D. Evaluation des impacts et présentation des mesures de la séquence ERC(A)

D.1. Principes de l'évaluation et de sa présentation

Dans le document du Ministère « Evaluation 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 ci-après 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.

D.2. Définition des impacts

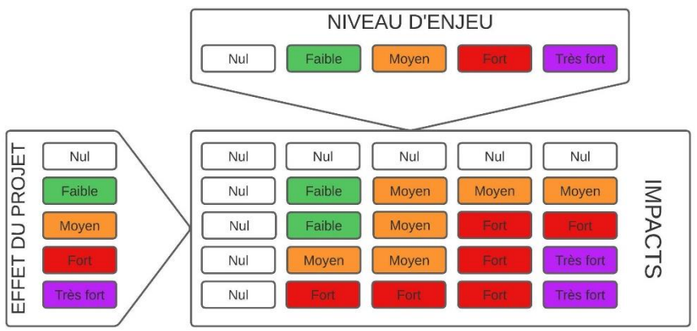
Les impacts bruts globaux en termes d'emprises permettent d'appréhender les grands types de milieux au moins partiellement affectés par le projet. Cela permet ensuite grâce au diagnostic écologiques de voir les incidences effectives ou potentielles sur certaines espèces par groupe biologique selon leur préférence écologique.

D.2.1. Rappel sur la définition des impacts

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.



On distingue par ailleurs les impacts bruts (c'est-à-dire avant prise en compte des mesures d'évitement et de réduction) des impacts résiduels (c'est-à-dire après intégration de ces mesures).

D.2.2. Définition des effets

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*)

D.3. Evaluation des impacts bruts globaux ou potentiels sur les espèces et les habitats

L'évaluation des impacts bruts se fait en mesurant les effets (directs, indirects, etc) du projet et en les croisant avec le niveau d'enjeu évalué précédemment.

D.3.1. Analyse des effets directs

D.3.1.1. *Effets temporaires (du chantier)*

Les travaux constituent l'origine principale des effets temporaires d'un projet. Ces derniers, bien que limités dans le temps, peuvent être à l'origine d'impacts permanents sur le milieu naturel, en détruisant le milieu de façon parfois irrémédiable, ou des individus d'espèces.

En l'occurrence, les inventaires faune-flore ont permis d'identifier :

- FLORE – La présence d'espèces exotiques envahissantes (6 espèces invasives avérées) → Risque de dissémination de graine lors des travaux
- HABITATS – Des habitats à préserver notamment les parcs arborés en contexte urbain, notamment dans le secteur de la maison du Général → Risque de destruction temporaire de ces habitats
- FAUNE – Des enjeux sur les oiseaux et les mammifères nocturnes (hérisson et chiroptères)→ Risque de dérangement et de destruction d'individus durant la phase travaux
- TRAME VERTE, NOIRE ET BLEUE – La présence du cours d'eau de la Noé → Risque travaux associé : pollution accidentelle

Les effets directs temporaires liés au projet de tramway sont les suivants.

CREATION DE ZONE DE CHANTIER → EFFET BRUT NEGATIF **FAIBLE**

Lors des travaux, des zones de dépôts temporaires et des pistes spécialement conçues pour la circulation des engins de chantier sont susceptibles d'être créées au sein de zones dont la destruction ou l'altération n'étaient pas prévues

initialement. Or, il est important de souligner que les conséquences des zones de dépôts, bien que celles-ci soient uniquement liées aux travaux, sont le plus souvent à considérer comme des impacts permanents, les dépôts perturbant et détruisant souvent de façon irrémédiable les milieux en place, en particulier au niveau des zones humides. En l'occurrence :

- Aucune zone humide n'est recensée dans l'aire d'étude,
- Les emprises travaux correspondront globalement aux emprises projet. Les bases-vie nécessaires au projet seront implantées sur des espaces artificialisés et sans enjeu écologique *(cf. étude d'impact globale du projet)*.

➢ *Effet brut : négatif faible*

GENERATION DE BRUITS, DE VIBRATIONS ET DE POUSSIERE → EFFET PONCTUEL NEGATIF **FAIBLE**

Les travaux constituent une source de dérangement non négligeable du fait des modifications des composantes environnantes qu'ils engendrent. Le bruit du chantier et les passages des engins sont les principales causes de dérangement, en augmentant le niveau sonore et en engendrant des envols de poussières par exemple. Certains groupes sont plus sensibles à ces dérangements en fonction de leur écologie et de la période de l'année où ceux-ci ont lieu. Le risque est de voir les espèces les plus sensibles au dérangement quitter les abords du chantier, et donc d'assister à un appauvrissement, au moins temporaire, de la biodiversité dans les secteurs de travaux.

En l'occurrence, les secteurs suivants constituent des habitats d'espèces (lieux de chasse, reproduction, etc.) susceptibles d'être concernés par un risque de dérangement :

- Jardin de la maison du général (présence du hérisson d'Europe)
- Boulevard Bertrand et jardin de la préfecture (présence de chiroptères)
- Site de la Maladrerie (hibernation de chiroptères)

➢ *Effet brut ponctuel : négatif faible*

ABATTAGE D'ALIGNEMENTS D'ARBRES ET DE HAIES → EFFET BRUT NEGATIF PONCTUEL **FAIBLE**

Le projet implique d'abattre des alignements d'arbres et des haies à faible valeur écologique et non constitutifs de corridors de déplacement d'espèces protégées, pour les remplacer par un ensemble plus intéressant d'un point de vue écologique et paysager. Ces abattages sont en partie induits par les besoins techniques d'insertion de la plateforme de tramway, et en partie dictés par une volonté de Caen la mer de profiter de ce réaménagement pour renouveler son parc arboré avec des essences plus locales, plus adaptées aux évolutions climatiques et avec un réaménagement moins anthropique (différenciation de strates, etc.).

Cependant, la différence de temporalité entre l'abattage et l'arrivée à maturité de la nouvelle trame arborée implique un effet temporaire négatif sur la faune, les arbres et haies existants pouvant représenter ponctuellement des axes de déplacement.

