horizon de mise en service

Les projections de trafic ont été réalisés en 2028, horizon de mise en service du tramway, sur la base :

- Des évolutions connues des populations et emplois ;
- Des évolutions actées du réseau routier.
- Des évolutions des pratiques de mobilité :
  - Sans projet de tramway (situation de référence),
  - Avec projet de tramway (situation de projet).

5.1.3.2. Horizon de mise en service + 20 ans

Les données socio-économiques ont été projetées ensuite à l'horizon 2048, selon les données connues à l'horizon 2040 et en appliquant, entre 2040 et 2048, l'évolution tendancielle connue entre 2028 et 2048.

5.1.3.3. Les aménagements pris en compte

Le modèle à l'horizon 2028 prend en compte les projets d'infrastructures prévus dans le secteur, à savoir :

- Le boulevard urbain des Pépinières, d'une longueur d'1,6 km, il reliera le rond-point des Pépinières au boulevard Pompidou (1x1 voie – 1 500 véh/km en capacité – 70 km/h) ;
- La fermeture de la circulation de la rue Neuve Saint-Jean ;
- L'aménagement d'une piste cyclable sur l'axe rue Saint-Michel – rue de Vaucelles – rue d'Auge où s'installe une nouvelle voie bus (diminution de la capacité de 3 000 à 1 500 véh/km).

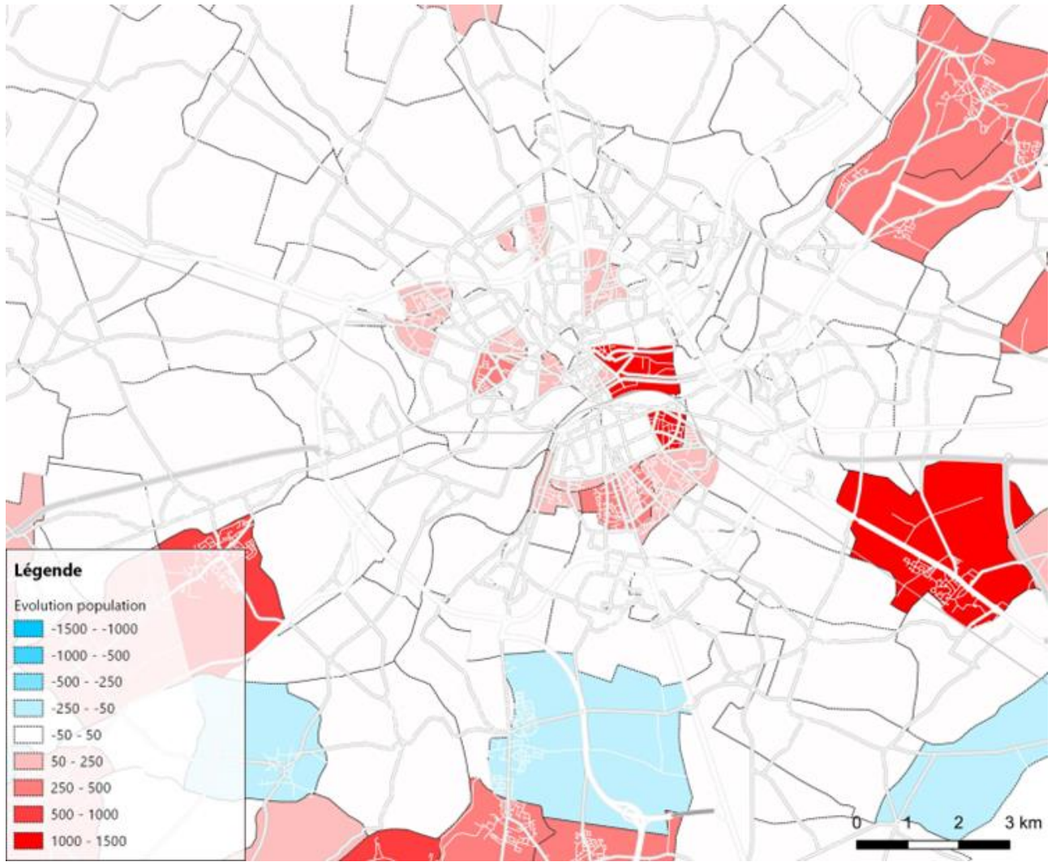
L'option projet intègre l'ensemble des aménagements inclus dans l'option de référence, ainsi que le projet d'extension de tramway.

5.1.3.4. Hypothèses des horizons futurs (2029 et 2040)

En prenant en compte les données du PADD du PLUi-HM. Il est attendu à 2040 :

- 289 318 habitants (car le Taux de Croissance Annuel Moyen à considérer est +0,34%/an) ;
- 182 421 emplois (car le nombre d'emplois supplémentaires à considérer est +900 emplois/an) ;
- 64 084 scolaires au collège, lycée et établissement d'enseignement supérieur (en prenant l'hypothèse d'un accroissement de +0,13%/an à la suite de l'analyse des données de l'INSEE des élèves du second degré et des étudiants de l'enseignement supérieur de 1980 à 2022).

Périmètre	Nombre d'habitants en 2020	Nombre d'habitants en 2029	Nombre d'habitants en 2040
Ville de Caen	107 253	111 532	120 378
Communauté urbaine de Caen la Mer	**272 256**	**277 275**	**289 319**



Évolution de la population entre 2020 et 2029

Périmètre	Nombre d'emplois en 2020	Nombre d'emplois en 2029	Nombre d'emplois en 2040
Ville de Caen	83 358	87 945	92 992
Communauté urbaine de Caen la Mer	**163 521**	**172 521**	**182 421**



Évolution des emplois entre 2020 et 2029

5.2. ÉVALUATION DES CONDITIONS DE CIRCULATION

5.2.1. Conditions de circulation actuelles

Les conditions de circulation actuelles ont été analysée en fonction :

- Des observations des congestions récurrentes du réseau actuel ;
- Des modélisations du trafic issues du calage du modèle de trafic ;
- Des analyses de capacité des carrefours conduites sur la base des trafics relevés.

5.2.2. Conditions de circulation futures

Les évolutions des conditions de circulation ont été évaluées selon les modélisations des trafics à l'horizon de mise en service en situation de projet et des analyses de capacité des carrefours.

PARTIE 11. PRESENTATION DES METHODES UTILISEES

1. METHODES GENERALES

Diverses méthodes ont été utilisées pour établir :

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

L'analyse de l'état actuel de l'environnement repose sur :

- Des observations directes du site, pour tout ce qui concerne son occupation et ses usages ;
- Des recherches bibliographiques, pour les aspects généraux (climat, hydrogéologie, géologie, etc.) en vérifiant le caractère récent des travaux utilisés ;
- Des exploitations statistiques et des comptages, pour tout ce qui concerne la démographie, l'emploi, les déplacements et le stationnement, le patrimoine physique de l'agglomération.

1.1. COLLECTE DE DONNÉES

1.1.1. Consultation des services publics et privés :

La grande majorité des données documentaires, permettant d'établir l'état des lieux dans un champ géographique relativement large. Les principaux services contactés sont les suivants :

- Cart'Eaux, développé par les Agences Régionales de Santé (ARS) ;
- Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution atmosphérique en Normandie (ATMO Normandie) ;
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ;
- Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) Caen Normandie ;
- Communauté urbaine Caen la mer ;
- Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) du Calvados ;
- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie ;
- Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) Normandie ;
- Météo France ;
- Préfecture du Calvados ;
- Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine (UDAP) du Calvados ;
- Villes de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne ;
- Agence d'Urbanisme de Caen Normandie Métropole (AUCAME).

1.1.2. Recherche bibliographique :

Ci-dessous sont listées les documents ayant servi de base à la rédaction du présent dossier.

- Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Caen, de Saint-Contest, d'Hérouville Saint-Clair et de Fleury-sur-Orne ;
- Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Pôle métropolitain Caen Normandie Métropole ;
- Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Normandie ;
- Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) de Basse-Normandie ;
- Plans de Prévention Multi-Risques (PPMR) de la Basse Vallée de l'Orne ;
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers 2022-2027 ;
- Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Orne aval et Seulles ;
- Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) Caen Normandie Métropole.

1.1.3. Reconnaissances de terrain

Des reconnaissances de terrain ont été réalisées en 2023 et 2024 afin de compléter les données documentaires recueillies en bureau. Chaque visite a fait l'objet d'un reportage photographique.

1.2. RÉALISATION D'ÉTUDES SPÉCIFIQUES

En plus des reconnaissances de terrain générales, des inventaires et des analyses spécialisées, impliquant aussi des investigations de terrain, ont eu lieu :

- Volet milieu naturel de l'étude d'impact en 2023/2024 ;
- Une étude air et santé menée par EGIS, avec la pose de capteurs sur site en 2023/2024 ;
- Une étude de trafic menée par EGIS ;
- Une étude acoustique et vibratoire réalisée par CSTB et ORFEA, avec la pose d'enregistreurs en 2023.

2. ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT

2.1. LA POPULATION ET LA SANTÉ HUMAINE

2.1.1. Contexte socio-économique

Les données de l'environnement socio-économique s'appuient sur les données INSEE et sur l'évaluation socio-économique du projet.

2.1.2. Ambiance acoustique et vibratoire

La méthodologie de l'étude acoustique et vibratoire est présentée au chapitre 4.1 de la présente Partie 11.

2.1.3. Qualité de l'air

La méthodologie de l'étude air et santé est présentée au chapitre PARTIE 1.1.1 de la présente Partie 11.

2.1.4. Pollution des eaux et des sols

Les risques de pollution de sols ont été estimés sur la base de l'inventaire des sites pollués des bases de données CASIAS : Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services.

2.1.5. Risques naturels et technologiques

L'identification des risques naturels et technologiques s'appuie sur la consultation de base de données (Géorisques, BRGM), l'analyse des documents réglementaires, et la consultation de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Grand Est.

2.2. LA BIODIVERSITÉ

La méthodologie de l'étude faune-flore est présentée au chapitre 4.3 de la présente Partie 11.

2.3. LES TERRES, LE SOL, L'EAU, L'AIR ET LE CLIMAT

2.3.1. Climatologie

L'analyse climatique a été réalisée à partir des données de Météo France et InfoClimat.

2.3.2. Topographie

Les données proviennent des cartes IGN au 1/25 000eme et du site de données topographiques http://frfr.topographic-map.com/.

2.3.3. Géologie

Le contexte géologique a été analysé à partir de la carte géologique du BRGM au 1/50 000ème n° 119 – BAYEUX-COURSEULLES SUR MER et des éléments présentés aux PLU des communes concernées par le projet (rapport de présentation).

2.3.4. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines ont été décrites par rapport aux fiches de caractérisation des masses d'eau souterraines. Les données quantitatives proviennent du BRGM (remontée de nappe, piézométrie).

2.3.5. Les eaux superficielles

La description du contexte hydrologique et hydraulique se base sur les données du portail gesteau.eaufrance.fr, du site de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et du SDAGE de la Seine et des cours d'eau côtiers normands.

2.4. LES BIENS MATÉRIELS

2.4.1. Environnement urbain et occupation des sols

Les éléments relatifs à l'environnement urbain et à l'occupation des sols sont issus du diagnostic urbain réalisé par le groupement de Maîtrise d'œuvre lors des études préliminaires et des études d'avant-projet.

2.4.2. Principaux réseaux

Les éléments relatifs aux réseaux de transports et de distribution d'énergie, d'eau potable et d'assainissement s'appuient sur la collecte de données réalisées par le groupement de maîtrise d'œuvre auprès des concessionnaires et de Caen la mer.

2.4.3. Paysage et patrimoine

Les éléments relatifs au paysage sont issus des données disponibles auprès de l'Atlas des formes urbaines de la Communauté urbaine Caen la mer réalisée par l'AUCAME (Agence d'Urbanisme de Caen Normandie Métropole) en avril 2022.

Les éléments relatifs au patrimoine culturel et historique ont été collectés auprès de divers organismes et administrations concernés : l'Atlas des patrimoines, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie, la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) Normandie –Service Régional de l'Archéologie et Service de l'Architecture et du Patrimoine.

2.4.4. Urbanisme et planification urbaine

Les documents d'urbanisme communaux ont été consultés : PLU de Caen, PLU de Saint-Contest, PLU d'Hérouville Saint-Clair et PLU de Fleury-sur-Orne.

Les documents de planification ont également été analysés : SCoT du Pôle métropolitain Caen Normandie Métropole, SRADDET Normandie.

3. ÉVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ ET DÉFINITION DES MESURES D'INSERTION

Sur la base des données d'état initial, l'analyse des caractéristiques techniques du projet a permis une détermination précise des impacts du projet pour chacun des thèmes considérés.

Les impacts du projet ont été estimés en phase fonctionnelle, mais également pendant la phase de travaux, par rapport à ces principaux thèmes :

- L'environnement physique et naturel,
- L'environnement sonore, les nuisances atmosphériques et l'impact sur l'eau,
- La structuration et les mutations urbaines (effets économiques et sociaux, etc.).

Les méthodes d'évaluation ont fait appel à la transposition par analogie et à l'expérience des auteurs et se sont basées sur des études spécifiques (étude acoustique et étude air notamment). Cette évaluation est quantitative chaque fois que possible, compte-tenu de l'état des connaissances.

Sur la base de l'identification des impacts négatifs du projet, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces impacts ont été préconisées. Ces mesures d'insertion sont définies en référence à des textes réglementaires ou selon des dispositions habituellement connues et appliquées.

Les méthodes de définition des mesures visent en un premier lieu à inscrire l'opération en conformité avec les textes réglementaires en vigueur, puis dans un second temps à optimiser l'insertion de l'opération dans le respect des spécificités de l'aire d'étude tant sur le plan physique, naturel qu'humain.

À l'issue de cette démarche initiale, le choix et la définition des aménagements projetés s'inspirent de l'expérience acquise par chacun des participants à l'étude en matière de projets d'aménagement.

4. ETUDES SPECIFIQUES

4.1. ÉTUDE AIR ET SANTÉ

Une étude Air et Santé dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par EGIS en 2023-2024.

4.1.1. Rappel réglementaire

En matière de pollution atmosphérique, la réglementation française est transcrite au travers de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi LAURE) du 30 décembre 1996, codifiée aux articles L.220-1 et L.220-2 du Code de l'environnement, qui définit « le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ».

La méthodologie des études air et santé des études d'impact s'inscrit dans le référentiel réglementaire et s'appuie sur les documents suivants :

- Le Code de l'environnement, avec en particulier :
  - L'article L.122-1 (partie législative) imposant que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact ;
  - L'article R.122-5 (partie réglementaire) décrivant le contenu attendu d'une étude d'impact et prévoyant qu'une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement soit réalisée, en particulier sur l'air et la santé. Ainsi, conformément à cet article, le volet « air et santé » des études environnement doit fournir dans le cadre des études préalables les éléments techniques nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact présentée à l'enquête publique ;
- La circulaire Direction Générale de la Santé (DGS) n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- La directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et à un air pur pour l'Europe et qui fusionne les Directives 1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE ;
- La résolution législative du Parlement européen du 24 avril 2024 sur la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (texte non encore voté) ;
- L'avis de l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - juillet 2012 ;
- Le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – InVS - février 2000 ;
- Le guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) – 2021 ;
- Le guide de recommandations sur l'échantillonnage spatial intitulé « Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs des campagnes », Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) – 2007 ;
- La note de la DGS n°2014-307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- La note technique relative à l'évaluation des projets de transport, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) – 27 juin 2014 ;
- L'étude d'impact - Projets d'infrastructures linéaires de transport – Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – décembre 2020 ;
- L'instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – DGITM – 8 novembre 2018 ;
- La note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019.

4.1.2. Cadre réglementaire de l'étude

L'étude air et santé est réalisée en lien avec la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, bien que le présent projet (réalisation d'une ligne de tramway) **ne soit pas directement concerné par sa stricte application au regard du périmètre pour lequel cette note a été établie (à savoir des projets routiers neufs et des projets d'aménagement d'infrastructures routières existantes)**.

4.1.2.1. Niveau de l'étude

La note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA fixent le cadre et le contenu des études air et santé en fonction des enjeux du projet, selon quatre niveaux d'études (I à IV). L'étude de niveau I a le contenu le plus détaillé. Ces niveaux sont définis en fonction des trafics attendus à terme sur l'infrastructure et de la densité de population à proximité de celle-ci (voir tableau ci-après).

Trafic à l'horizon d'étude Densité dans la bande d'étude	>50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de la longueur du projet

Au vu des densités de population des zones traversées par le projet et de la nature du projet (tramway) qui engendre globalement une réduction des trafics par rapport à une situation sans projet, la note méthodologique suscitée préconise la réalisation d'une étude **air et santé de niveau II**.

Par ailleurs, en raison de la nature du projet (extension d'une ligne de tramway qui a vocation à développer le report modal des véhicules légers vers les transports en commun et ainsi améliorer la qualité de l'air dans la zone d'étude), le niveau d'étude ne sera pas réhaussé pour les établissements au droit du projet.