Cet effet temporaire négatif est estimé à faible à négligeable au regard des enjeux locaux identifiés :

- Absence d'arbres ou de haies représentant des habitats d'espèces protégées ;
- Trame verte plus riche autour de l'aire d'étude que dans l'aire d'étude elle-même et enjeu « corridor » faible des arbres d'alignement de l'aire d'étude.

Par ailleurs, les deux arbres remarquables au PLU présents dans l'aire d'étude sont préservés par le projet.

Etude d'impact faune-flore et habitats du projet et corrélation avec la protection des alignements d'arbres en bordure de voirie (art. L. 350-3 du code de l'environnement)

Le projet est soumis au dispositif de protection des alignements d'arbres en bordure de voirie, tel que prévu par l'article L. 350-3 du Code de l'Environnement, la loi dite 3DS du 21 février 2022 et son décret d'application du 19 mai 2023. Dans le cadre du projet, sont ainsi évalués :

- *La valeur écologique (habitats et corridors) des alignements d'arbres, dans un scenario de référence et dans le scenario du projet : c'est l'objet du présent rapport.*
- *La valeur paysagère des alignements d'arbres, dans un scenario de référence et dans le scenario du projet : c'est l'objet de l'étude d'impact globale du projet.*

Une réflexion partagée entre les écologues et les paysagistes du projet a permis d'identifier les axes à éviter, d'une part, et les axes à enrichir, d'autre part. En dehors des axes identifiés et évités (cf. mesures d'évitement), les fonctionnalités écologiques d'habitat, de nidification et de déplacement sont faibles dans l'aire d'étude : le projet paysager vise précisément à les enrichir. Le gain écologique du projet sur les arbres sera donc très supérieur aux pertes.

Le ratio de compensation des arbres abattus dans le cadre du projet sera affiné lors des études ultérieures, et présenté dans le cadre du dossier de demande de dérogation au titre de l'article L. 350-3 du Code de l'Environnement. Un ratio d'au moins 1,7 arbre planté pour 1 arbre abattu sera recherché, en considérant les arbres replantés dans le cadre du projet et les arbres inclus dans des programmes tiers de Caen la mer.



Figure 108. Carte des arbres impactés par le projet

D.3.1.2. *Effets directs permanents*

EMPRISE SUR LES HABITATS → EFFET BRUT **POSITIF GLOBAL** ET NEGATIF PONCTUEL MOYEN

Le projet consiste globalement :

- à créer un espace perméable et enherbé sur des voiries imperméables existantes,
- et à repenser le paysage arboré des axes routiers concernés en systématisant la plantation de graminées et de strates intermédiaires entre des arbres aux essences plus adaptées que les essences actuelles.

Le projet impliquera de manière permanente :

- La création d'un nouveau « ruban vert » et perméable (remise en pleine terre de voiries) pouvant servir de lieu d'alimentation, notamment aux insectes (plateforme BHNS) ;
- Une densification de la trame verte urbaine avec la remise en pleine terre d'alignement d'arbres aujourd'hui en fosses individuelles, et la constitution d'une strate intermédiaire (haies, graminées…).

Dans l'absolu, le projet consiste donc à créer des habitats et des axes de déplacement d'espèces et non à en détruire. Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Nous sommes donc en présence d'habitats pauvres ou très gérés, constitués d'espèces floristiques ornementales, sans intérêt patrimonial notable.

Les surfaces concernées par le projet sont :

- en majeure partie, des surfaces de type **voiries, parkings et bâtis** (77%).
- des **espaces verts en contexte urbain** (11%) et des **parcs arborés en contexte urbain** (7%), des parcs et jardins ornementaux (2%) et des prairies d'espaces de loisirs (1%),
- des espaces naturels (2%) (prairies naturelles en contexte urbain).

Ci-dessous le graphique correspondant aux surfaces impactées :

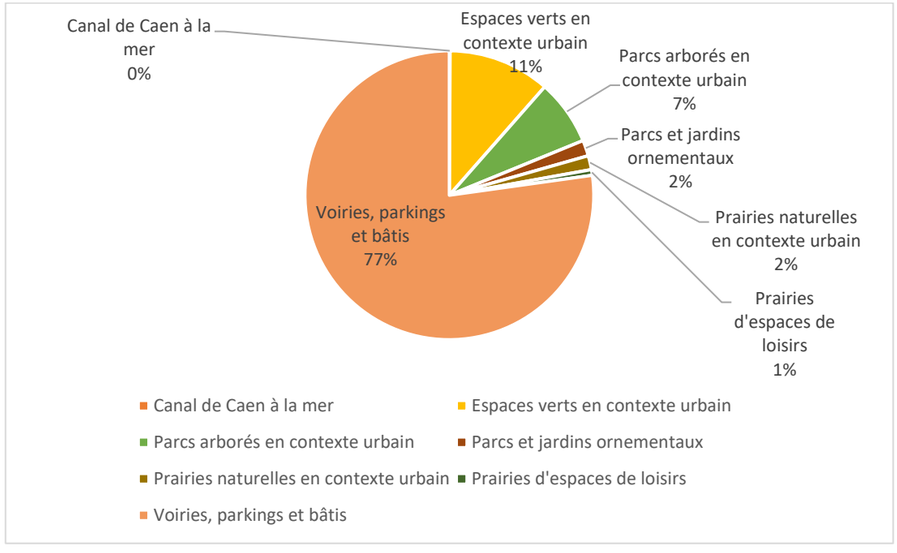


Figure 109. Part des habitats impactés sur l'aire d'étude

Seuls 2% de l'emprise du projet constituent donc des espaces naturels sur lesquels un effet négatif définitif est attendu. Ces 2% sont situés au focus 3, au bout du parking des tritons et sur les bords de la Noé. Ils ne constituent pas des habitats d'intérêt patrimonial (ces derniers sont absents de l'aire d'étude).

Un effet ponctuel brut moyen est attendu sur un focus aujourd'hui plus préservés, le jardin de la maison du général (focus 2) : l'habitat « parc arboré en contexte urbain » y a été reconnu comme habitats d'espèces protégées, en ce qui concerne les zones boisées et arbustives utilisées par les oiseaux, le hérisson d'Europe et les chiroptères.

➢ *Ponctuellement, le projet aura effet brut **positif** global et négatif ponctuel **moyen**.*

GENERATION D'UNE POLLUTION LUMINEUSE DANS CERTAINS SECTEURS ENCORE PRESERVES (JARDINS, PARCS…) → EFFET NEGATIF PONCTUEL MOYEN

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

- Par exemple, le rouge-gorge (*Erithacus rubecula*), très représenté dans l'aire d'étude, commence à chanter avant que l'homme ne perçoive le lever du jour parce qu'il capte des longueurs d'onde que l'être humain ne capte pas. Mais s'il chante au milieu de la nuit, c'est qu'il est perturbé par la lumière artificielle. Il s'épuisera à chanter, ne dormira plus, aura des troubles reproducteurs.
- Certaines espèces de chiroptères inventoriées sont lucifuges, c'est-à-dire qu'ils fuient la lumière. Un apport supplémentaire d'éclairage artificiel serait donc de nature à rendre l'habitat de ces espèces inhospitalier.

En l'occurrence, le tramway s'insère sur des voiries existantes déjà éclairées ; l'évolution de la trame noire est donc globalement négligeable.

Un effet ponctuel brut est attendu sur les focus aujourd'hui plus préservés, notamment le jardin de la maison du général (focus 2).

➢ *Effet brut ponctuel négatif moyen à fort*

L'impact des vibrations a été étudié, notamment connaissant l'enjeu sur le site de la Maladrerie représentant un gîte hivernal d'importance régional pour les chiroptères. Une étude vibratoire a été menée pour mesurer notamment le risque d'effondrement des carrières. Il en est ressorti que le niveau vibratoire du tramway est négligeable.

D.3.2. Effets indirects et induits

Rappelons que les **effets indirects** résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Ils peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long. Cependant, leurs conséquences peuvent parfois être aussi importantes que celles des effets directs. Ces effets (et les impacts associés) sont plus difficilement qualifiables et quantifiables du fait de la distance spatio-temporelle entre l'action et sa conséquence. De plus, les **effets induits** ne sont pas liés au projet lui-même, mais à d'autres aménagements ou à des modifications induites par le projet.

D.3.2.1. *Effets indirects*

RISQUE DE DISSEMINATION D'ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES → EFFET NEGATIF INDIRECT **FORT**.

L'aménagement d'un espace générant des travaux et un remaniement du sol peuvent faciliter l'apparition et la colonisation d'espèces exotiques envahissantes. Rappelons que plusieurs de ces espèces ont été inventoriées sur le périmètre d'étude. La prolifération de ces espèces aboutit à une perte de la diversité biologique. En l'occurrence, 6 espèces invasives avérées ont été recensées (Liste complète des espèces invasives et cartographie en C.3.2.2 Flore). La dissémination peut avoir lieu sur tout le tracé potentiellement, car pouvant s'effectuer via les engins de chantier.

- *Risque brut ponctuel et potentiel : négatif indirect **fort***

CREATION DE PIEGES SUR LE CHANTIER→ EFFET NEGATIF INDIRECT **FORT**

Les zones de chantier peuvent représenter des pièges mortels pour de nombreuses espèces animales. En effet, le matériel et les aménagements sur le site des travaux sont souvent mortels (fosses, clôtures, zones de stockage). Les espèces fréquentant les environs du site peuvent se retrouver coincées dans les objets creux ou au fond des fosses, ou tout simplement mourir de stress en ne trouvant pas d'échappatoire dans les clôtures grillagées.
Au regard des investigations faune-flore, les espèces ciblées par ce risque sont toutes les espèces rampantes.

- *Risque brut ponctuel et potentiel : négatif indirect **fort***

RISQUES DE POLLUTION LIEE AUX TRAVAUX→ EFFET NEGATIF INDIRECT **FORT**

La présence d'engins peut engendrer des pollutions accidentelles (fuites d'hydrocarbures, déversements de produits chimiques, incendies, rejets…) lors des travaux. Les risques résident essentiellement en la pollution de la ressource en eau par infiltration de produits dangereux pour l'environnement ou par ruissellement de ces derniers et atteinte des eaux superficielles.

En l'occurrence, le secteur le plus concerné par ce risque est les abords de la Prairie où le tracé est à proximité du cours d'eau La Noé.

- *Risque brut ponctuel (secteur de la Prairie) et potentiel : négatif indirect **fort***

D.3.2.2. *Effets induits*

Aucun effet négatif induit sur la faune, la flore et les habitats n'est attendu.

Le projet a pour objectif premier de participer au report modal de la route vers les transports en commun, et en choisissant de réaménager des voiries existantes, a pour effet l'apaisement du trafic routier (ralentissement de la vitesse des automobiles).

Le projet a également pour objectif d'encourager les automobilistes à se réapproprier les axes de transit et à ne pas utiliser les voiries de desserte locale du centre-ville.

De ce fait, le projet induira, sur la faune et la flore :

- Ralentissement de la vitesse des flux routiers et apaisement du trafic : réduction du risque de collision et d'écrasement de la faune
- Report des voitures en centre-ville vers la périphérie : réduction du bruit, de l'éclairage nocturne (phares) et amélioration de la qualité de l'air en centre-ville, favorisant une réappropriation de la micro-trame verte par la faune.

Dans le cadre de l'étude d'impact globale du projet, et conformément au Code de l'Environnement concernant un projet d'infrastructure de transport, l'impact du projet sur la qualité de l'air et sur la qualité acoustique a été étudié.

Il en est ressorti, au regard du report modal attendu (voitures vers tramway), un effet **positif** tant sur l'air que sur le bruit. *(cf. étude d'impact du projet)*

Cette modélisation ne considère que le report modal des voitures vers le tramway ; or le projet incitera également à un report modal des voitures vers le vélo. L'effet positif est donc probablement sous-estimé dans l'étude d'impact.

L'amélioration globale du cadre de vie engendrée par le projet de tramway profitera autant à la faune qu'au milieu humain.

Plusieurs études scientifiques ont d'ailleurs démontré la perturbation engendrée par le bruit routier sur l'avifaune (*REIJNEN R., FOPPEN R., 1995 – The Effects of Car Traffic on Breeding Bird Populations in Woodland*) .