4.1.2.2. Contenu de l'étude

Conformément à la **note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique** relatifs aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières du CEREMA, l'étude air et santé de niveau II comprend :

- La **caractérisation de l'État initial** de la zone d'étude, avec notamment des mesures in situ de la qualité de l'air ;
- **L'évaluation de l'impact du projet** sur la qualité de l'air avec :
  - Une estimation des émissions polluantes induites par le trafic routier (conformément à la méthodologie COPERT) ;
  - Une estimation des teneurs en dioxyde d'azote dans la bande d'étude (modélisation gaussienne de la dispersion atmosphérique des émissions des polluants avec le modèle ADMS Road) ;
- **L'évaluation de l'exposition des populations** résidant dans la bande d'étude à l'aide de l'Indice Pollution Population (IPP).

4.1.2.3. Horizons d'étude

D'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, l'étude air et santé est menée pour cinq scénarios situés à trois horizons d'étude différents. Ces scénarios sont usuellement :

- Un État initial ;
- Un état sans projet à la date de mise en service du projet, le Fil de l'eau ;
- Un état avec projet à la date de mise en service du projet, l'État projeté ;
- Un état sans projet à la date de mise en service du projet + 20 ans, le Fil de l'eau + 20 ans ;
- Un état avec projet à la date de mise en service du projet + 20 ans, l'État projeté + 20 ans.

Concernant spécifiquement le projet d'extension du tramway de Caen la mer, le phasage de l'opération implique les scénarios suivants :

- L'État initial 2023 ;
- Le Fil de l'eau 2028 ;
- L'État projeté 2028 ;
- Le Fil de l'eau 2048 ;
- L'État projeté 2048.

L'état au fil de l'eau correspond à un horizon lointain dans l'hypothèse où le projet envisagé ne serait pas réalisé et considérant les autres évolutions prévisibles des infrastructures. L'état projeté correspond au même horizon lointain avec la réalisation du projet.

La comparaison des résultats obtenus pour ces scénarios permet d'apprécier l'impact du projet sur la qualité de l'air et sur la santé à échéance de sa mise en service et son exploitation.

4.1.2.4. Zone et bande d'étude

Conformément à la note technique et au guide méthodologique précités, la zone d'étude et le réseau routier étudié sont déterminés par le projet et par le réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une variation (augmentation ou diminution) de trafic, supérieure à 10% pour les tronçons dont le trafic est supérieur à 5 000 véh/jour à l'horizon de mise en service. Pour les tronçons dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour, la variation retenue est de 500 véhicules minimum (en valeur absolue). En milieu urbain, la règle des plus ou moins10 % peut être appliquée sur l'heure de pointe la plus chargée (HPM ou HPS).

Le réseau routier retenu contient également les projets d'infrastructure routière existants ou approuvés, présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont pas impactants pour le projet ou, impactés par celui-ci.

La bande d'étude est définie autour de chaque voie du réseau routier retenu. La largeur de la bande d'étude est réglementairement comprise entre 100 et 300 m de part et d'autre des axes routiers (bande d'étude de 200 à 600 m de large) pour les polluants gazeux comme il est précisé dans le tableau ci-dessous, et de 200 m de part et d'autre des axes routiers pour les polluants particulaires. L'étude peut ainsi être réalisée suivant deux largeurs de bande distinctes.

En revanche, les analyses des différents scénarios sont toujours conduites avec les deux mêmes bandes d'étude, celle pour les polluants gazeux et celle pour les polluants particulaires.

TMJA à l'horizon d'étude	Largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe
> 50 000 véh	300 m
de 25 000 à 50 000 véh	200 m
de 10 000 à 25 000 véh	150 m
≤ 10 000 véh	100 m

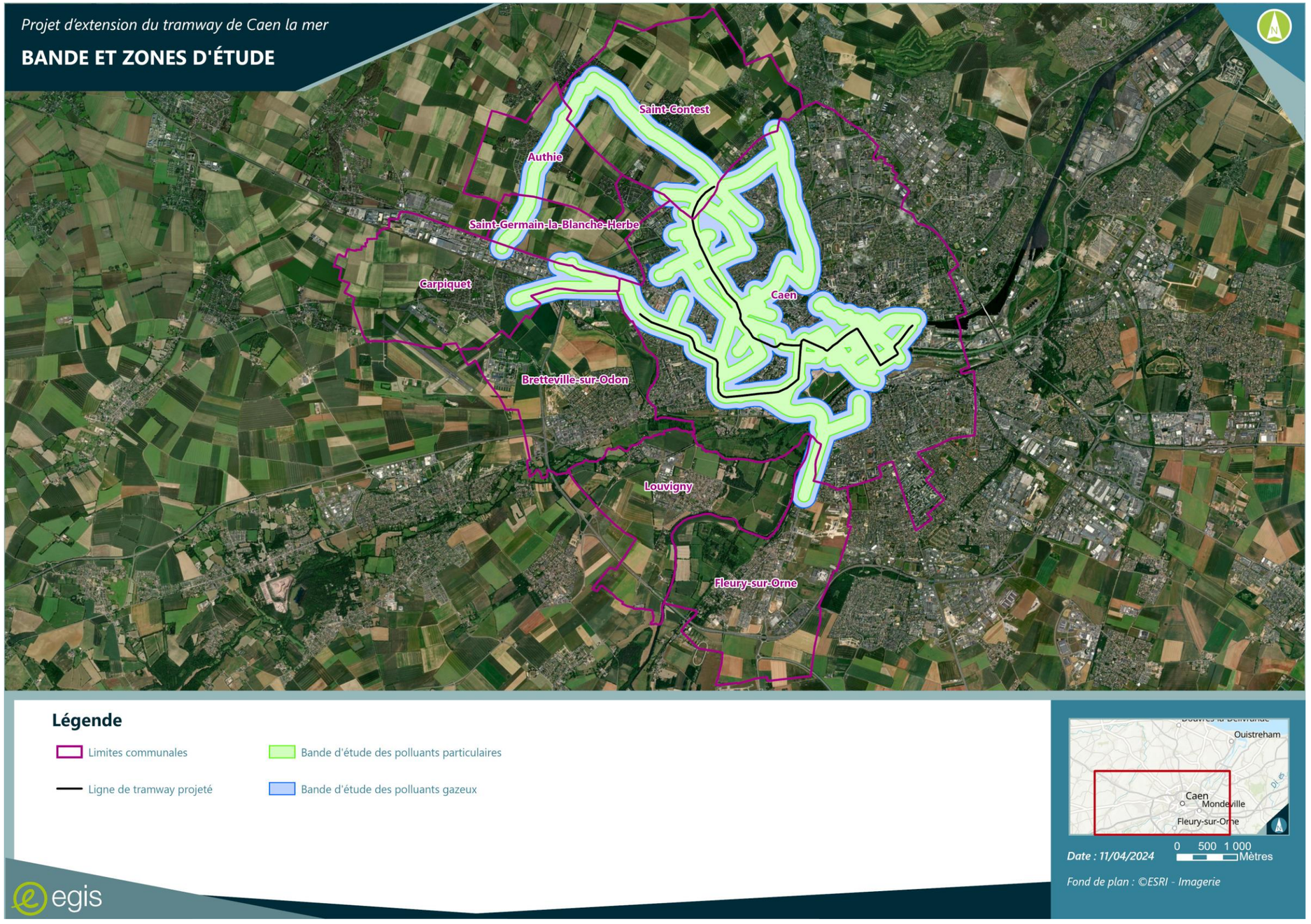
Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

Critères de détermination de la largeur de la bande d'étude

Au regard des données de trafic, la bande d'étude des polluants gazeux possède une largeur de 400 m et est centrée sur l'axe de projet (200 m de part et d'autre de l'axe).

La bande d'étude des polluants particulaires possède une largeur de 200 m et est centrée sur l'axe de projet (100 m de part et d'autre de l'axe).

La zone d'étude (ensemble des communes interceptées par les bandes d'étude) et les deux bandes d'étude sont représentés sur la figure ci-après.



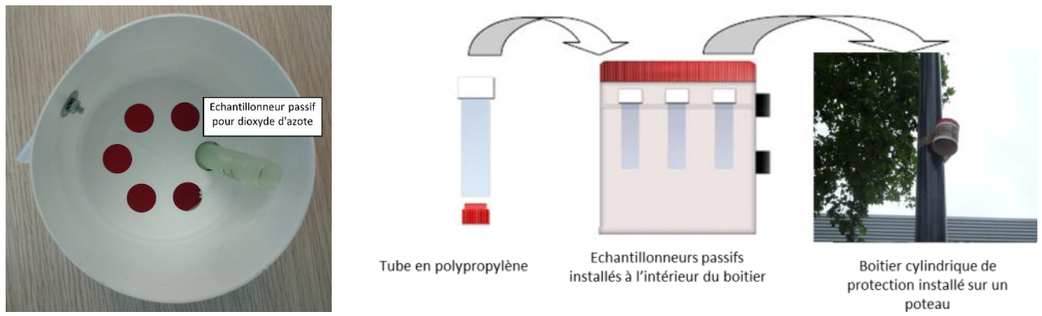
Zone et bandes d'étude de l'étude Air et santé de niveau II (Source : EGIS)

4.1.3. Méthodologie des mesures in-situ de la qualité de l'air

4.1.3.1. Moyens de mesures

Les mesures ont été réalisées par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote. Ces moyens de mesure, peu encombrants et relativement simples à mettre en place, permettent d'instrumenter simultanément un nombre important de sites.

Le principe de l'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre, sur une période donnée, à environ 2-3 mètres de hauteur, des cartouches absorbantes (triéthanolamine pour le dioxyde d'azote) qui, par simple diffusion du polluant dans l'atmosphère, vont piéger celui-ci. La quantité de polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.



Disposition des capteurs de dioxyde d'azote dans le boîtier Source : Egis

Sur chaque site de mesure, les échantillonneurs passifs ont ainsi été exposés au minimum 14 jours, puis rebouchés hermétiquement et analysés en laboratoire (colorimétrie pour le dioxyde d'azote).

Les analyses du dioxyde d'azote ont été réalisées suivant :

- La norme EN 13528 (Qualité de l'air - Échantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs) ;
- La norme EN-14662-5 : 2005 (Qualité de l'air ambiant. Méthode pour le mesurage des concentrations en benzène. Échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption au solvant et d'une chromatographie en phase gazeuse) ;
- La méthode Saltzmann (colorimétrie après réaction avec l'acide sulfanilique et le dichlorate de N-(naphtyl-1) éthylenediamine)[15].

À la suite des 14 premiers jours de prélèvement, les échantillonneurs ont été remplacés par une nouvelle série de capteurs pour, de nouveau, 2 semaines de prélèvement.

La campagne de mesure a ainsi été réalisée du 8 janvier au 5 février 2024.

À l'issue des analyses, une teneur moyenne en polluants pour chaque site de mesure a été établie pour la période d'exposition. Durant la période d'instrumentation, les capteurs ont été placés dans des boitiers afin de les préserver des intempéries. Tous les capteurs ont été installés sur le site le premier jour et retirés le dernier jour afin d'harmoniser les temps d'exposition pour l'ensemble des capteurs.

Les échantillonneurs passifs ont été fournis et analysés par la société PASSAM AG, laboratoire de mesure accrédité EN 45000.

Suivant le laboratoire PASSAM AG qui réalise l'analyse des capteurs passifs à l'issue des campagnes de mesures *in situ*, l'incertitude des mesures par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote est d'environ 23,4 % pour un niveau de concentration dans l'air de 20 – 40 µg/m³.

La limite de quantification pour l'analyse du dioxyde d'azote est < 0,6 µg/m³.

Les mesures par échantillonneur passif ont pour résultats des valeurs moyennes sur la durée d'exposition des capteurs. Ces valeurs permettent ainsi de comparer et de hiérarchiser les sites de mesures instrumentés. Ces résultats peuvent être très différents des concentrations mesurées par analyseurs dynamiques, puisque ces derniers sont soumis aux variations temporelles.

Pour permettre de valider les mesures par échantillonneurs passifs, un capteur passif témoin a été installé au droit de la station ATMO Normandie de Caen Chemin Vert.

4.1.3.2. Conditions météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques observées sur les périodes de mesures permet de mieux apprécier l'influence de celles-ci sur les teneurs mesurées.

La qualité de l'air dépend effectivement à la fois des émissions des différentes sources (industries, transports, tertiaire) et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent…) qui, avec la topographie, influencent le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

Les principes météorologiques reposent principalement sur trois paramètres : le vent, la pluie et la température. Ces trois paramètres ont un effet direct sur la qualité de l'air et la dispersion des polluants.

[15] La méthodologie Passam est reconnue par le Joint Research Centre de la Commission Européenne (JRC) dans le document Review of the Application of Diffusive Samplers for the Measurement of Nitrogen Dioxide in Ambient Air in the European Union de 2009. (http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC51106/reqno_jrc51106_eur_23793.pdf [1].pdf, page 71).

Vent

Le vent intervient autant par sa direction pour orienter les panaches de fumées que par sa vitesse pour déplacer les polluants.

Plus la vitesse du vent est faible et plus les polluants risquent de s'accumuler. Cependant un vent fort et de direction clairement définie peut diriger un panache vers une zone spécifique, et, y concentrer ainsi la pollution. C'est parfois le cas des panaches industriels.

La vitesse du vent augmente généralement avec l'altitude. Ainsi, plus les polluants s'élèvent et plus leur dispersion est facilitée.

Pluie

Les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie notamment pour les poussières et les éléments solubles tel que le dioxyde de soufre (SO2). Les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable, qui favorise une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Les précipitations « lessivent » l'atmosphère. Elles entraînent au sol les polluants les plus lourds.

Températures

La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des composés organiques volatils. Le froid, lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.

La chaleur estivale et l'ensoleillement favorisent les processus photochimiques, comme la formation d'ozone.

Comparaison aux normales

Les normales de vitesses et directions du vent, de températures et de pluviométrie ainsi que les conditions météorologiques (vitesses et directions du vent, températures et pluviométrie) relevées lors de la campagne de mesures sur la station Météo France Caen – Carpiquet (n° 14137001), située sur le site de l'Aéroport de Caen, sont présentées ci-après. Cette station météorologique est située à environ 3,5 km au sud-ouest du projet.

L'analyse des conditions météorologiques normales peut permettre d'anticiper les potentialités de dispersion ou de stagnation des polluants atmosphériques.

Les températures et les précipitations durant la campagne de mesures et les normales climatologiques de la station Météo France Caen – Carpiquet en janvier sont présentées dans le tableau ci-après.

Les températures de la campagne de mesures, légèrement plus froides que les normales, ont pu engendrer une combustion moins bonne des véhicules et de facto des émissions plus importantes. Par ailleurs, les précipitations inférieures aux normales n'ont pas permis le lessivage de l'atmosphère attendu avec les normales. Les conditions météorologiques de températures et de précipitations n'ont donc pas été favorables à la dispersion des polluants atmosphériques.

Paramètres		Campagne de mesure du 08/01 au 05/02/2024	Normales sur 30 ans Mois de janvier
Températures en °C	Minimale	1.7	2.9
	Maximale	8.1	8.3
	Moyenne	4.9	5.6
Précipitations en mm		47.9	63.1

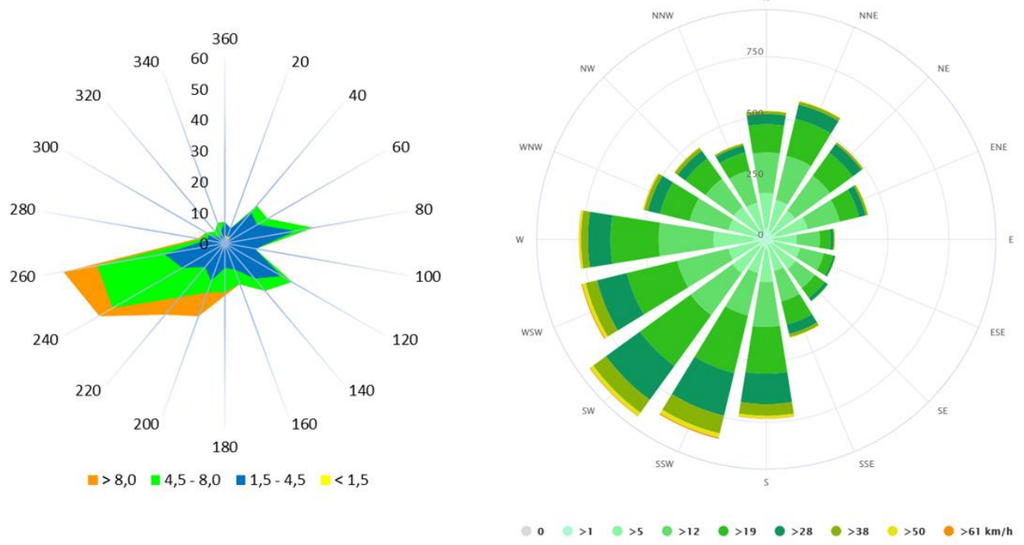
Source : Météo France

Températures et précipitations durant la campagne de mesures

Les vents les plus fréquents et les plus forts, dans le cadre des normales sur 30 ans, sont de secteur Ouest à Sud. Durant la campagne de mesure, les vents les plus forts ont bien été de ce secteur pour environ 53 % des vents.

La vitesse des vents est en majorité faible à modérée (60 % des situations), c'est-à-dire inférieure à 4,5 m/s (16 km/h). Les vents représentent 10 % des situations (hors rafale) et sont tous de secteurs Ouest à Sud.

Dans l'ensemble, les vents ont été plutôt favorables à la dispersion des polluants à partir du 20 janvier et moins favorables en début de campagne de mesures.



Campagne du 8 janvier au 5 février 2024 Normales sur 30 ans

Roses des vents de la campagne de mesures Egis et des normales sur 30 ans pour la station Météo Caen – Carpiquet Source : Météo France – Météo Blue

4.1.4. Méthodologie pour l'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

4.1.4.1. Réseau routier et trafics

Descriptif des trafics

Le réseau routier retenu pour l'étude comprend, d'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA :

- Les voies empruntées par le futur tramway et sur lesquelles il y aura du trafic routier ;
- l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet :
  - Pour un TMJA > 5 000 véh/j, les tronçons dont le trafic varie au minimum de ±10 % à l'horizon de mise en service ;
  - Pour un TMJA < 5 000 véh/j, les tronçons dont le trafic varie au minimum de ±500 véh/j.
- De l'ensemble des projets d'infrastructure routière existants ou approuvés présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont ni impactants pour le projet, ni impactés par celui-ci.

À l'horizon 2023, l'étude porte sur la situation actuelle nommée **État initial** (EI).

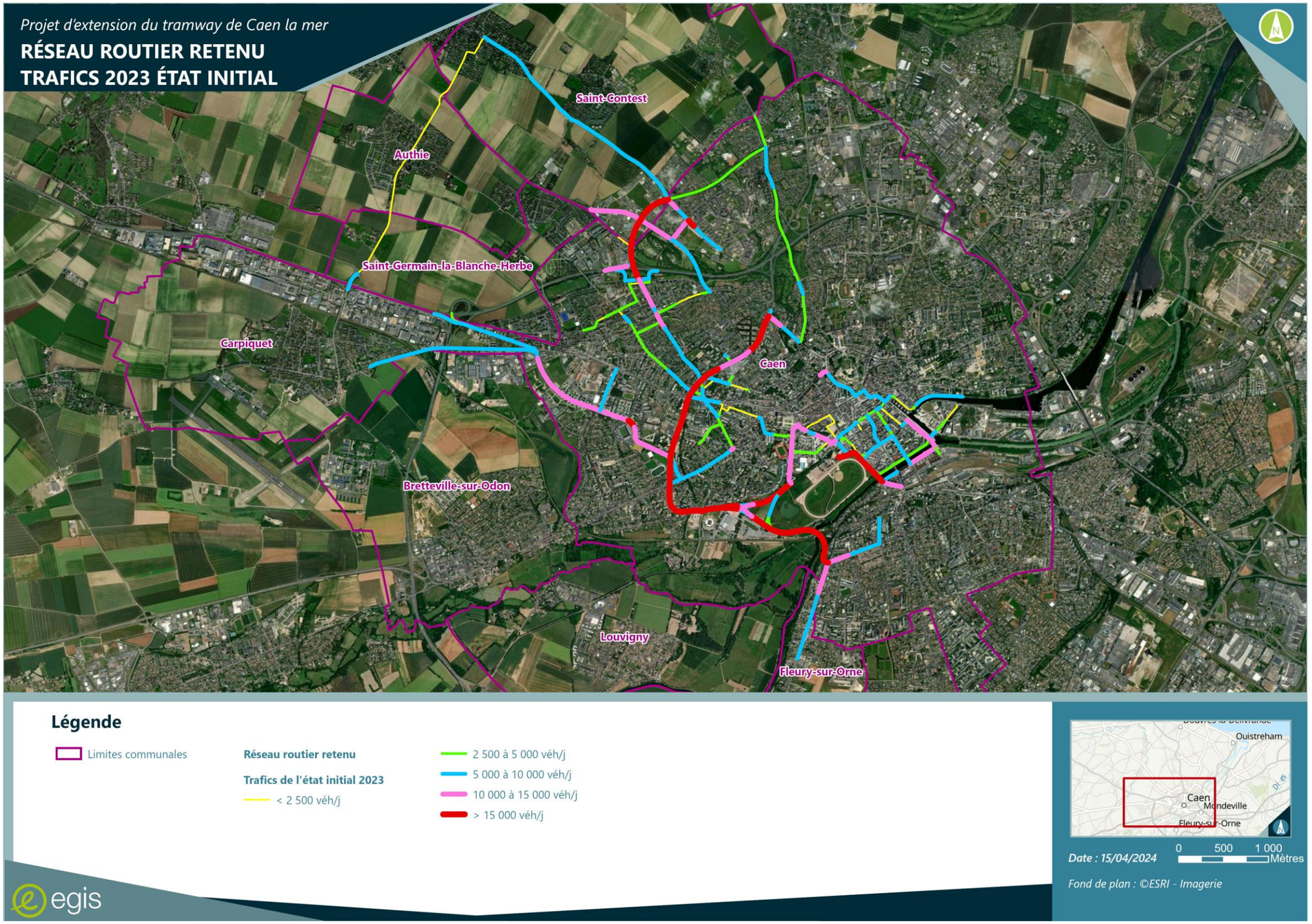
À l'horizon 2028, l'étude porte sur deux situations nommées :

- ***Fil de l'eau pour l'année 2028 (FE2028)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service sans la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer ;
- ***État projeté pour l'année 2028 (EP2028)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

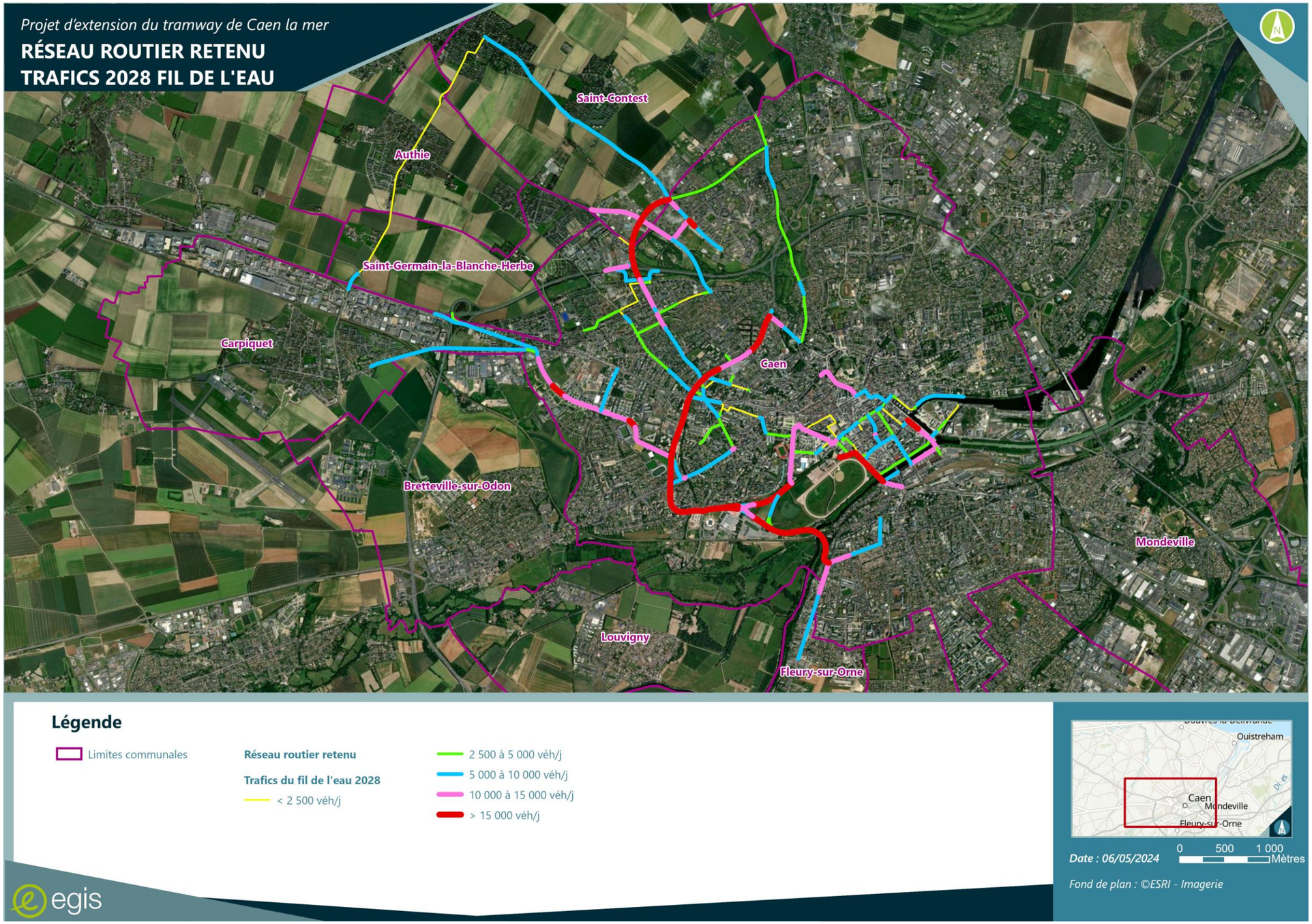
À l'horizon 2048, l'étude porte sur deux situations nommées :

- ***Fil de l'eau pour l'année 2048 (FE2048)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service +20 ans sans la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer ;
- ***État projeté pour l'année 2048 (EP2048)***, à savoir la situation future à l'horizon de la mise en service +20 ans avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer.

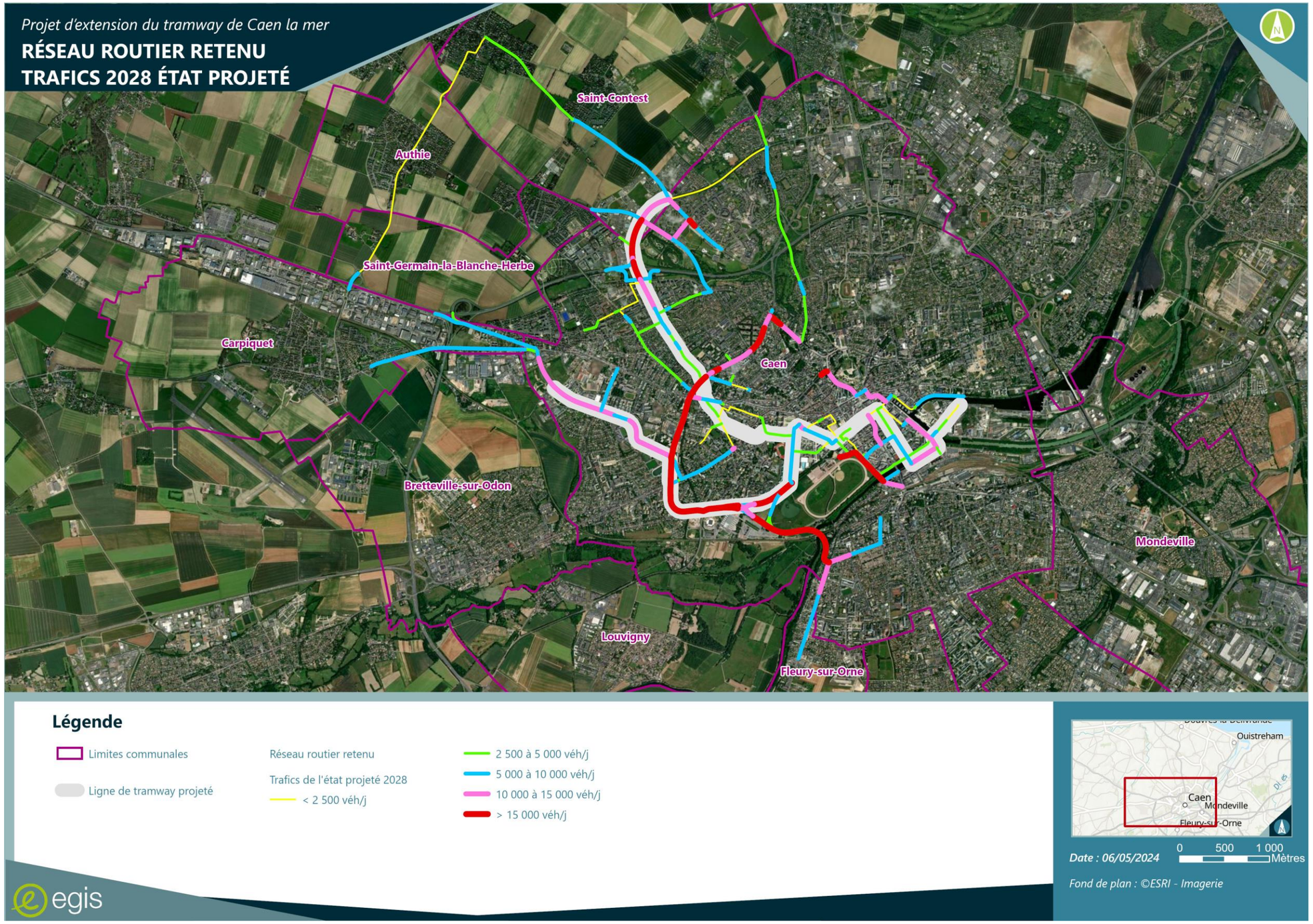
Le réseau routier retenu est présenté sur les figures ci-dessous.



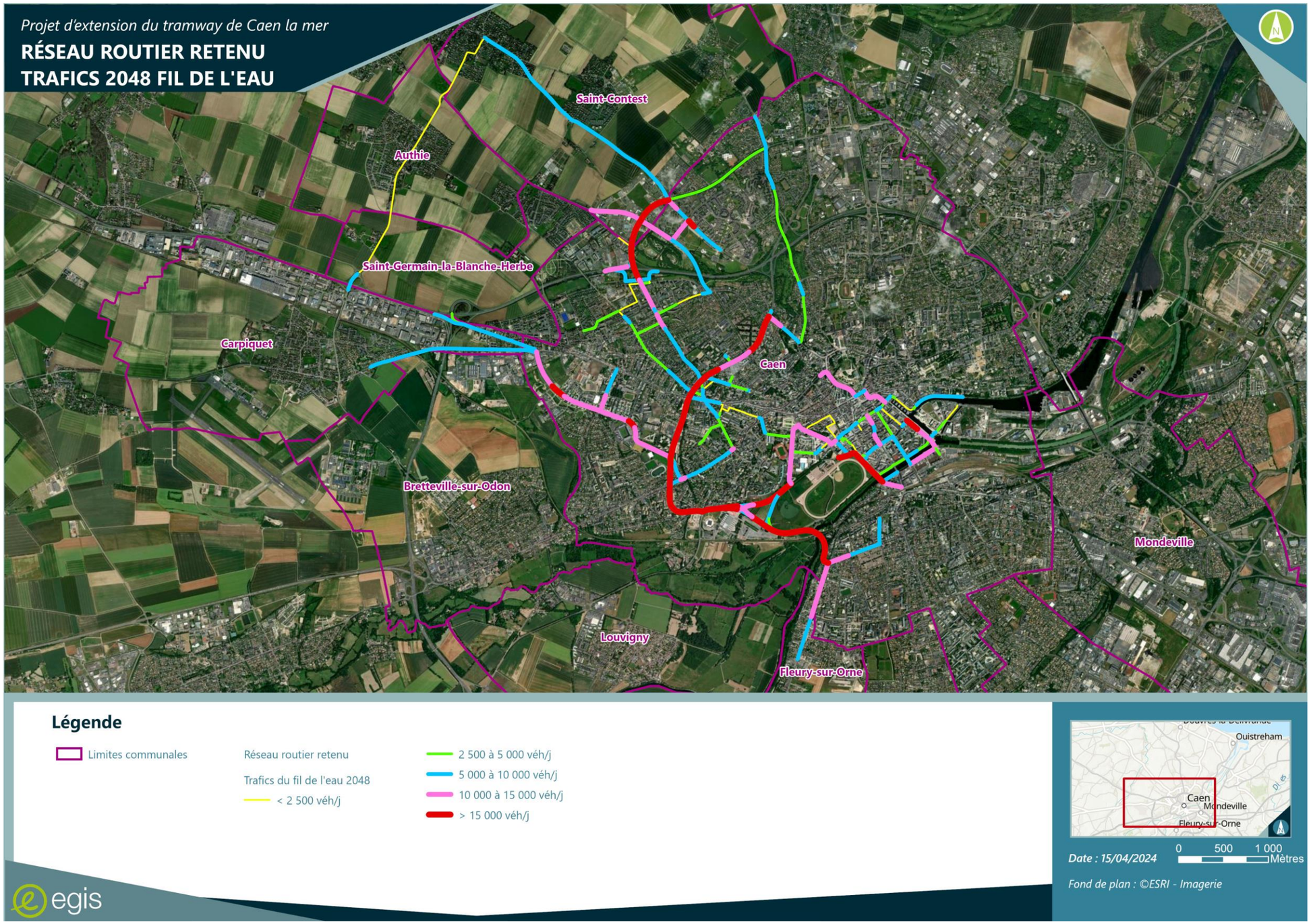
Trafics de l'état initial 2023 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)