D.3.3. Effets cumulés

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

Dans le cadre d'une évaluation des impacts, une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus doit être menée. Il s'agit des projets ayant fait l'objet, à la date du dépôt de la présente étude :

- D'une étude d'incidences et d'une enquête publique au titre de la Loi sur l'eau ;
- D'une étude d'impact et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale (Ae) a été rendu public.

Dans le cas présent, aucun autre projet ne peut être identifié comme avoir des effets cumulés avec le projet Tramway 2028.

EFFETS	Evaluation de l'effet	Durée de l'effet	Type d'impact engendré	Groupe biologique concerné
Effets temporaires : phase travaux				
Création de zone de chantier	Faible	Temporaire	Destruction d'habitats	Habitat, flore et faune notamment insectes et mammifères
Génération de bruits, de vibrations et de poussière	Ponctuel faible	Temporaire	Perturbation des espèces	Principalement oiseaux, mammifères, reptiles
Abattage d'alignement d'abres et de haie	Ponctuel faible	Permanente	Altération d'habitats	Oiseaux et mammifères principalement
Effets directs permanents				
Emprise sur les habitats	Positif globalement Moyen ponctuellement	Permanente	Altération voire destruction d'habitats	Habitat, flore et Faune en général
Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés	Ponctuel moyen à fort	Permanente	Perturbation des espèces	Faune nocturne (mammifères, oiseaux, insectes)
Effets indirects				
Risque de dissémination d'espèces exotiques envahissantes	Potentiel, négatif et *fort*	Permanente	Altération des habitats	Flore principalement, faune à long terme
Création de pièges sur le chantier	Potentiel, négatif et *fort*	Temporaire	Destruction d'individus	Petite faune rampante principalement
Pollutions liées aux travaux	Potentiel, négatif et *fort*	Temporaire	Altération voire destruction d'habitats	Concerne ici principalement le milieu aquatique et ses espèces (amphibiens, insectes, mammifères potentiellement)

D.3.4. Evaluation du niveau d'impacts bruts

Comme présenté au chapitre D.2 Définition des impacts, les impacts sont définis en croisant les données de l'état initial (niveau d'enjeu, représentation de l'habitat, abondance des espèces, leur sensibilité...) et les différents effets du projet que ce soit en phase travaux ou en phase de fonctionnement.

Pour les impacts bruts, cette analyse par groupe biologique donne lieu au tableau suivant :

GROUPE	ENJEUX		EFFETS du PROJET	IMPACT				
	Description	Niveau d'enjeu	Type d'effet	Niveau de l'effet	Type d'impact	Description	Type d'espèce impactée	Niveau de l'impact
Habitats - Flore								
Habitats	Pas d'habitat d'intérêt patrimonial en tant que tel. Certains habitats présentent des potentialités d'accueil pour une faune patrimoniale (cf. suite du tableau).	**Moyen**	Création de zone de chantier	**Faible**	Destruction d'habitats	Les zones utiles au chantier peuvent potentiellement se positionner sur des habitats végétalisés (restant à faible enjeu dans un contexte urbain dans le cadre de cette étude).	Biodiversité ordinaire	**Moyen**
			Pollutions liées aux travaux	**Potentiellement fort**	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat et perturber voire détruire la faune qui s'y trouve. Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie.	Biodiversité ordinaire	
			Emprise sur les habitats	**Positif globalement**	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.	Biodiversité ordinaire	**Positif**
Flore	Aucune espèce ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité. 6 espèces exotiques envahissantes avérées ont été observées avec une densité plus nette autour des jardins ou des zones rudérales.	**Moyen**	Création de zone de chantier	**Faible**	Destruction d'habitats	Les zones utiles au chantier peuvent potentiellement se positionner sur des habitats végétalisés (restant à faible enjeu dans un contexte urbain dans le cadre de cette étude).	Biodiversité ordinaire	**Moyen**
			Pollutions liées aux travaux	**Potentiellement fort**	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat et perturber voire détruire la faune qui s'y trouve.	Biodiversité ordinaire	
			Emprise sur les habitats	**Positif globalement**	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.	Biodiversité ordinaire	**Positif**
			Installation d'espèces floristiques envahissantes	**Potentiellement fort**	Altération des habitats	La prolifération de ces espèces aboutit à une perte de la biodiversité.	Envahissante	**Moyen**
Arbres	Aucun des arbres présent 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. L'intérêt écologique se porte principalement sur les essences autochtones et les formations en bosquet.	**Faible à Moyen ponctuellement**	Abattage d'alignement d'arbres et de haie	**Moyen**	Altération d'habitats	Cet impact ne concerne pas d'arbres remarquables. Néanmoins, l'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements d'espèces faunistiques.	Espèces horticoles majoritairement	**Faible à Moyen ponctuellement**
Corridors écologiques	Aucun corridor écologique n'a été recensé dans l'aire d'étude, bien que les haies puissent constituer des axes de déplacement ponctuels. Au contraire, la trame viaire constitutive de l'aire d'étude s'inscrit dans un environnement plus riche.	**Faible**	Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés	**Moyen**	Perturbation des espèces	L'aire d'étude du projet est constituée d'axes de circulation déjà éclairés, qui longent des parcs et jardins constitutifs de la trame noire. Néanmoins, certains espaces, dépourvus d'éclairage actuellement, vont se voir éclairés, ce qui pourrait perturber les espèces nocturnes.	Espèces protégées essentiellement mais aussi biodiversité ordinaire	**Faible**
			Abattage d'alignement d'arbres et de haie	**Faible**	Altération d'habitats	Cet impact ne concerne pas d'arbres remarquables. Néanmoins, l'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements d'espèces faunistiques.		
Zones humides	Absence de zone humide (rapport en annexe)	**Peu ou pas d'enjeu**	Pollutions liées aux travaux	**Potentiellement fort**	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cela pourrait perturber voire détruire la faune qui s'y trouve.		**Faible**
Faune								
Oiseaux	Plusieurs espèces patrimoniales inventoriées avec 5 espèces présentant un enjeu moyen	**Moyen**	Génération de bruits, de vibrations et de poussière	**Faible**	Perturbation des espèces	Les bruits causés par le chantier pourront perturber les oiseaux, notamment en période de reproduction lorsqu'ils utilisent des effets sonores pour se reproduire.	Biodiversité ordinaire dont des espèces protégées et patrimoniales	**Moyen**
			Abattage d'alignement d'arbres et de haie		Altération d'habitats	L'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements des oiseaux.		
			Génération d'une pollution lumineuse	**Moyen**	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter la trame noire utilisée par les oiseaux nocturnes, mais aussi la phénologie des espèces d'oiseaux.		
Mammifères (hors chiroptères)	Observation d'une espèce protégée : le hérisson d'Europe	**Fort et localisé pour le hérisson**	Création de zone de chantier	**Faible**	Destruction d'habitats	Diminution de l'habitat disponible et de possibilité de déplacement (pour les espèces rampantes).	Espèces protégées mais aussi	**Fort (localisé)**
			Création de pièges sur le chantier	**Potentiellement fort**	Destruction d'individus	Risque de piéger des individus sur le chantier (hérisson).		