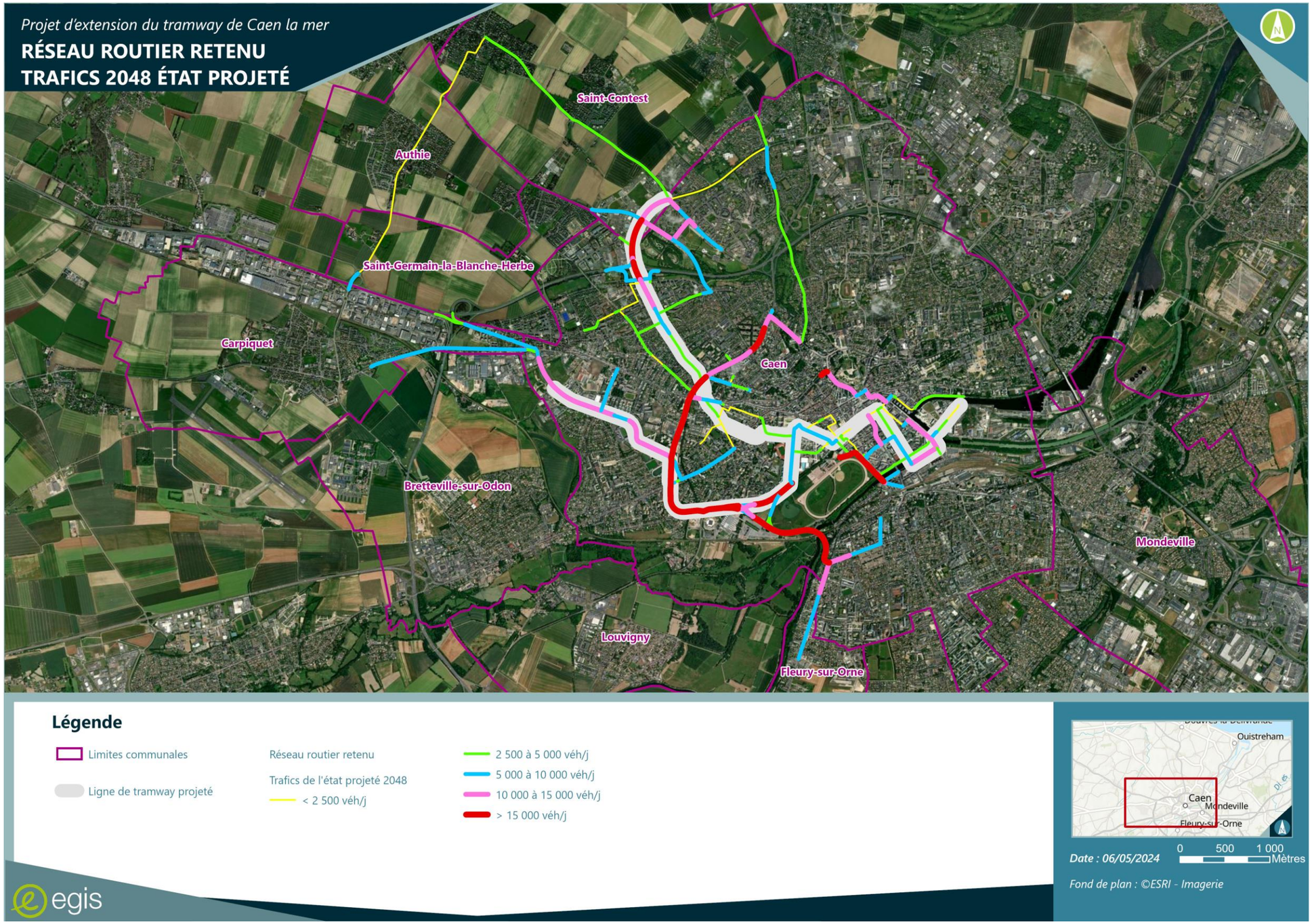
Trafics du fil de l'eau 2028 pour le réseau routier retenu Source : Egis



Trafics de l'état projeté 2028 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)



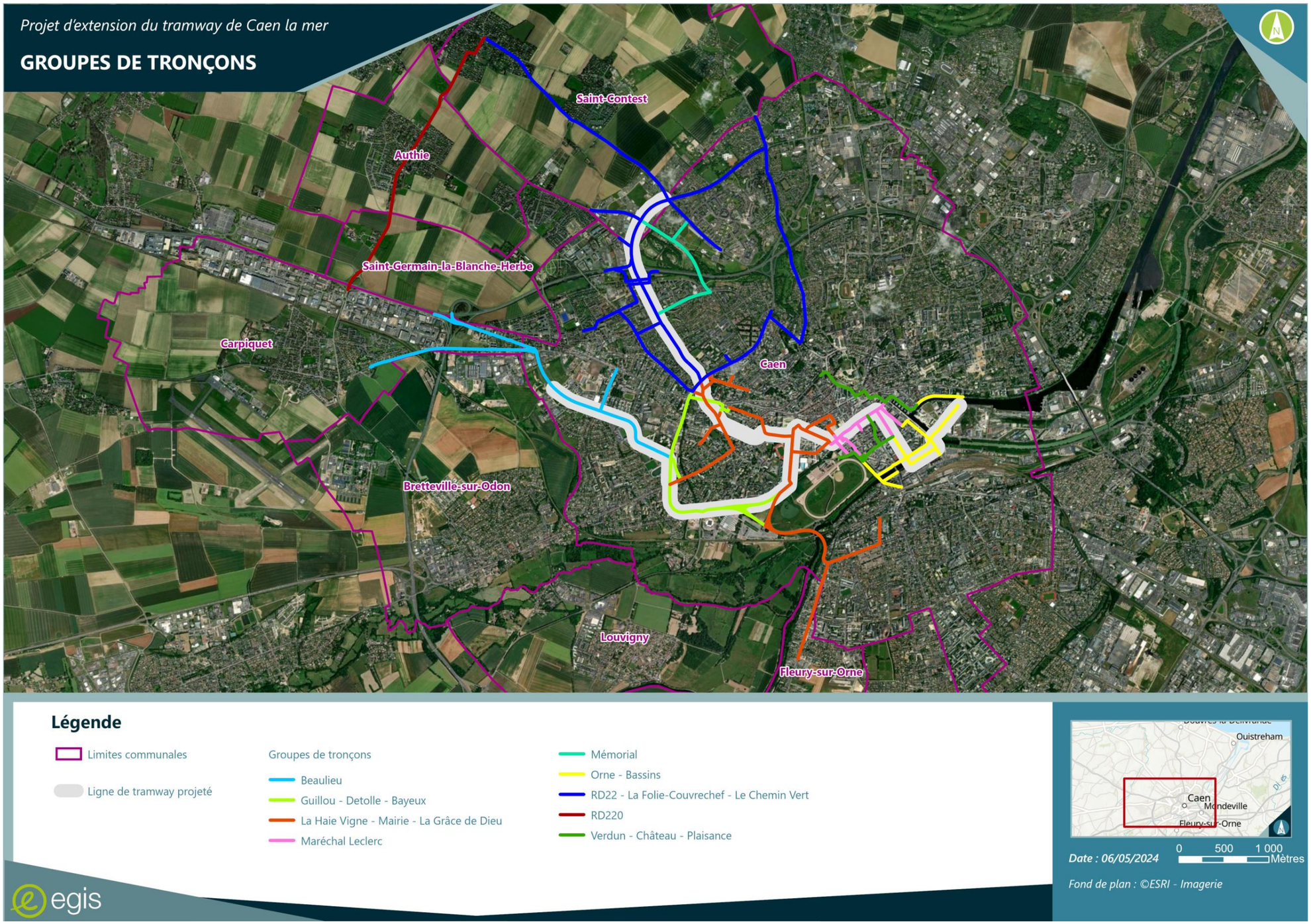
Trafics du fil de l'eau 2048 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)



Trafics de l'état projeté 2048 pour le réseau routier retenu (Source : Egis)

Pour faciliter la compréhension et l'analyse des résultats, l'ensemble des tronçons a été réparti en 9 groupes présentés sur la figure ci-après :

- Le groupe ***Beaulieu*** compte 22 tronçons et un linéaire total de 5,9 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***Guillou – Detolle – Bayeux*** compte 30 tronçons et un linéaire total de 4,4 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***La Haie Vigne – Mairie – La Grâce de Dieu*** compte 74 tronçons et un linéaire total de 9,9 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 69 tronçons et 9,4 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe ***Mémorial*** compte 9 tronçons et un linéaire total de 2,1 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***Maréchal Leclerc*** compte 29 tronçons et un linéaire total de 2,2 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 25 tronçons et 1,8 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe ***Orne – Bassins*** compte 22 tronçons et un linéaire total de 3,8 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert*** compte 88 tronçons et un linéaire total de 16,2 km pour l'état initial et les scénarios sans projet et 87 tronçons et 16,1 km pour les scénarios avec projet ;
- Le groupe ***RD220*** compte 14 tronçons et un linéaire total de 3,3 km pour tous les scénarios ;
- Le groupe ***Verdun - Château - Plaisance*** compte 30 tronçons et un linéaire total de 2,6 km pour tous les scénarios.



Groupes de tronçons (Source : Egis)

Kilométrage parcouru

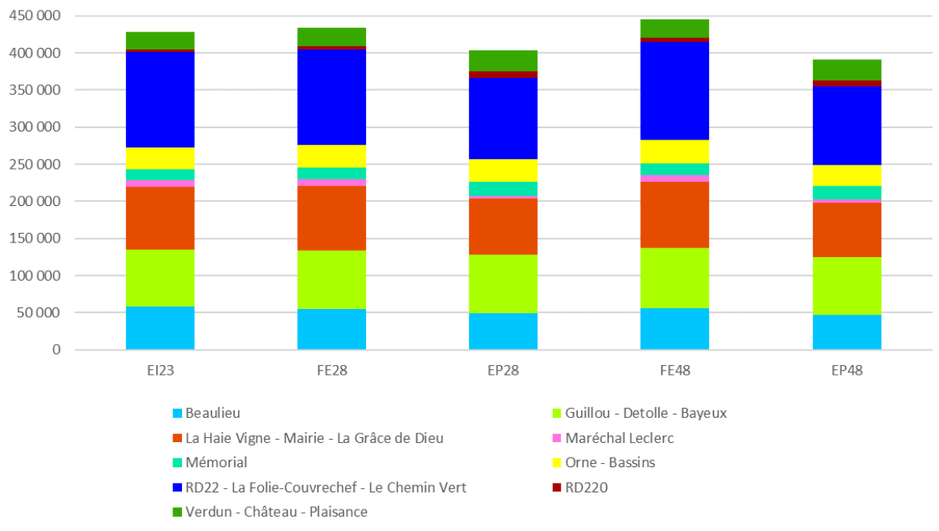
Le kilométrage parcouru[16] pour chacun des scénarios et les évolutions relatives sont présentés dans le tableau ci-dessous. Des évolutions inférieures à plus ou moins 5 % sont considérées comme peu significatives.

Groupes	Kilométrage parcouru					Evolution du kilométrage parcouru			
	EI23	FE28	EP28	FE48	EP48	(FE28-EI23)/EI23	(EP28-FE28)/FE28	(FE48-FE28)/FE28	(EP48-FE48)/FE48
Beaulieu	58 004	54 845	49 284	56 745	47 726	-5%	-10%	3%	-16%
Guillou - Detolle - Bayeux	77 383	79 089	78 873	80 751	76 949	2%	-0.3%	2%	-5%
La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu	84 096	86 793	75 372	89 041	73 911	3%	-13%	3%	-17%
Mémorial	14 899	15 528	18 596	15 573	18 046	4%	20%	0.3%	16%
Maréchal Leclerc	9 005	8 991	4 159	9 193	4 030	-0.2%	-54%	2%	-56%
Orne - Bassins	28 913	30 296	30 249	31 006	28 589	5%	-0.2%	2%	-8%
RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert	128 438	128 829	110 033	132 943	105 607	0.3%	-15%	3%	-21%
RD220	4 243	4 602	8 324	4 754	8 083	8%	81%	3%	70%
Verdun - Château - Plaisance	22 793	24 686	28 608	25 575	28 364	8%	16%	4%	11%
TOTAL	**427 774**	**433 659**	**403 498**	**445 581**	**391 306**	**1%**	**-7%**	**3%**	**-12%**

Source : Egis

Kilométrage parcouru

D'une manière générale, le kilométrage parcouru augmente faiblement entre l'état initial et les scénarios sans projet 2028 et 2048, respectivement +1 % et +3 %, comme le montre la figure ci-dessous. En revanche, le kilométrage parcouru diminue entre les horizons sans projet et les horizons avec projet, davantage pour 2048 (-12 %) que pour 2028 (-7 %).



Évolution du kilométrage parcouru (Source : Egis)

*Comparaison **État initial** 2023 versus **Fil de l'eau** 2028*

Sur la base de ces trafics et sans la réalisation du projet, le kilométrage globalement parcouru entre l'État initial 2023 et le Fil de l'eau 2028 augmenterait de +1 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Diminution faible pour le groupe Beaulieu (-5 %) ;
- Évolution non significative pour les groupes Maréchal Leclerc (-0,2 %) et RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (+0,3 %) ;
- Augmentation faible pour 6 groupes : Guillou - Detolle - Bayeux (+2 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (+3 %), Mémorial (+4 %), Orne – Bassins (+5 %), RD220 (+8 %) et Verdun - Château - Plaisance (+8 %).

*Comparaison **Fil de l'eau** 2028 versus **Fil de l'eau** 2048*

Sur la base de ces trafics et sans la réalisation du projet, le kilométrage globalement parcouru entre le Fil de l'eau 2028 et le Fil de l'eau 2048 augmenterait de +3 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Évolution non significative pour le groupe Mémorial (+0,3 %) ;
- Augmentation faible pour 8 groupes : Guillou - Detolle – Bayeux, Maréchal Leclerc et Orne – Bassins (+2 %), Beaulieu, La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu, RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert et RD220 (+3 %) et Verdun - Château - Plaisance (+4 %).

*Comparaison **Fil de l'eau** 2028 versus **État projeté** 2028*

Sur la base de ces trafics et avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer, le kilométrage parcouru entre le Fil de l'eau 2028 et l'État projeté 2028 diminuerait de -7 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Diminution très forte pour le groupe Maréchal Leclerc (-54 %) ;
- Diminution modérée pour 3 groupes : RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (-15 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (-13 %) et Beaulieu (-10 %) ;
- Évolution non significative pour 2 groupes : Guillou - Detolle – Bayeux (-0,3 %) et Orne – Bassins (-0,2 %) ;
- Augmentation modérée pour 2 groupes : Verdun - Château - Plaisance (+16 %) et Mémorial (+20 %) ;
- Augmentation très forte pour le groupe RD220 (+81 %).

[16] Le kilométrage parcouru correspond, pour un tronçon donné, au produit du trafic (TMJA) et de la distance parcourue.

*Comparaison **Fil de l'eau** 2048 versus **État projeté** 2048*

Sur la base de ces trafics et avec la réalisation du projet d'extension du tramway de Caen la mer, le kilométrage parcouru entre le Fil de l'eau 2048 et l'État projeté 2048 diminuerait de -12 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, le kilométrage parcouru présente les évolutions suivantes en fonction des groupes de tronçons :

- Diminution très forte pour le groupe Maréchal Leclerc (-56 %) ;
- Diminution modérée pour 3 groupes : RD22 - La Folie-Couvrechef - Le Chemin Vert (-21 %), La Haie Vigne - Mairie - La Grâce de Dieu (-17 %) et Beaulieu (-16 %) ;
- Diminution faible pour 2 groupes : Orne – Bassins (-8 %) et Guillou - Detolle – Bayeux (-5 %) ;
- Augmentation modérée pour 2 groupes : Verdun - Château - Plaisance (+11 %) et Mémorial (+16 %) ;
- Augmentation très forte pour le groupe RD220 (+70 %).

4.1.4.2. Évaluation des émissions routières

Les émissions routières ont été évaluées selon la méthodologie COPERT (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Transport), dans sa version **COPERT 5**.

Le développement de COPERT est réalisé par EMISIA SA pour l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA) dans le cadre du consortium European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation.

Cette méthodologie comprend une bibliothèque de facteurs d'émissions unitaires qui expriment la quantité de polluants émis par un véhicule donné, sur un parcours donné d'un kilomètre, pour une année donnée. Ces facteurs d'émissions unitaires, exprimés en g/km, sont fonction de la catégorie du véhicule (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, bus, etc.), de son mode de carburation (essence, diesel), de sa cylindrée (ou de son poids total autorisé en charge pour les poids lourds), de sa date de mise en circulation (normes Euro) et de son âge, de sa vitesse et des conditions de circulation. Toutes ces caractéristiques sont déterminées par des parcs roulants. Pour déterminer ces émissions unitaires, des mesures des émissions sont effectuées en laboratoire pour différents cycles représentatifs de conditions réelles de circulation.