			Emprise sur les habitats	**Moyen pour le focus 2**	Altération d'habitats	Ligne passant dans le jardin du général, où deux hérissons ont été observés. La ligne passe principalement sur la zone enherbée du jardin.	biodiversité ordinaire	
			Génération de bruits, de vibrations et de poussière	**Faible**	Perturbation des espèces	Le bruit pourrait perturber et faire fuir les espèces telles que le hérisson et potentiellement l'écureuil.		**Moyen**
		Faible globalement	Pollutions liées aux travaux	**Potentiellement fort**	Altération voire destruction d'habitats	Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie, où le campagnol amphibie a été recensé dans la bibliographie.		**Faible**
Mammifères (hors chiroptères)	Observation d'une espèce protégée : le hérisson d'Europe	**Faible globalement**	Emprise sur les habitats	**Positif globalement**	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.	Espèces protégées mais aussi biodiversité ordinaire	**Positif**
			Abattage d'alignement d'arbres et de haie	**Faible**	Altération d'habitats	Diminution de l'habitat disponible et de possibilité de déplacement (potentiellement pour l'écureuil, espèce présente potentiellement).		**Faible**
			Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés	**Moyen**	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter les mammifères aux mœurs nocturnes, notamment le hérisson. Cet impact concerne particulièrement l'apport de lumière dans le jardin de la maison du Général.		**Moyen**
Mammifères chiroptères	Pas de site de gîte recensé. Ecoutes mettant en évidence la présence de 10 espèces et une activité majoritaire de transit. Une diversité plus importante sur certains focus (4 et 2) mettant en évidence l'importance d'une conservation de la trame verte urbaine.	**Moyen**	Abattage d'alignement d'arbres et de haie	**Faible**	Altération d'habitats	L'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer les déplacements des chiroptères (aucun des arbres recensé ne représente de gîte pour les chiroptères).	Espèces protégées	**Moyen**
			Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés	**Moyen**	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter le déplacement des chiroptères s'aidant fortement de la trame arborée pour se déplacer en contexte urbain. Cet impact concerne particulièrement l'apport de lumière dans le jardin de la maison du Général.		
Amphibiens	Observation localisée d'une espèce protégée partiellement : la grenouille verte commune, sans preuve de reproduction et en marge du projet.	**Faible**	Pollutions liées aux travaux	**Potentiellement fort**	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie où la grenouille verte a été recensée.	Espèce protégée	**Faible**
Reptiles	Observation localisée d'une espèce protégée : le lézard des murailles à la faveur de milieux néoformés (talus, merlons).	**Faible**	Génération de bruits, de vibrations et de poussière	**Faible**	Perturbation des espèces	Le bruit et les vibrations pourraient perturber et faire fuir les individus notamment présents sur le secteur de la Maladrerie.	Espèce protégée	**Faible**
Insectes	Pas d'espèce à intérêt patrimonial à souligner.	**Faible**	Création de zone de chantier	**Faible**	Destruction d'habitats	Les zones utiles au chantier peuvent potentiellement se positionner sur des habitats végétalisés (restant à faible enjeu dans un contexte urbain dans le cadre de cette étude).	Biodiversité ordinaire	**Faible**
			Pollutions liées aux travaux	**Potentiellement fort**	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cela pourrait perturber voire détruire les insectes qui s'y trouvent (notamment les odonates étudiés ici). Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie.		
			Génération d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore préservés	**Moyen**	Perturbation des espèces	L'apport de sources de lumière dans certains secteurs peut impacter le déplacement et le comportement des espèces nocturnes (coléoptères, hétérocères,…).		
			Emprise sur les habitats	**Positif globalement**	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.		**Positif**

Ainsi, les objectifs de gestion des impacts sont:

- Eviter au maximum l'impact sur les zones végétalisées pouvant servir de refuge ou de site de nidification aux espèces protégées (notamment le hérisson, les oiseaux, dans le jardin de la maison du Général)
- Conserver la possibilité de déplacement des espèces dans un contexte urbain
- Valoriser le caractère écologique existant des milieux traversés
- Anticiper les conséquences des désagréments induits par le chantier

D.4. Première phase de la séquence ERC(A)

A l'issu de l'évaluation des impacts du projet sur la faune, la flore et les habitats, une proposition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement et développé ci-dessous.

Les mesures d'évitement et de réduction sont intégrées dans la conception technique du projet mais aussi dans la planification du chantier. Elles ont pour but à titre préventif de supprimer les effets du projet et diminuer ainsi son impact.

Les mesures d'accompagnement vont optimiser la phase chantier, limiter au maximum les effets potentiels des travaux sur l'environnement, mais aussi optimiser l'intérêt écologique des milieux en les rendant plus favorable à l'accueil des espèces.