Concernant les particules, le calcul des émissions tient compte des émissions à l'échappement, ainsi que de celles provenant de l'abrasion des freins, des pneus, des routes. Actuellement, la méthodologie COPERT 5 n'inclue pas la mise en re suspension des particules (PM10 et PM2,5).

Les parcs retenus sont les parcs roulants de l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) de 2023, de 2028 et de 2048. Ces parcs ont été conçus à partir de travaux de recherche du début des années 2000 et sont régulièrement mis à jour. La dernière mise à jour a été réalisée en 2022 et couvre une période qui s'étend de 1970 à 2050[17].

Les parcs de l'IFSTTAR sont adaptés à la structure de calcul des émissions de l'outil COPERT 5.

L'évaluation des émissions routières reposent sur trois critères spécifiques présentant chacun un certain nombre d'incertitudes :

- Le trafic routier retenu sur le réseau routier étudié ;
- Les facteurs d'émissions sont incertains ou agrégés et ne prennent pas en compte avec assez de précision les spécificités locales (conditions météorologiques, topographie et état des routes, etc.) ou unitaires des véhicules (entretien, type de conduite, etc. ;
- Les parcs roulants sont représentatifs des données nationales et ne considèrent pas les spécificités d'ancienneté, de typologie et d'usage relatives à la sectorisation géographique (Paris et les petites et grandes couronnes franciliennes vs les secteurs ruraux hors agglomération, par exemple). Par ailleurs, les parcs prévisionnels reposent sur des anticipations statistiquement probables mais souvent altérées a posteriori par des évolutions conjoncturelles, politiques et sociétales.

Le cumul de ces incertitudes doit conduire à utiliser les valeurs déterminées avec prudence en favorisant davantage une analyse relative des résultats plutôt qu'une analyse absolue.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, **la méthodologie COPERT constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.**

4.1.4.3. Évaluation des teneurs en polluants

La dispersion des polluants et l'évaluation de leurs concentrations dans l'air ambiant ont été réalisées avec le modèle ADMS Roads v.5. Ce logiciel est un modèle de dispersion atmosphérique gaussien, dit de seconde génération, qui repose sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine de la qualité de l'air.

Utilisé, reconnu et validé en France et à l'international (plus de 1 000 utilisateurs), il bénéficie des résultats d'un groupe de chercheurs de Cambridge, le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), qui le développent depuis 1993. Il permet d'évaluer les teneurs des polluants réglementés en prenant en compte les effets complexes impliqués dans la dispersion atmosphérique : l'influence de la topographie, les effets « canyon », la description verticale de la turbulence atmosphérique, la nature des sols (rugosité), les phénomènes météorologiques complexes.

Ce modèle permet ainsi de répondre de manière complète à l'objectif de l'étude : estimation des concentrations moyennes annuelles, comparaison aux valeurs seuils définies dans la réglementation et estimation de l'exposition de la population.

[17] En l'absence de parc roulant disponible pour l'année 2055, le parc roulant 2050 a été retenu.

Les données météorologiques utilisées reposent sur des systèmes standards de métrologie utilisées par les acteurs mondiaux de ce secteur, dont Météo France, en particulier, pour le territoire français. Cette métrologie est effectuée avec des équipements régulièrement contrôlés et calibrés afin de réduire la plus possible l'incertitude liée aux mesures.

Toutefois, les données météorologiques mesurées en un point donné ne peuvent être strictement représentatives que de ce site, sur le plan géographique, et que lors des mesures, sur le plan temporel. Étendre les valeurs mesurées à des sites proches et de nature similaire, de même qu'extrapoler les mesures à des périodes (jours, mois, année) crée obligatoirement une approximation, toutefois acceptable dans la présente étude.

Par ailleurs, ces données météorologiques fluctuent d'une année sur l'autre et les données d'une année particulière ne sauraient refléter le changement climatique en cours, ni anticiper sur les conditions météorologiques des années de mise en service (2028) et de mise en service + 20 ans (2048). L'usage d'un contexte météorologique identique pour les cinq scénarios crée donc un biais par rapport à la réalité, mais permet d'optimiser la comparaison de ces scénarios en s'affranchissant du critère météo.

Au-delà de l'incertitude liée à la météorologie retenue, les modèles gaussiens (dont ADMS, utilisé pour cette étude) présentent des limites pour les secteurs très proches des sources du fait de la turbulence importante inhérente à la création du panache de pollution et pour les secteurs très éloignés pour lesquels les proportions très faibles des polluants dans l'air sont difficilement quantifiables.

Dans les paramètres principaux utilisés par les modèles gaussiens, outre les émissions évoquées au paragraphe précédent et la météorologie (vent, stabilité atmosphérique) mentionnée ci-dessus, la rugosité a un rôle important. Elle permet de définir l'interaction des types de sol sur les écoulements des flux d'air : une surface importante d'eau (mer, lac) entravera très peu les déplacements des masses d'air, a contrario une futaie élevée ou les bâtiments d'une ville perturberont fortement les mouvements d'air et par conséquent la dispersion des polluants. Le plus souvent, une rugosité moyenne est retenue pour les modélisations de dispersion des polluants (c'est le cas dans la présente étude), mais la différenciation des typologies des sols peut s'avérer nécessaire pour des zones d'étude dont l'occupation des sols est très disparate, en termes de valeurs de rugosité. Mais quelle que soit la méthodologie retenue de détermination de la rugosité, l'approche demeure globale et ne tient pas compte précisément de l'échelle locale (haies, bâtiments, etc.).

Un autre critère, spécifique à ADMS, peut engendrer une nouvelle incertitude pouvant parfois être très importante. Il s'agit de la non-prise en compte des vents calmes (< 0.75 m/s) dans les calculs de modélisation. Dans certains contextes géographiques, cette proportion d'observations peut être majoritaire et conséquemment altérer les résultats de la dispersion. La version d'ADMS utilisée permet néanmoins de prendre en compte ces situations de vents calmes en utilisant des niveaux moyens de vents au droit des effluents.

Enfin, les valeurs de fond retenues pour les polluants proviennent de l'analyse des campagnes de mesure par capteurs passifs et également des valeurs mesurées par l'AASQA locale pour les polluants et les stations disponibles. Le report des incertitudes lié aux mesures est ainsi transféré sur les évaluations des concentrations.

Comme pour les calculs d'émissions, les différentes incertitudes précisées ci-dessus ne permettent de pouvoir afficher avec exactitude des niveaux de concentration des polluants dans l'atmosphère. L'analyse permettra toutefois une analyse relative précise et juste entre les scénarios étudiés.

Les conditions d'utilisation du modèle et les paramètres retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans le tableau ci-après.

Résolution

La grille de calcul se compose d'un maillage régulier fin sur l'agglomération de Caen de 5 850 points, soit une résolution de 100 m.

À proximité des axes routiers, ce maillage a été affiné avec l'ajout de 4 696 points de maillage placés sous forme de transects de part et d'autre du linéaire étudié pour l'état initial 2023 (4 696 points), les fils de l'eau 2028 et 2048 (4 696 points) et les états projetés 2028 et 2048 (4 904 points).

Les teneurs en polluant ont été évaluées en chaque point de cette grille.

Nature des sols

La nature des sols peut influencer la progression des panaches de polluants.

Dans le cadre de cette étude, la nature des sols a été caractérisée par une rugosité de 0,5 mètre sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette rugosité correspond à des zones urbaines à périurbaines.

Topographie

Compte tenu du relief peu marqué sur la zone d'étude, la topographie du site n'a été prise en compte dans le calcul de la dispersion atmosphérique.

Caractéristiques des polluants étudiés

Les polluants de type gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et benzène, etc.) ont été assimilés à des gaz passifs. Les particules et les métaux lourds ont été assimilés à des particules d'une densité de 5 000 kg/m^3 et de diamètres respectifs 10 µm et 2,5 µm.

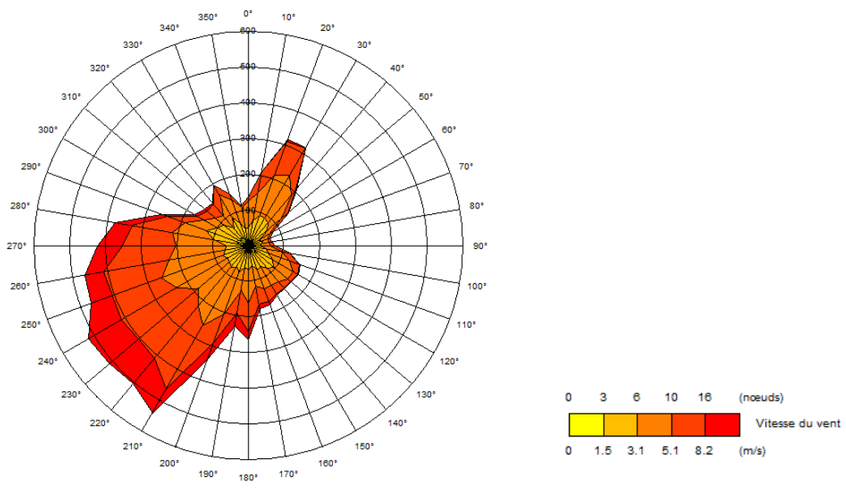
Teneurs de fond

Les teneurs de fond retenues correspondent aux teneurs moyennes de fond urbain mesurées en 2022 par Atmo Normandie à la station de Caen Chemin Vert.

- Dioxyde d'azote : 11,6 µg/m^3
- Particules PM_{10} : 13,7 µg/m^3
- Particules $PM_{2,5}$: 8,8 µg/m^3

Météorologie

Afin de décrire au mieux les conditions de dispersion, l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant s'est appuyée sur les données météorologiques tri-horaires (température, direction et vitesse du vent, nébulosité pour appréhender la stabilité Atmosphérique) relevées sur la station Météo France de Caen Carpiquet pour l'année 2023, année représentative des moyennes saisonnières.



Rose des vents pour la station de Caen Carpiquet - année 2023

Source : Egis - Météo France

Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique dans ADMS Roads

4.1.5. Méthodologie pour l'évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui permet la comparaison de différents horizons d'étude et différentes variantes de tracé eu égard à leurs impacts sur l'exposition potentielle de la population présente dans la bande d'étude. Il intègre ainsi, dans un même critère, les teneurs en polluants et la population potentiellement exposée.

L'IPP consiste à croiser les données de population avec les données de qualité de l'air (les teneurs en polluants issues des résultats du modèle de dispersion), afin d'obtenir une distribution spatiale de la population potentiellement exposée.

Il convient de préciser que cet indicateur s'utilise comme une aide à la comparaison de situation. Il n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique.

Le polluant retenu pour l'évaluation de l'IPP est le dioxyde d'azote.

Dans le cadre de cette étude, l'IPP a été évalué à l'horizon 2023 (***État initial 2023***), à l'horizon de mise en service 2028 (***Fil de l'eau 2028*** et ***État projeté 2028***) et à l'horizon lointain 2048, correspondant à la mise en service + 20 ans (***Fil de l'eau 2048*** et ***État projeté 2048***), conformément à la note technique du 22 février 2019 et au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA.

Le calcul de l'IPP est soumis aux incertitudes relatives aux calculs de dispersion des polluants et aux incertitudes relatives au dénombrement des populations. Enfin, il a été considéré pour ces calculs que l'ensemble de la population est situé au niveau du sol. Les résultats sont donc surestimés.

4.2. ÉTUDE ACOUSTIQUE

Une étude acoustique dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par le groupement CSTB-ORFEA Acoustique en 2023-2024.

4.2.1. Généralités

4.2.1.1. Méthode de calcul prévisionnel

Le calcul des niveaux sonores en tout point du site étudié s'appuie sur une méthode de calcul prévisionnel conforme aux exigences des réglementations actuelles.

Cette méthode de calcul prend en compte le bâti, la topographie du site, les données acoustiques des trafics routiers et ferroviaires, ainsi que tous les phénomènes propres à la propagation des ondes sonores (réflexion, absorption, effets météorologiques, etc.).

4.2.1.2. Logiciel de calcul prévisionnel : CadnaA

Le logiciel CadnaA, conçu par DATAKUSTIK permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur.

Les méthodologies utilisées sont conformes aux recommandations de la Commission Européenne du 6 août 2003 « *relative aux lignes directrices sur les méthodes provisoires révisées de calcul du bruit du trafic routier* ».

Remarques importantes

La modélisation d'un site dans l'environnement a des limites. La prise en compte de certains facteurs dans les différents modèles, comme les trafics, la météo, l'absorption du sol et des bâtiments sont des paramètres moyennés conformément à la réglementation (pour les trafics et la météo) ou sont des contraintes imposées par le logiciel de calcul lui-même (absorption du sol et des bâtiments).

De plus, les trafics simulés se basent sur un spectre de bruit[18] moyen et par conséquent ne tient pas compte des différences entre les véhicules (différence d'autant plus importante en milieu urbain à vitesse relativement réduite où le bruit moteur est prédominant).

Outre les contraintes liées à la réglementation et aux limites du logiciel, ORFEA Acoustique ne maîtrise pas la précision des données apportées par le Maître d'ouvrage comme la topographie (courbes de niveaux et points altimétriques) et l'emprise des bâtiments.

Une modélisation n'est qu'une approche de la réalité. Par conséquent, des écarts sont à prévoir entre les mesures sur le terrain et les calculs lors de la modélisation.

4.2.2. Données d'entrée de la modélisation

4.2.2.1. Le terrain

Les levés topographiques sont issus du RGE ALTI de l'IGN.

4.2.2.2. Les Infrastructures de transports

Les tracés des infrastructures existantes sont issus de la BDTOPO de l'IGN.

Les tracés futurs ont été transmis par TRANSAMO le 29/03/2024.

4.2.2.3. Le bâti et protections actuelles

Les emplacements, le type et la hauteur des bâtiments et des protections actuelles sont issus de la BDTOPO de l'IGN, complétée d'un repérage in-situ et par examen de vues aériennes.

4.2.2.4. Méthode de prévision du bruit routier

La modélisation CadnaA utilise la méthode française de prévision du bruit routier NMPB-2008.

4.2.2.5. Nature du revêtement

Le type de revêtement intervient sur la puissance acoustique des sources et sur la forme du spectre (répartition en fréquence) du bruit routier. Un revêtement classique de type R2 a été retenu dans l'étude.

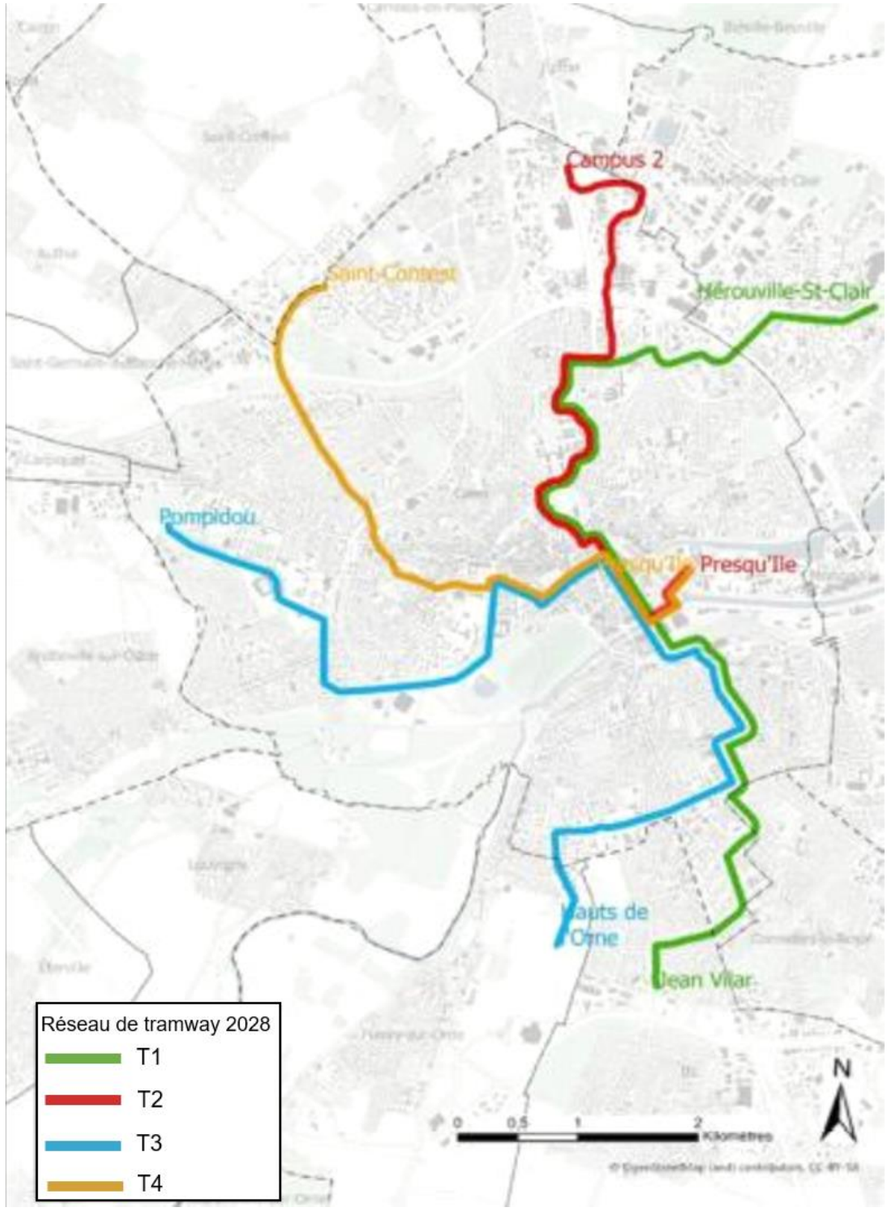
4.2.2.6. Trafic et type de circulation

Pour l'état actuel, les données de trafic moyen journalier annuel (TMJA) sur les voies sont issues :

- Prioritairement à partir des données trafic moyen journalier ouvrable (TMJO) issues d'une semaine de comptage routier effectué par CD VIA en septembre 2023. Le TMJA est alors calculé en considérant qu'il correspond à 0,92 TMJO ;
- Pour les voies non concernées par des comptages hebdomadaires, à partir de données de trafic utilisées pour l'établissement des Cartes de Bruit Stratégiques (CBS) réalisées en 2019 par ORFEA Acoustique pour Caen la mer ;
- En dernier lieu, à partir des données mesurées par ORFEA Acoustique sur 24h en 2023, jugées représentatives du TMJA.

[18] Le spectre de bruit d'un véhicule peut être vu comme sa signature acoustique

Les trafics prévisionnels des différentes lignes de tramway et leurs fréquences de passage considérés sont les suivants.



Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T1	Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T2	Lundi à vendredi	30	20	8	8	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T3	Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Ligne	Période	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	00h
T4	Lundi à vendredi	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Samedi	30	30	30	20	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	15	30	30	30	30
	Dimanche				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Lundi à vendredi - été	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30
	Samedi - été	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30

Pour les valeurs d'émission acoustique du tramway, les données sont issues de mesures in-situ réalisées sur un autre site, conformément à la norme ISO3095 (à 7,5m de la voie pour une vitesse de référence de 50 km/h, selon deux hauteurs).

Les valeurs en tiers d'octave sont présentées dans le tableau suivant :

Hauteur	1.2m	3.5m
31,5 Hz	24,8	23,9
40 Hz	25,0	24,2
50 Hz	28,8	28,0
63 Hz	31,6	30,1
80 Hz	34,1	32,8
100 Hz	36,6	38,8
125 Hz	39,2	41,9
160 Hz	52,4	53,4
200 Hz	51,6	52,9
250 ,Hz	54,4	54,2
315 Hz	59,0	56,4
400 Hz	60,1	57,4
500 Hz	60,3	58,9
630 Hz	66,6	64,9
800 Hz	66,9	66,5
1000 Hz	69,5	70,8
1250 Hz	70,5	69,2
1600 Hz	68,4	65,3
2000 Hz	65,3	65,1
2500 Hz	68,2	72,2
3150 Hz	64,2	65,5
4000 Hz	63,5	63,8
5000 Hz	60,1	60,2
Global	**78 dBA**	**78 dBA**

4.2.2.7. Nature du sol

D'après la réglementation, l'effet de sol doit être pris en compte et entre dans le modèle de prévision du bruit.

Sur le périmètre d'étude, la nature d'occupation du sol est issue du référentiel externe Corinne Land Cover (CLC). Les revêtements routiers sont considérés comme réfléchissants et les surfaces en eau très réfléchissantes.

4.2.2.8. Conditions météorologiques

Est défini par « occurrence » le pourcentage de long terme traduisant les conditions favorables à la propagation sonore. En effet, il donne une représentation moyenne de la situation météorologique du site étudié pour des variations des gradients de température et du vent.

Le modèle a été calé suivant les conditions météorologiques représentatives du jour des mesures.

Pour les situations aux horizons 2028 et 2048 avec et sans projet et conformément à la méthode de calcul NMP2008, les valeurs d'occurrences de Caen (préenregistré dans CadnaA) ont été utilisées.

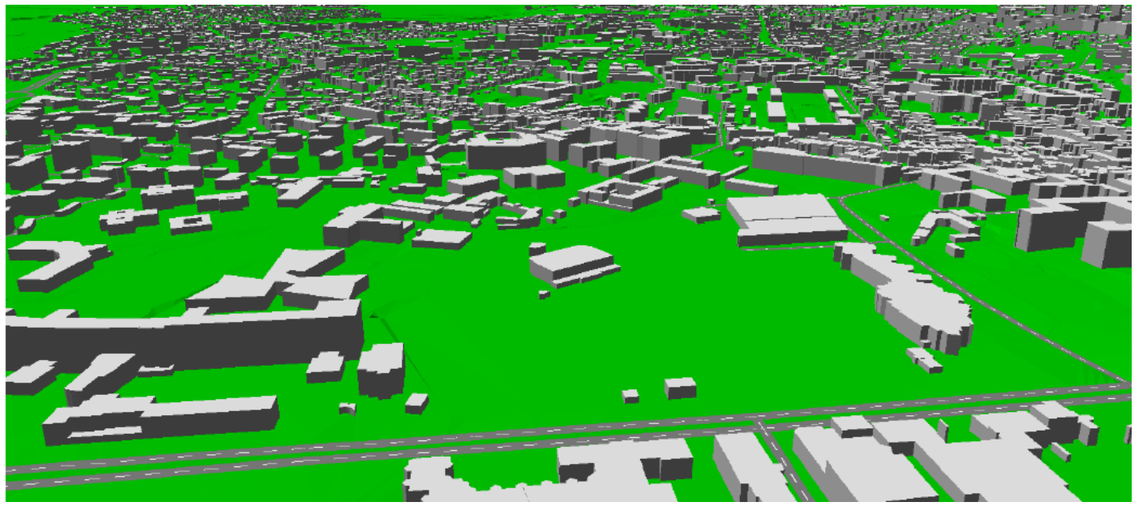
Pays: France

Valeurs d'occurrences météo. favorables : Caen (3)

	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
Jour:	33	29	28	29	29	31	34	39	45	50	55	56	55	54	52	49	44	39
Soir:	58	51	50	49	47	44	42	41	44	50	56	57	58	62	64	68	68	64
Nuit:	39	33	33	33	34	37	42	49	55	63	69	71	70	68	66	60	54	47

4.2.2.9. Création du modèle

L'illustration suivante représente le modèle créé en lien avec l'état initial :



Vue 3D de la modélisation informatique

4.2.3. Validation du modèle informatique

Conformément au Manuel du Chef de Projet du guide « Bruit et études routières » publié par le CERTU/SETRA, un modèle est représentatif de la réalité lorsque l'écart entre le calcul et la mesure est inférieur ou égal à 2.0 dB(A).

Le modèle a été calé sur les indicateurs LAeq Jour et LAeq Nuit. Les valeurs sont présentées arrondies au dixième.

Point de mesure	Niveau mesuré et recalé TMJ S13 2022 en dB(A)		Niveau simulé TMJ S13 2022 en dB(A)		Delta Différence entre niveau simulé et niveau recalé	
	L_{Aeq} Jour	L_{Aeq} Nuit	L_{Aeq} Jour	L_{Aeq} Nuit	L_{Aeq} Jour	L_{Aeq} Nuit
LD1	66,8	57,2	67,0	56,8	0,2	-0,4
LD2	54,8	45,0	56,8	46,8	2,0	1,8
LD3	67,4	58,3	69,0	58,1	1,6	-0,2
LD4	63,0	54,4	64,5	53,8	1,5	-0,6
LD5	63,3	56,6	64,7	56,2	1,4	-0,4
LD6	64,8	56,3	66,2	57,8	1,4	1,5
LD7	60,4	49,2	62,2	51,8	1,8	2,6
LD8	52,1	33,5	53,3	44,6	1,2	11,1
LD9	49,3	38,8	51,3	41,9	2,0	3,1
LD10	58,4	48,8	59,5	50,6	1,1	1,8
LD11	53,5	42,5	55,5	45,4	2,0	2,9
LD12	54,1	44,5	56,1	44,9	2,0	0,4
LD13	57,9	48,0	59,9	49,2	2,0	1,2
LD14	49,0	36,4	50,1	39,8	1,1	3,4
LD15	62,5	55,1	64,3	56,4	1,8	1,3
LD16	59,5	53,6	59,5	50,2	0,0	-3,4

Détail du calage du modèle numérique

L'écart entre la période nuit et la période jour étant supérieur à 5 dB(A), c'est la période jour qui est dimensionnante.

Dans la majorité des cas, l'écart apparaît inférieur à 2,0 dB(A).

Dans tous les cas, les écarts sont dus à la prise en compte de plusieurs paramètres :

- Les incertitudes des mesures selon la classe de l'appareil de mesure utilisé ;
- Les incertitudes liées aux conditions météorologiques lors de l'intervention ;
- Les incertitudes de recalage sur les mesures ;
- Les approximations effectuées pour les calculs du logiciel ;
- Certains points sont relativement éloignés des voies et subissent l'influence d'autres sources de bruit, non prises en compte dans la simulation. Cet aspect n'est pas préjudiciable pour les résultats puisque la modélisation porte essentiellement sur les infrastructures prédominantes ;
- Certains obstacles ne sont pas pris en compte dans la modélisation. C'est le cas de certaines murettes par exemple.

Le modèle est donc globalement cohérent avec les niveaux mesurés et est suffisamment représentatif de la réalité. Il est donc validé.

4.3. ÉTUDE VIBRATOIRE

Une étude vibratoire dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par le groupement CSTB-ORFEA Acoustique en 2023-2024.

L'étude du risque des impacts vibratoires porte sur l'ensemble des bâtiments riverains du projet (présents sur une bande de 120 m de large autour du tracé de la future ligne de tramway).

Pour chaque bâtiment, l'étude évalue les niveaux vibratoires et les niveaux de bruit solidien émis, puis sélectionne la typologie de solutions antivibratiles nécessaire au respect des objectifs du projet. Ces différentes étapes ont permis une première évaluation des niveaux vibratoires, ainsi qu'un premier linéaire de poses de voie antivibratiles, associés à la conception du tracé établie en début de phase AVP.

L'étude vibratoire à l'état projet reprend l'ensemble des données d'entrées et met à jour l'ensemble des résultats précédemment établis. La méthodologie générale est présentée dans le diagramme ci-après.

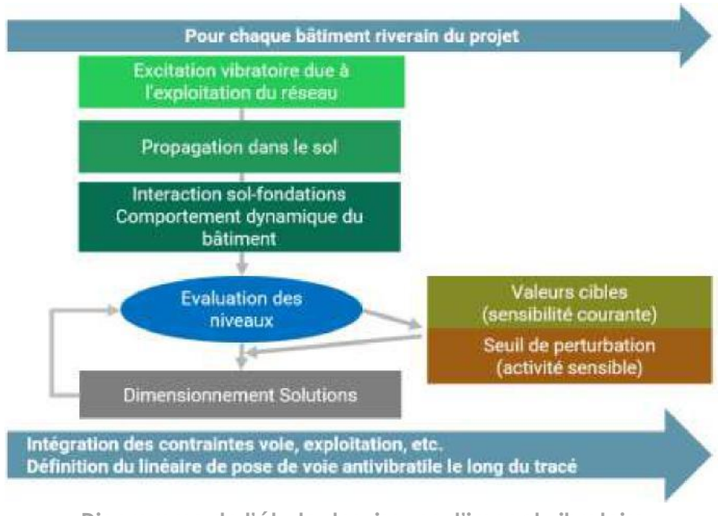


Diagramme de l'étude des risques d'impact vibratoire

Il est à noter, à l'état projet, que le dimensionnement des solutions antivibratiles n'est pas réalisé. Cette étude se base sur les performances des solutions antivibratiles représentant les différentes typologies de solutions définies par le maitre d'œuvre.

Termes sources

L'excitation est représentée par un spectre de densité linéique de forces défini à partir d'un gabarit de rugosité faible. Ce gabarit est fixé à partir de mesures réalisées sur deux sites du réseau de tramway de Caen. Ce gabarit suppose une maintenance soutenue du réseau afin de maintenir une rugosité du rail faible.

Les appareils de voie (ADV) sont pris en compte via une augmentation forfaitaire de 3 dB du terme source (spectre de densité de force). Cette augmentation est appliquée dès lors que le bâtiment se situe au droit d'un point de la voie dont la distance au cœur de l'ADV est inférieure à la longueur du matériel roulant.

Comportement dynamique du sol

Comme précédemment, la propagation des vibrations dans le sol est représentée par une mobilité linéique de transfert. Cette grandeur permet de traduire le niveau vibratoire généré par le passage du tramway lorsqu'elle est couplée à une densité linéique de forces.

La mobilité linéique est issue de l'intégration des mobilités ponctuelles définies entre la voie et un point en façade du bâtiment. Les mobilités ponctuelles proviennent d'une caractérisation expérimentale des sols, réalisée en octobre 2023 sur un ensemble de 14 sites répartis sur l'ensemble du tracé du projet.

Comportement dynamique des bâtiments

Deux phénomènes sont observés pour les bâtiments et représentent le transfert vibratoire entre le sol et les fondations (FT2) et le transfert vibratoire entre les fondations et le plancher du local sensible (FT3).

Pour les sites de sensibilité courante, les fonctions de transfert mises en œuvre sont issues de la base de données Vibra-123, telles que retranscrites dans le projet RIVAS. Ces fonctions de transfert, communément utilisées dans les études vibratoires, sont classées en fonction du type de bâtiment (maison, petit ou grand immeuble) et du type de sol (dur, moyen ou mou). À noter, l'impossibilité d'identifier le type de plancher d'un local amène à sélectionner la fonction de transfert FT3 pour laquelle le niveau vibratoire global estimé dans les locaux est maximum.

Pour les sites spécifiquement sensibles (Théâtre, Conservatoire, Centre Chorégraphique National de Caen en Normandie -CCNCN- et laboratoire LABEO), les fonctions de transfert utilisées proviennent d'une caractérisation expérimentale in situ. Le niveau de précision des modélisations pour ces sites est ainsi largement amélioré.

Valeurs cibles applicables

En l'absence de réglementation, les valeurs cibles font office de seuils pour les niveaux vibratoires et de bruit solidien (bruit rayonné par les parois d'un local soumis aux vibrations).

Ces valeurs cibles sont adaptées à l'activité abritée dans les locaux, qu'elle soit de sensibilité courante (sommeil, concentration, etc.) ou spécifique (représentation non amplifiée, mesure de précision, etc.).

Pour les sites de sensibilité courante, les valeurs cibles sont issues de guides de référence, qui fournissent un jeu de valeurs cibles en fonction du type d'activité et du type d'exposition (perception tactile des vibrations ou perception auditive du bruit solidien). Les valeurs cibles retenues pour le projet sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Il est important de noter que des objectifs de confort vibratoire trop élevés peuvent pénaliser le projet, dans le sens où ils amèneraient les études vibratoires à préconiser des dispositifs antivibratiles très contraignants, d'un point vue technique et financier. À l'inverse, des valeurs cibles trop basses pourraient aboutir à des situations d'inconfort inacceptable pour les riverains les plus exposés. Ainsi, les seuils proposés sont définis sur la base d'un compromis entre les deux tendances.

Lieux et type d'activité	Valeur Cible Bruit solidien (dB(A) [réf 2e-5 Pa])	Valeur Cible Vibrations (dB [réf 5e-8 m/s])
Résidences Activité de sommeil	35	66
Bureaux, Écoles Activité de concentration	40	72

Valeurs cibles retenues pour les sites de sensibilité courante

Dans le cas d'une sensibilité spécifique, une visite du site a permis de caractériser la sensibilité des activités en collaboration avec leurs responsables. Les valeurs cibles issues de ces caractérisations sont retranscrites dans le tableau ci-après.

Pour les sites dont la sensibilité est portée par le bruit solidien, il est préconisé de ne pas dépasser un niveau global de bruit solidien fixé à 25 dB(A) (dB référencé à $2e^{-5}$ Pascal, pondéré A). La cible retenue pour la perception tactile des vibrations est celle liée aux activités de concentration (72 dB référencé à $5e^{-8}$ m/s).

Pour les activités sensibles abritées sur le site du laboratoire LABEO, les observations ont permis de fixer un seuil de perturbation à 54 dB référencé à $5e^{-8}$ m/s. La sensibilité au bruit solidien est ajusté aux activités de bureau dont la cible est 40 dB(A), référencé à $2e^{-5}$ Pa.

Lieux et type d'activité	Valeur Cible Bruit solidien (dB(A) [réf 2e-5 Pa])	Valeur Cible Vibrations (dB [réf 5e-8 m/s])
Théâtre Représentation non amplifiée	25	69
Conservatoire Représentation non amplifié	25	69
Conservatoire Enseignement	25	72
CCNCN Représentation non amplifiée	25	69
Labéo Mesure de précision	40	54

Récapitulatif des valeurs cibles retenues pour les sites sensibles

4.4. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE

Une étude écologique dédiée au projet d'extension du tramway de Caen la mer a été réalisée par le bureau d'études spécialisé ExEco Environnement en 2023-2024.