CODE	Intitulé de la mesure	Phase
	Mesures d'évitement et de réduction	
E1	**Projet restant en dehors des zones humides**	Amont
E2	**Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et du boulevard Guillou**	Amont
E3	**Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert**	Amont
E4	**Projet évitant la Presqu'Ile**	Amont
R1	**Réduction de l'emprise du projet au maximum**	
R1.1	Limitation de l'emprise du chantier	Chantier
R1.2	Réflexion sur la définition du tracé	Amont
R2	**Passage d'un écologue avant travaux**	Chantier
R3	**Interventions de débroussaillage ou de défrichement à réaliser hors de la période sensible pour la faune**	Chantier
R4	**Lutte contre les pollutions du chantier**	Chantier
R5	**Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers**	Chantier
R6	**Gestion des espèces floristiques invasives**	
	R6.1 : Diminution du risque de dissémination lors du chantier	Chantier
	R6.2 : Gestion par enlèvement des espèces invasives	Chantier
R7	**Enherbement réfléchi de la ligne**	Chantier
R8	**Plantation d'alignement d'arbres**	Chantier
R9	**Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	Chantier et Exploitation
R10	**Projet restant en dehors des zones refuges du hérisson d'Europe**	
R10.1	Evitement total des zones refuges par le projet	Amont
R10.2	Mise en défens de ces zones lors des travaux	Chantier
	Mesures d'accompagnement	
A1	**Formation du personnel lors du chantier**	Chantier
A2	**Augmenter la biodiversité dans les zones préservées**	Chantier
A3	**Installation de gîtes artificiels**	Chantier
A4	**Communication sur les zones protégées**	Exploitation
A5	**Mettre en valeur les zones protégées après travaux**	Exploitation
	Mesures de suivi	
SE0	Suivi de la bonne mise en place des mesures écologiques	Chantie et exploitation
SE1	Suivi des espèces floristiques invasives	Exploitation
SE2	Suivi de l'avifaune	Exploitation
SE3	Suivi des chiroptères	Exploitation
SE4	Suivi de la renaturation des zones protégées	Exploitation

Figure 110. Liste des mesures ERC(A) et Suivis

D.4.1. Mesures d'évitement (E)

Les mesures d'évitement peuvent théoriquement se répartir en trois grandes catégories : géographique, technique, temporelle.

Dans le cas présent, **le parti pris du projet de s'inscrire d'emblée sur les voiries existantes et de proposer une plateforme perméable à la place de la voirie**, constitue une mesure d'évitement transverse majeure du projet sur les habitats potentiels, ainsi que sur la plupart des impacts (paysage, foncier…).

Par ailleurs, au fil de sa conception, **le projet a systématiquement évité les principaux enjeux** recensés sur l'aire d'étude du projet. Ces mesures d'**évitement** sont :

De type **géographique et technique** :

- **E1 : Projet restant en dehors des zones humides** (inventoriés par le critère sol ET le critère de végétation). Aux abords du projet, les zones humides potentielles sont surtout au niveau de la Prairie, mais l'état des lieux a démontré l'absence de zone humide sur le périmètre du projet. Le projet ne va pas s'implanter sur cette zone humide à fort intérêt pour la faune locale. Le projet n'implique pas non plus de modification du cours d'eau actuel (La Noé) ou sa berge, car le tracé de la future ligne passe au nord du Boulevard Yves Guillou, en partie dans l'enceinte du Lycée Malherbe.

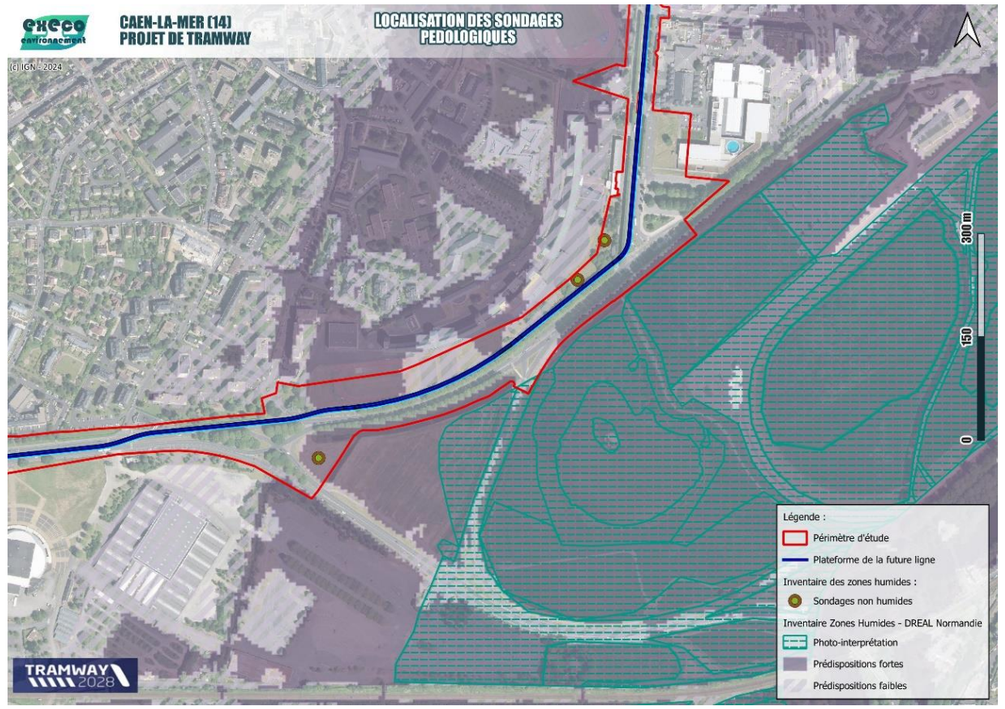


Figure 111. Carte de l'étude des zones humides sur le zecteur de la Prairie et situation de la future ligne.

E2 : Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et du boulevard Guillou le long de la Prairie, pouvant représenter des axes de déplacement pour la faune volante.

- Une variante de tracé via le lycée Malherbe a permis d'éviter d'impacter le talus marquant la lisière du site de la Prairie (en instance de classement), son cours d'eau et son alignement d'arbres ;
- Par ailleurs, la conception du tramway a été pensée de façon à préserver l'alignement d'arbres du boulevard Bertrand.

Les deux arbres remarquables de la place Gambetta sont également évités.