4.4.1. Définition des focus d'inventaires

L'étude faune-flore a porté sur l'ensemble de la zone d'étude (tracé retenu et abords) et, pour certaines zones, a pris la forme de focus : zones dites « à plus fort intérêt potentiel d'un point de vue faunistique et/ou floristique ». Ces zones présentent des milieux ou un agencement plus accueillant pour la faune et la flore. La probabilité de recenser une diversité d'espèces et/ou des espèces patrimoniales est plus importante. Ces focus ont fait l'objet d'une attention plus poussée lors de toutes les campagnes de terrain. Ainsi, 7 focus ont donc été identifiés :

- Focus 1 : l'échangeur du Chemin vert et les parkings attenants,
- Focus 2 : la maison dite « du Général » et son jardin, rue Damozanne,
- Focus 3 : la périphérie Sud du lycée Malherbe et l'Ouest de la Prairie (parking des tritons),
- Focus 4 : le boulevard Bertrand et la place Gambetta,
- Focus 5 : la zone du Nouveau Bassin sur la Presqu'Île (étudiée mais non conservée pour la suite de l'étude),
- Focus 6 : le boulevard Georges Pompidou au niveau du Parking Beaulieu,

- Focus 7 : les parcs de résidences du Père Jamet et Sainte Bernadette à l'Établissement Public de Santé Mentale de Caen.

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



Carte de localisation des focus d'inventaires Faune-Flore

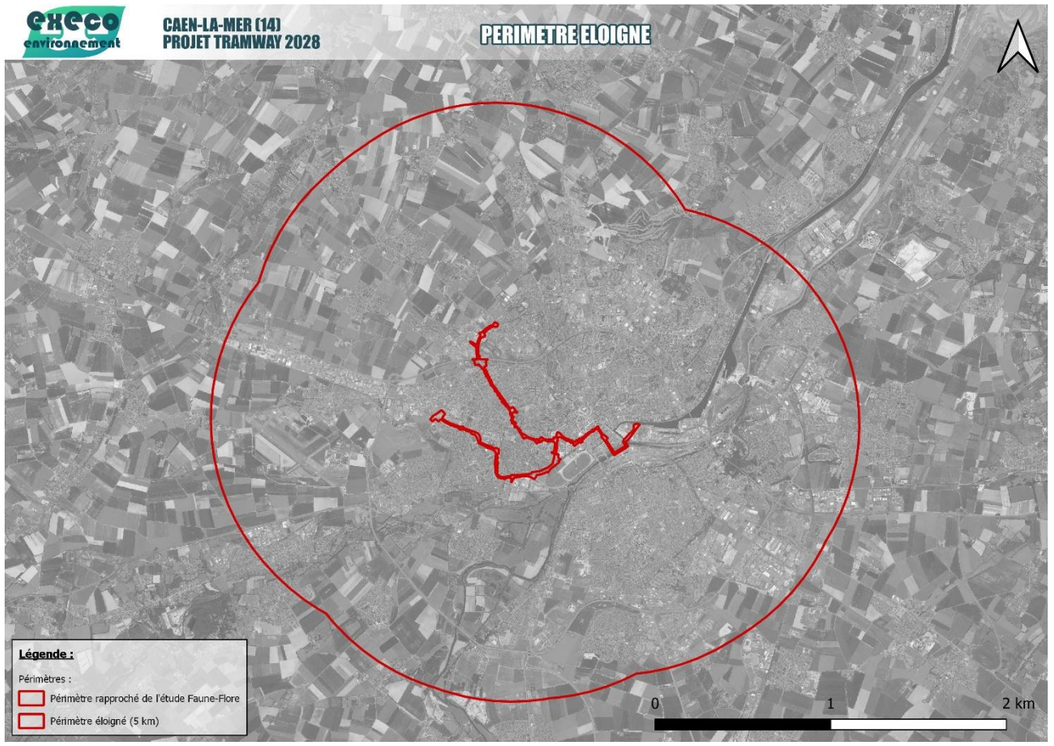
4.4.2. Recueil de données bibliographiques

Concernant le recueil de données bibliographiques, cette étape avait pour objectif de faire le bilan des connaissances disponibles sur le périmètre d'étude et ses abords immédiats en termes de patrimoine naturel (habitats, faune et flore), de zones humides et de fonctionnalités écologiques (TVB).

Ce prédiagnostic environnemental est réalisé sur les thématiques suivantes :

- les documents cadres tel que le SRCE de Basse-Normandie,
- les inventaires, classements et protections du patrimoine naturel (ZNIEFF de type I et II, Natura 2000 directives Habitats et Oiseaux, RAMSAR, Parcs Naturels – régionaux, nationaux, géoparcs, marins – Réserves, etc),
- les données naturalistes existantes (rapports et bases de données accessibles issues de différentes structures telles que le Conservatoire d'Espaces Naturels, les associations locales (GONm, CBNB, GMN…) ou autres (Cettia, Faune-France)),
- le milieu physique (géologie, relief, hydrologie & zones inondables, zones humides potentielles, remontées de nappes, l'occupation du sol (Corine Land Cover).

Cette approche sur le périmètre éloigné (en moyenne 5 km) permet, si besoin, d'ajuster le périmètre des investigations de terrain aussi appelé le périmètre rapproché.



Périmètre d'étude éloigné

Caen la Mer a aussi pu transmettre à ExEco Environnement d'une part la couche d'alerte « flore vasculaire » du CBN de Brest (Janvier 2022, Bousquet T. et Guyader D.), d'autre part les données d'inventaire des chiroptères

4.4.3. Recueil de données naturalistes

Les données analysées sont celles de la Base de Données OpenObs de l'INPN (Licence Ouverte etalab), mises en valeurs avec une analyse de statuts issue de la BD-STATUTS de l'INPN (v16). Attention : la BD Statuts n'a pas vocation à être utilisée aux phases suivant le Pré-Diagnostic car elle n'est pas nécessairement à jour des dernières évolutions ou pré-validations ; de même la Base OpenObs contient les inventaires de la plateforme SINP (Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine Naturel), aussi il ne s'agit pas d'inventaires exhaustifs, et toutes les données ne font pas l'objet d'une validation ; ces bases constituent toutefois un outil qui vise une analyse globale et de dégager les enjeux d'un territoire.

4.4.4. Méthodologie appliquée sur l'état initial sur le périmètre rapproché

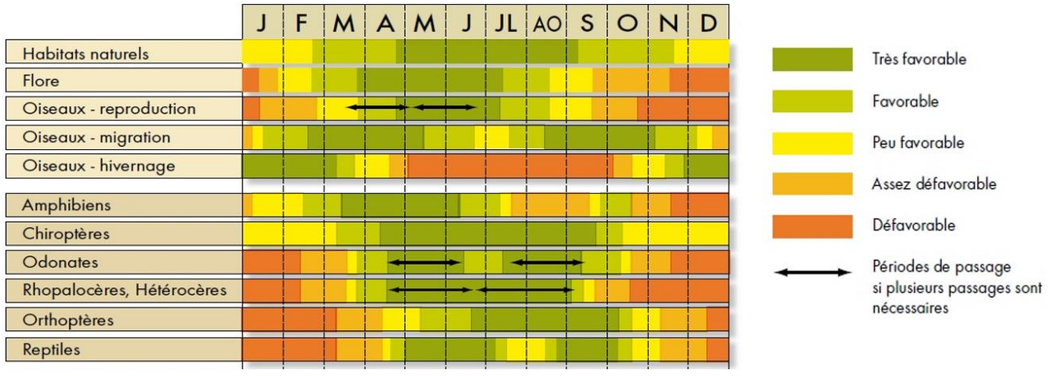
4.4.4.1. Conditions de mises en œuvre et date des inventaires

- **Modalités de principe**

Sur le principe, une étude portant sur les milieux naturels, la flore et la faune repose sur des investigations de terrain qui doivent couvrir une période représentative du cycle biologique. Cela signifie qu'il faut rechercher à y intégrer des périodes au moins favorables.

Le tableau ci-après résume les périodes plus ou moins favorables pour l'observation de différents groupes biologiques de la flore et de la faune. Ce calendrier peut faire l'objet d'ajustements en fonction des conditions climatiques particulières d'une année sur l'autre ou bien en fonction du secteur géographique concerné.

Par ailleurs, selon la nature et la variété des habitats représentés dans la zone d'étude et ses abords immédiats, des choix peuvent s'opérer sur le degré de diversité des groupes biologiques à inventorier et sur l'ampleur de la pression de prospection à mettre en œuvre (nombre de campagne de terrain).



Les campagnes de terrain mobilisent, le plus souvent, 2 écologues du bureau d'études ExEco Environnement. Cela vise à obtenir une pression de prospection adaptée tant en quantité qu'en qualité en mobilisant des écologues naturalistes dotés d'un certain niveau de polyvalence mais aussi de compétences spécifiques pour certains groupes biologiques.

Modalités d'application pour l'étude

Les dates des campagnes de terrain, le personnel mobilisé et les conditions météorologiques sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Dates	Observateurs	Conditions météorologiques
Le 2 février 2023	MORIN Elodie CHESNEL Maxime ROMET Martin	Températures diurnes : de 5 à 10°C Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Nuageux avec quelques rayons de soleil
Du 20 au 21 avril 2023 Incluant nocturne le 20 avril 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : de 5 à 10°C le matin, de 10 à 15°C l'après-midi (nocturnes : de 5 à 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Ciel dégagé
Du 25 au 26 mai 2023 Incluant nocturne le 25 mai 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 13°C le matin, 20°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Calme/léger avec quelques brises Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Ciel dégagé
Du 4 au 6 juillet 2023 Incluant nocturnes les 4 et 5 juillet 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 15 à 20°C le matin, 20 à 25°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Quelques averses notamment dans la nuit du 4 Couverture nuageuse : Passages nuageux Remarques : Températures basses par rapport aux moyennes de saison. Beau temps dans l'ensemble le 5 juillet 2023
Le 22 septembre 2023 Incluant nocturnes les 22 et 23 septembre 2023	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 15 à 20°C le matin, 20 à 25°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Quelques pluies éparses Couverture nuageuse : Passages nuageux

Les groupes biologiques investigués de manière plus spécifique en fonction de la saisonnalité de leur exigence écologique lors des différentes campagnes de terrain sont repris dans le calendrier ci-après. Cela n'empêche pas de noter également quelques observations opportunistes pour d'autres groupes biologiques.

Campagnes	Groupes ciblés	Observations opportunistes
Le 2 février 2023	Oiseaux hivernants Amphibiens précoces Chiroptères (gîtes d'hiver) Insectes (indices de présence du grand capricorne)	Mammifères
Du 20 au 21 avril 2023 Incluant nocturne le 20 avril 2023	Oiseaux nicheurs (IPA) Amphibiens Flore printanière	Mammifères Reptiles Insectes (odonates, lépidoptères, autres)
Du 25 au 26 mai 2023 Incluant nocturne le 25 mai 2023	Oiseaux nicheurs (IPA) Mammifères chiroptères Habitats Flore printanière Reptiles Insectes (odonates, lépidoptères, autres)	Mammifères
Du 4 au 6 juillet 2023 Incluant nocturnes les 4 et 5 juillet 2023	Oiseaux (dont nocturnes) Mammifères chiroptères Flore estivale Insectes (lépidoptères, odonates, orthoptères)	Mammifères Amphibiens Reptiles
Le 22 septembre 2023	Flore tardive Oiseaux migrateurs Insectes (orthoptères) Reptiles Sondages pédologiques	Insectes (lépidoptères, odonates) Mammifères Amphibiens

4.4.4.2. Expertise floristique (habitats et espèces)

Méthodologie des inventaires floristiques

- **Habitats**

Une étape préliminaire à l'aide de photographie aérienne permet de préparer et optimiser le parcours préférentiel in situ de l'aire d'étude parmi les grands types d'habitats distinguables. En parallèle à l'étude de la flore proprement-dite, le parcours sur le terrain de la zone d'étude en saison favorable permet de relever les espèces caractéristiques des différentes formations végétales représentées et de définir leur délimitation géographique.

Les formations végétales sont ensuite rattachées aux référentiels typologiques de référence que sont CORINE Biotopes (BISSARDON et al. 1997) et EUNIS (LOUVEL et al., 2013). En fonction de leur nature et de leur typicité, il est également indiqué si elles peuvent correspondre à des habitats de l'Union Européenne (pré-codés UE) tels que listés dans le manuel d'interprétation EUR15 et sa mise à jour EUR28 ainsi que dans les cahiers d'habitats au titre de la Directive « Habitats » pour le réseau Natura 2000.

- **Flore**

L'ensemble de la zone d'étude est parcouru lors de campagnes de terrain en saison favorable afin de relever les listes floristiques. Les espèces floristiques recensées sont celles de la flore vasculaire c'est-à-dire les spermaphytes et les ptéridophytes dans les formations végétales représentées.

La localisation des espèces végétales à statut particulier, c'est-à-dire celles qui sont considérées comme patrimoniales et celles qui sont considérées comme invasives ou exotiques envahissantes est également notée.

4.4.4.3. Expertise faunistique

Méthodologie des inventaires faunistiques

- **Oiseaux**

Les investigations de terrain du point de vue qualitatif mettent en œuvre des observations directes d'individus à vue, à l'œil nu et aux jumelles ainsi qu'à l'oreille. Ces observations se font lors de parcours itinérants en se déplaçant sur l'ensemble du site ainsi que sur des points fixes afin d'échantillonner les différents habitats représentés. Des techniques de quantification relative sont mises en œuvre pour les oiseaux en période de nidification via des protocoles de type IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) ou EFP (Échantillonnage Fréquentiel Progressif).

Les observations notées concernent également les signes de présence tels que plumes, nids, coquilles d'œufs, pelotes de rejection, fientes, empreintes. Les pelotes de rejection sont d'ailleurs un bon indice pour appréhender la fréquentation du site par les rapaces nocturnes en complément des écoutes nocturnes et, du fait de l'examen de leur contenu, cela renseigne sur les populations de micromammifères chassés.

Les types de contact (individu isolé, couple, poussin…) sont indiqués pour pouvoir évaluer la nature de la fréquentation du site selon la période d'inventaire considérée (nidification, hivernage, migration). Les observations portant sur des espèces à statut patrimonial font l'objet d'une précision plus forte en termes de localisation et de quantification des effectifs. Lors des campagnes de reproduction (printemps et été), un « code atlas nicheur » est attribué à chaque espèce. Ce code est un outil utilisé par les atlas des oiseaux nicheurs (régionaux ou nationaux) et permet d'être plus précis dans la caractérisation de la reproduction des espèces sur un site ou une maille standardisée d'un atlas. Les codes atlas disponibles sont standardisés et suivent l'architecture classique : nicheur possible (codes 2 à 3), nicheur probable (codes 4 à 10), nicheur certain (codes 11 à 19). Le code atlas le plus élevé observé sera celui qui sera retenu pour chaque espèce.

- **Mammifères non-chiroptères**

Les grands et moyens mammifères sont recensés lors de parcours systématiques de la zone d'étude avec des observations directes d'individus à vue à l'œil nu et aux jumelles, des moyens indirects de type auditif ou via des relevés d'indices de présence tels que des empreintes, des coulées, des passages préférentiels, des reliefs de repas, des fèces, des terriers… Pour les micromammifères, cela repose notamment sur la recherche puis l'examen du contenu de pelotes de réjection de rapaces nocturnes.

- **Mammifères chiroptères**

Précisions sur le matériel

Pour ce type d'écoute, des enregistrements d'ultrasons sont réalisés grâce à un système de détecteur/enregistreur automatique, composé d'un boitier de modèle SM4BAT FS Wildlife Acoustics raccordé à un microphone SMM-U2 par un câble. Cet équipement est paramétré pour fonctionner durant toute la nuit plus une marge d'une heure par rapport au lever et au coucher du soleil.





Cette approche permet de caractériser assez précisément la diversité (nombre d'espèce) des chiroptères fréquentant la zone du point d'écoute.

Analyse via le logiciel SonoChiro®

Après chaque nuit d'enregistrement, les données au format WAV stockées sur cartes SD par le détecteur automatique sont transférées sur l'ordinateur. En une nuit, la quantité d'information récoltée peut être très importante.

De façon à réaliser un premier tri des données, celles-ci sont d'abord traitées par un logiciel spécialisé (SonoChiro®) qui attribue à chaque séquence un groupe d'espèces et une espèce avec un indice de confiance « espèce » (ISp) allant de 0 à 10. Plus l'indice de confiance est haut, plus il y a de probabilité que la détermination de l'espèce et du groupe d'espèces soit juste. Les taux d'erreur d'identification sont variables selon les groupes d'espèces. Par exemple, ils sont faibles pour le genre Pipistrellus et très élevés pour le genre Myotis.

Validation de l'espèce ou du groupe d'espèces

La vérification d'enregistrements résultant du traitement automatique réalisé par SonoChiro® est indispensable. Un observateur confirme donc les groupes d'espèces et espèces manuellement à l'aide du logiciel Chirosurf® pour la prise de mesures et l'utilisation du manuel d'écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Les vérifications ne pouvant pas être réalisées pour l'ensemble des enregistrements, le protocole ci-après est suivi :

- Un contact par espèce identifiée par SonoChiro® est vérifié : celui qui a récolté l'indice de confiance « espèce » (ISp) le plus fort et qui, par conséquent a le plus de chance d'appartenir à l'espèce. Soit l'identification de SonoChiro® est juste, l'espèce est alors bien présente, soit SonoChiro® a commis une erreur et l'espèce peut alors être jugée absente ;
- Par prudence et souci d'exhaustivité, quand cela est possible, au total ce sont au minimum 3 fichiers correspondant aux valeurs d'indice les plus fortes qui sont vérifiés pour valider l'espèce.

Quantification de l'activité

La quantification de l'activité est réalisée pour les chiroptères ayant pu être déterminés à l'espèce. Le but consiste à trouver la limite de valeur d'indice de confiance à partir de laquelle les déterminations automatiques réalisées par le logiciel SonoChiro® ne sont plus fiables.

Pour chaque espèce, 2-3 séquences ayant l'indice de confiance le plus bas sont vérifiées afin de confirmer si le logiciel s'est trompé ou non pour cet indice.

Si la prédiction est bonne, l'ensemble des séquences au-dessus de cet indice sont validées. Si la prédiction est mauvaise, l'analyse se poursuit sur des indices de confiance intermédiaires jusqu'à arriver à un indice de confiance « seuil » où il est considéré qu'il y a 100% d'attribution à la bonne espèce par le logiciel SonoChiro®.

Une fois la « limite de fiabilité » repérée (valeur d'indice au-dessous de laquelle les déterminations sont douteuses), toutes les séquences ayant un indice supérieur sont validées.

Détermination des niveaux d'activité

Dans le cadre de cette étude, le référentiel National Vigie-Chiro (2020) porté par le Muséum National d'Histoires Naturelles de Paris (MNHN) a été utilisé. Cette grille est communément utilisée pour évaluer le niveau d'activité des chiroptères sur un site donné et présente un niveau de confiance « très bon » pour la majorité des espèces. Elle permet d'évaluer le niveau d'activité d'une espèce en comparant le nombre de contacts enregistrés sur une nuit (protocole « point fixe »). Lorsque l'analyse est réalisée sur deux nuits consécutives, alors la moyenne des deux est retenue.

Activité mesurée	Niveau d'activité
Activité < Q25 %	Faible
Q25 % < Activité < Q75 %	Modéré
Q75 % < Activité < Q98 %	Fort
Activité > Q98 %	Très fort

Limite méthodologique

Même si ce type de matériel est récent et performant, il faut cependant noter que la détectabilité des espèces présente des différences marquées. Par exemple, les pipistrelles sont détectables en moyenne à 25 m tandis que les rhinolophes le sont à moins de 10 m.

L'utilisation de détecteur d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des distances de détectabilité et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées. En effet, dans des milieux encombrés, en présence de parasites ou avec des paramétrages sensibles destinés à détecter des signaux lointains et/ou faibles, la qualité des sons enregistrés ne permet pas systématiquement une analyse bioacoustique fiable. De même, certaines espèces sont difficilement indentifiables ou différenciables, comme les murins. Néanmoins, même si les contacts enregistrés ne peuvent conduire à une détermination spécifique, ils traduisent un niveau de fréquentation du site.

Il est également important de noter que, comme le précise l'auteur du livre « *Écologie acoustique des chiroptères d'Europe* », le recours à un référentiel standard pour juger de l'abondance d'activité des chiroptères peut présenter certains biais, notamment liés à la zone géographique, à l'habitat, à la saison, au type de matériel de détection... Par exemple :

- Les abondances d'activité et les richesses spécifiques sont très différentes entre les forêts fraîches et les forets méridionales ;
- Les milieux ouverts secs (prairies, landes, cultures) ont en moyenne 3 à 5 fois moins d'activité que les milieux forestiers ;
- Les plantations de résineux ou de peupliers ont 2 à 3 fois moins d'activité que les forêts sub-naturelles ;
- Jusqu'à mi-juillet seuls les adultes sont contactés, puis le nombre de chiroptères augmente de 40 à 60 % avec l'arrivée des juvéniles ;
- Certains types d'activité, comme les chants sociaux peuvent générer un nombre très important de contacts, etc.

- **Reptiles**

Les investigations de terrain reposent sur le parcours de la zone d'étude en saison favorable et dans de bonnes conditions climatiques. Elles procèdent d'observations directes effectuées de manière discrète pour ne pas faire fuir les individus en phase d'insolation parmi les habitats d'exposition les plus favorables (talus, lisières, murets…) mais aussi de recherches d'indices tels que mue de serpent. Elles sont également accompagnées d'examens parmi des caches potentiellement favorables telles que des abris dans des anfractuosités ou bien aussi sous des substrats artificiels tels que des plaques diverses… Les observations effectives sont localisées, qualifiées (adultes, jeunes) et quantifiées.

En complément, il est également mis en œuvre la technique de mise en place volontaire initiale d'un ensemble de « plaques-abris à reptiles » qui sont relevées lors des campagnes de terrain ultérieures.

- **Amphibiens**

Les investigations pour ce groupe sont de trois types :

- La recherche de sites potentiels de reproduction (mares, fossés, ornières, plans d'eau, bassins…). Ces sites sont prospectés en journée durant la période favorable avec des observations directes visuelles, des écoutes et, le cas échéant, des captures temporaires et ponctuelles au filet troubleau le temps de l'identification in situ (avec une attention particulière au nettoyage du troubleau face au risque de propagation de maladie telle que les chytrides). Selon les enjeux ou selon la plus ou moins grande facilité de prospection en journée, des prospections complémentaires en début de nuit durant la période favorable sont mises en œuvre avec les mêmes modalités techniques. Les observations effectives sont qualifiées avec le nom de l'espèce, si possible le sexe, le stade de développement (pontes, larves, têtards…) et quantifiées (effectifs réels ou classes d'effectifs) ;
- La recherche de sites de repos potentiels (estivages et/ou hivernages) par l'examen des habitats potentiels favorables offrant des caches par exemple parmi des tas de bois ou des souches, des anfractuosités ou des cavités, etc. ;
- Les observations d'individus en migrations pré ou postnuptiales ou en simple transit lors du parcours général de terrain de la zone d'étude.

- **Entomofaune**

Lépidoptères

Les investigations portent essentiellement sur les rhopalocères dits « papillons de jour » complétées par la recherche en journée de quelques hétérocères dont l'écaille chinée qui est une espèce à statut particulier. Elles ont lieu en saison favorable et reposent sur le parcours de la zone d'étude avec des observations directes visuelles et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons le temps de l'identification in situ.

Les investigations concernent majoritairement des adultes mais les chenilles sont également notées et identifiées in situ ou sur photographie quand des critères de détermination fiables sont présents.

Orthoptères et groupes proches (phasmes, mantes)

Les investigations reposent sur le parcours de la zone d'étude avec des observations directes visuelles, des écoutes pour les espèces stridulantes et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons ou via un filet fauchoir le temps de l'identification in situ.

Le recours au filet fauchoir renforce si besoin la détectabilité des espèces présentes en effectifs plus limités dans des milieux herbacés favorables.

Odonates

Les investigations pour ce groupe sont de deux types :

- La recherche d'exuvies dans les habitats aquatiques et leurs bordures si ce type d'habitat est représenté. L'exuvie d'une espèce est le meilleur témoin de son autochtonie sur le site considéré. Des exuvies sont collectées pour une identification au laboratoire du bureau d'études à l'aide d'ouvrages spécifiques et de matériel adapté de type loupe binoculaire ;
- Le parcours de la zone d'étude intégrant une focalisation plus poussée au niveau des milieux aquatiques avec des observations directes à vue et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons le temps de l'identification in situ pour les adultes volants. Les observations sont qualifiées : sexe, comportement (vol, tandem, ponte…).

Coléoptères saproxylophages patrimoniaux

Les investigations privilégient les quatre espèces suivantes : lucane cerf-volant, rosalie des Alpes, grand capricorne et pique-prune. L'état des connaissances bibliographiques sur ces espèces permet de cerner les aires de répartition et les potentialités globales de présence dans la zone d'étude. Deux types d'investigations sont mises en œuvre sur le terrain :

- Les observations directes visuelles d'individus au niveau de leur habitat préférentiel (troncs d'arbres) ou de manière opportuniste lors du parcours de la zone d'étude ;
- La recherche d'existence d'habitats larvaires favorables tels que la présence de terreau parmi des cavités dans des troncs d'arbres par exemple pour le lucane cerf-volant ou le pique-prune, la présence des indices dont l'ancienneté est à apprécier tels que des trous d'émergence sur les troncs de la plante-hôte pour le grand capricorne.



Prospection d'une pelouse au niveau du parking le long du boulevard des Baladas à Caen (ExExo Environnement, 2023)

4.4.5. Méthodologie pour l'évaluation des impacts et présentation des mesures de la séquence ERC

4.4.5.1. Principes de l'évaluation et de sa présentation

Dans le document du Ministère « *Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC* » daté de janvier 2018 et préparé par le CEGDD et le CEREMA, il est rappelé que « *La séquence « éviter, réduire, compenser » a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans le projet ou le plan-programme*. »

Dans ce guide, il est également rappelé que « *la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a réaffirmé (pour les atteintes à la biodiversité) les principes de la séquence ERC dont : l'objectif d'absence de perte nette voire de gain de biodiversité*. »

Les impacts et les mesures décrits et commentés par ExEco Environnement sont plus détaillés sur les éléments pour lesquels un intérêt ou un enjeu en termes de patrimoine naturel a été mis en évidence. Leur prise en compte vise aussi par extension à permettre à d'autres espèces moins exigeantes ou demeurant plus communes de se maintenir durant les phases d'exploitation et de remise en état.

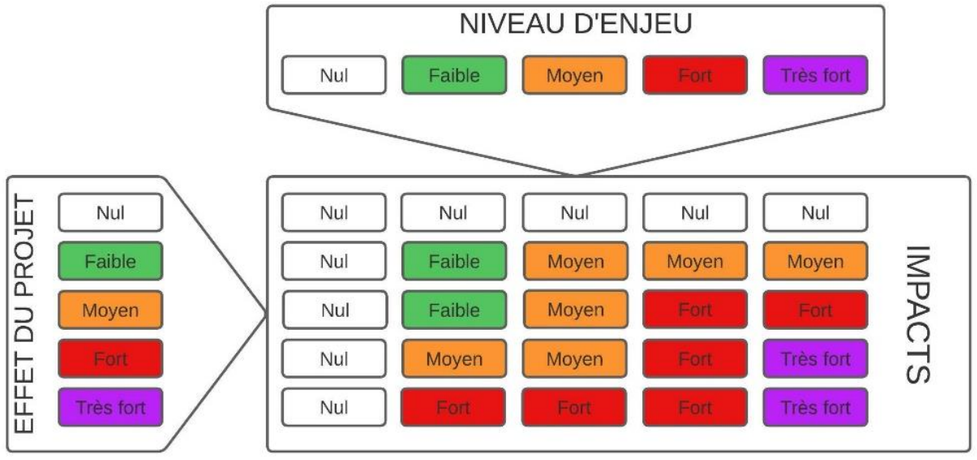
4.4.5.2. Définition des impacts

Les impacts bruts globaux en termes d'emprises permettent d'appréhender les grands types de milieux au moins partiellement affectés par le projet. Cela permet ensuite grâce au diagnostic écologiques de voir les incidences effectives ou potentielles sur certaines espèces par groupe biologique selon leur préférence écologique.

L'analyse du projet donne lieu à une hiérarchisation du type : *enjeu x effet = impact*.

L'enjeu correspond au « scenario de référence » c'est-à-dire l'état initial. Ont été pris en compte par exemple la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, ou encore **le niveau de protection et de patrimonialité des espèces rencontrées**.

L'effet est fonction de l'importance et la nature de travaux, ouvrages et aménagement projetés pour le projet. Il peut être négatif, nul, ou même positif.



Un projet tel qu'une ouverture d'une nouvelle ligne de tramway va engendrer plusieurs effets impactant l'écologie urbaine :

- Les effets directs, qui expriment une relation de cause à effet entre une composante du projet et un élément de l'environnement (caractère immédiat et in situ) ;
- Les effets indirects, qui résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct, et peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long ;
- Les effets induits, qui ne sont pas liés au projet en lui-même mais à d'autres aménagements ou à des modifications induites par le projet ;
- Les effets positifs, qui désignent les conséquences bénéfiques directes et indirectes d'un projet sur l'environnement ;

Les effets cumulés, des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés. (« *Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés. Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés. » Article R122-5 du Code de l'Environnement*).

4.4.6. Méthodologie pour l'inventaire des zones humides

4.4.6.1. Bibliographie

Selon la cartographie des zones humides éditées par la DREAL Normandie, toute la moitié est de la zone d'étude est concernée par des prédispositions faibles et fortes. En limite de la partie sud du tracé, des zones humides sont identifiées par photo-interprétation (qualité de l'information très fiable).

4.4.6.2. Méthodologie

Dans l'article L. 211-1 du code de l'environnement, modifié par loi de création de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) du 24 juillet 2019, est indiqué ce qui est entendu comme étant une zone humide : « *on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année* ».

L'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 124-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. La circulaire ministérielle du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides en précise les modalités de mise en œuvre.

Le principe des investigations de terrain repose sur des critères :

- De végétation selon :
  - soit les habitats à partir de la typologie de référence CORINE Biotopes (ou du Prodrome des végétations de France) ;
  - soit à partir de relevés floristiques de type présence et abondance d'espèces hygrophiles retenues dans l'arrêté ;
- De sols, au moyen de sondages pédologiques à l'aide d'une tarière à main.

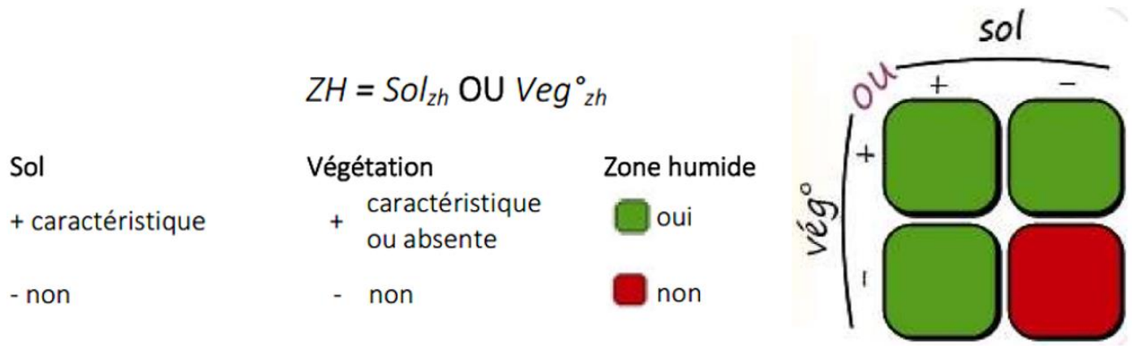


Schéma logique de définition des zones humides suivant les 2 critères que sont le sol et la végétation (habitat ou espèces)

Ces critères sont alternatifs et non pas cumulatifs : seul l'un des deux critères (végétation ou pédologie) est suffisant pour caractériser les zones humides.



Opérateurs en action (Source : ExEco, 2023)

PARTIE 12. NOMS, QUALITES ET QUALIFICATIONS DES EXPERTS

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

Frédéric NORAIS, Directeur du projet tramway de Caen la mer

Martin ODEN, Directeur du mandat de Maîtrise d'ouvrage de la société Transamo

Odile ARISTAGHES, Responsable procédures de la société Transamo

Le groupement Trameo a été chargé de la constitution générale du dossier d'étude d'impact.

Rédaction de l'étude d'impact :

Nathan JOBARD, Chargé d'études en environnement

Anne BRANCART, Chef de projet en environnement

Cartographie : *Sophie-Anne TAUPIN, Géomaticienne*

Études techniques :

Christophe THATCHER, Directeur des études

Didier LOMBARD, Directeur de projet

Étude de trafic :

Damien PERRET, Chef de projet en études de mobilité

Volet air et santé de l'étude d'impact :

Laurent DUCROS, Chargé d'études Air et SIG

Géraldine DEIBER, Chef de projet Domaine d'activité pollution de l'air, odeurs et santé

Étude socio-économique : *Violayne BOUVY, Chef de projet*

Contrôle qualité

Anne BRANCART, Chef de projet en environnement

Études d'insertion urbaine / Paysage :

Forlane GHIDINA, Architecte-Urbaniste

Ivane RHO, Architecte-Urbaniste

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

- **ExEco Environnement, pour le volet « milieu naturel »**

SARL Expertise Écologique de l'Environnement
« ExEco Environnement »
2 Place Patton
50300 AVRANCHES

Rédaction de l'étude et inventaires : Elodie MORIN, Céline LECLERC

Cartographie : Maxime CHESNEL

Contrôle qualité : Elodie MORIN

- **CSTB-ORFEA Acoustique, pour l'étude acoustique et vibratoire**

4 avenue de Cambridge
14200 HEROUVILLE SAINT-CLAIR