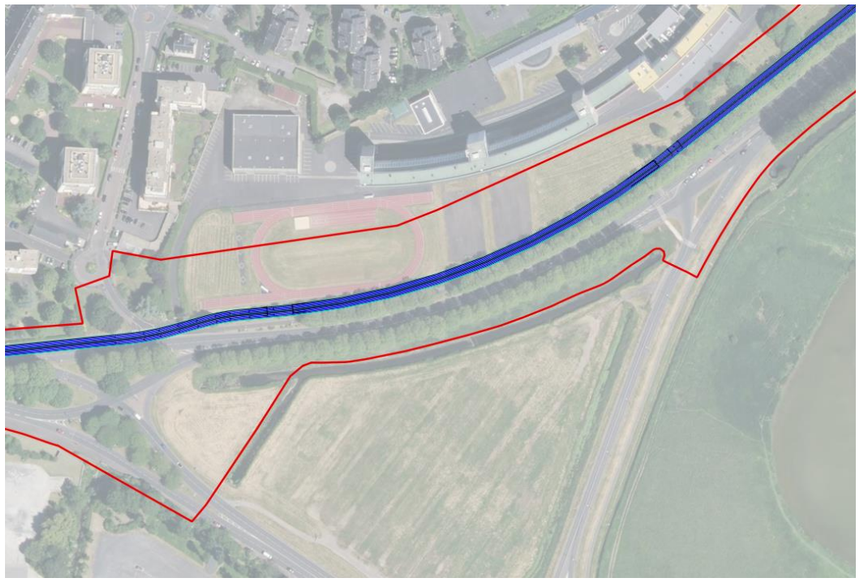


Figure 112. Passage de la ligne au niveau du boulevard Guillou

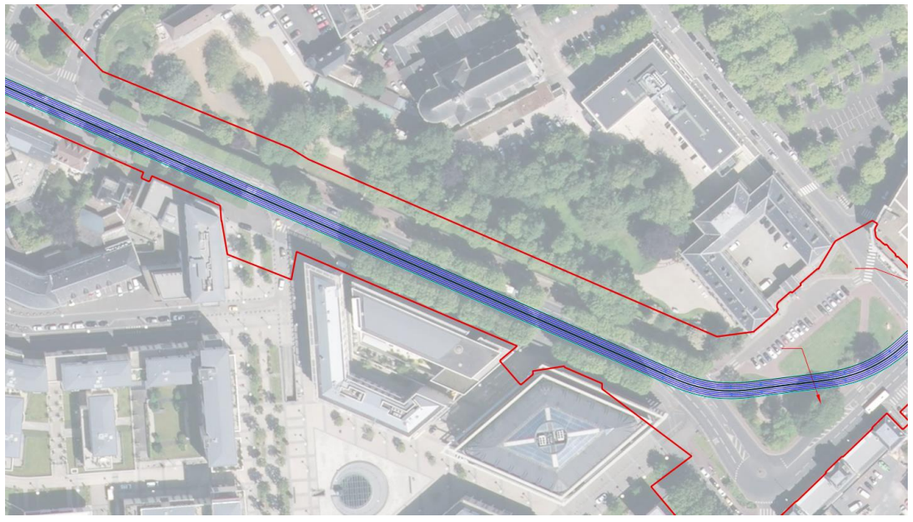


Figure 113. Passage de la ligne au niveau du boulevard Bertrand

E3 : Projet évitant la zone N au nord de l'échangeur du Chemin Vert, zone définie en parc arboré en contexte urbain qui représente un espace assez peu fréquentée par l'homme (gestion et fréquentation ponctuelle). Elle accueille une certaine diversité d'espèce de chiroptères et des espèces d'oiseaux patrimoniales mais communes (mésange charbonnière et mésange huppée).

- Une variante de programme a consisté à délocaliser et réduire l'emprise d'un futur parking relais, en réaménageant un parking existant au lieu de construire ex nihilo un parking en zone N, à l'extérieur de l'échangeur du Chemin Vert.

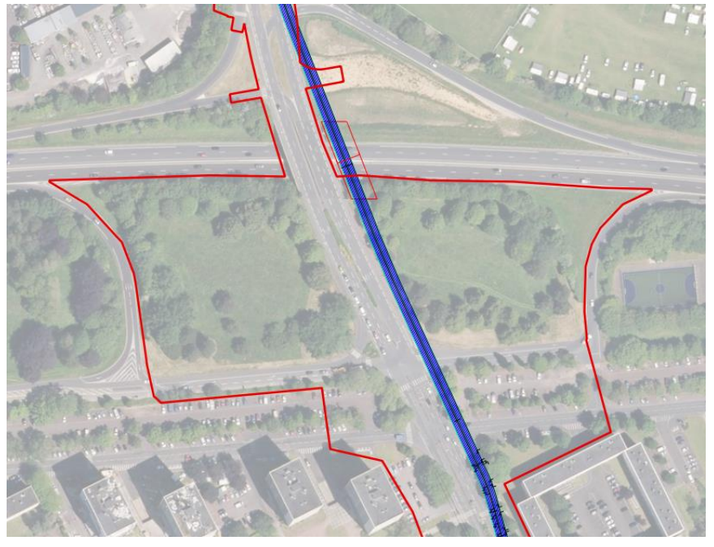


Figure 114. Passage de la ligne au niveau de l'échangeur du chemin vert

E4 : Projet évitant la Presqu'Ile

- Le terminus Est du tramway a été abandonné, car situé sur la presqu'île, future zone inondable d'après le rapport du GIEC. Cette mesure a permis d'éviter un impact sur la flore (*Parentucellia latifolia,* espèce à faible enjeu écologique), recensée lors des inventaires de la première saison ; le secteur a ensuite été sorti de l'aire d'étude pour les inventaires des trois saisons suivantes).

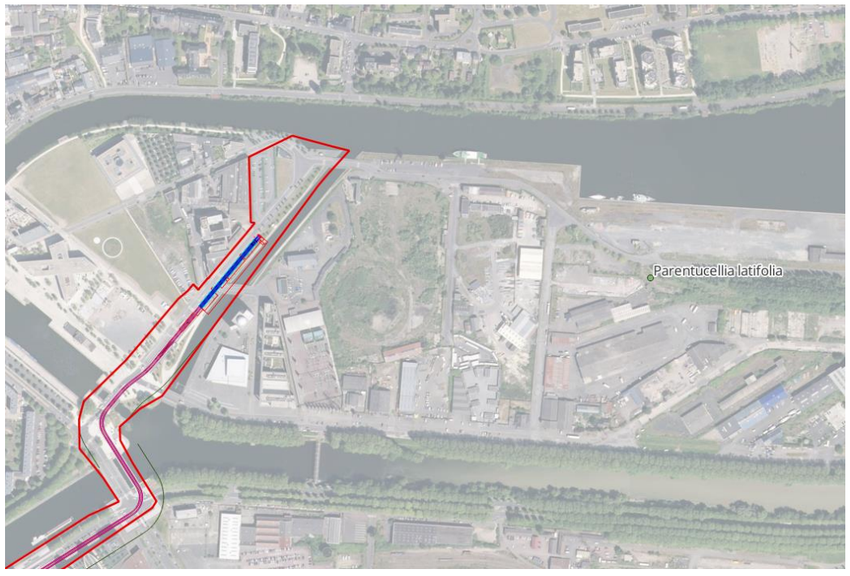


Figure 115. Situation du terminus sur la presqu'île et situation de la flore patrimoniale

Synthèse des mesures d'évitement

- Inscription du projet sur la voirie en priorité
- Zones humides : évitement du site de la Prairie
- Alignements d'arbres : évitement des alignements majeurs (boulevard Bertrand, en connexion avec les jardins de la Préfecture ; boulevard Guillou au droit de la Prairie)
- Habitats : évitement de la zone N au nord de l'échangeur du Chemin vert ; évitement de la Presqu'île.

D.4.2. Mesures de réduction (R)

Les mesures de réduction peuvent théoriquement se répartir en trois grandes catégories : géographique, technique, temporelle. Une mesure de réduction peut avoir plusieurs effets sur l'impact identifié.

Dans le cas présent, les mesures de **réduction** sont :

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).
  - **R1.1 : Limitation de l'emprise du chantier** : réflexion sur la surface réellement nécessaire à la réalisation du chantier, réflexion sur l'implantation des bases de vie, en favorisant les zones déjà aménagées ou bétonnées pour le stockage de matériaux et des engins. Les zones à éviter sont celles présentant des enjeux écologiques (Figure 106. Carte de synthèse des enjeux écologiques).
  - **R1.2**: **Réflexion sur la définition du tracé** afin d'éviter, au maximum, les zones arborées ou arbustives hautes. Elles contribuent à la densification des micro-trames de déplacement urbaines utilisées par les espèces volantes (oiseaux et chiroptères). Un marquage des arbres conservés sera effectué. Ainsi, dans la zone du projet, **ce sont environ 650 arbres qui seront conservés** sur les 1100 existants.

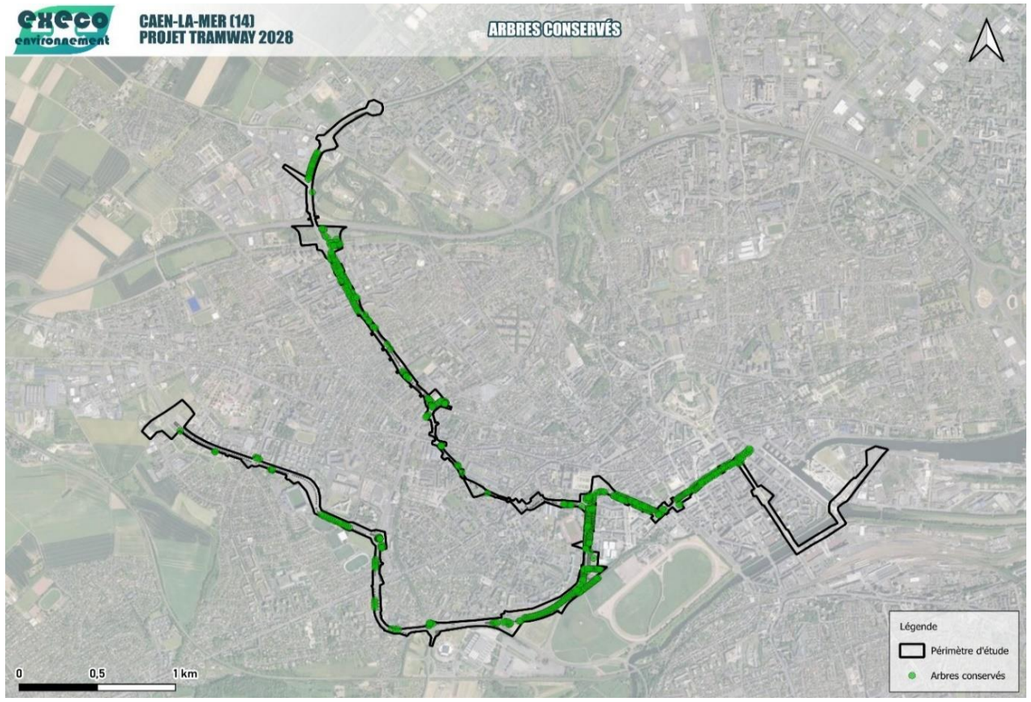


Figure 116. Carte des arbres conservés

De type **temporel** :

- **R3 :**
  - **Interventions d'abattage d'arbres et de haies 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 septembre 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**.
  - **Sur le site de la Maladrerie,** au droit des carrières consolidées et non remblayées pouvant abriter des chiroptères, les travaux au brise-roche hydraulique qui pourraient s'avérer nécessaires, notamment pour la réalisation des massifs de fondation des poteaux de ligne aérienne de contact, seront réalisés hors période d'hibernation et de gestation des chiroptères.

De type **technique** :

- **R2 : Passage d'un écologue avant chaque phase de travaux sur les différents fronts de travaux.** Quelques jours avant le commencement des 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 (pelle électrique…) 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)

- **R5 : Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers** en mettant en place des solutions efficaces : boucher les objets creux (poteaux creux, tuyaux, regards à ouverture libre…), installer des échappatoires à faune (dans les fosses et clôtures). Un filet bas anti-intrusion (cf. pour les espèces rampantes doit aussi être mis en place entre les espaces verts et le chantier (notamment à proximité des zones protégées définie en mesures d'évitement) afin de limiter l'introduction d'espèces sur le chantier.



Figure 117. Filet "anti-intrusion" pour éviter le passage de la faune sur le chantier

- **R6 : Gestion des espèces exotiques envahissantes**.

L'effort des actions proposées dans cette mesure doit se porter essentiellement sur les 6 espèces invasives avérées inventoriées dans l'étude floristique, à savoir pour rappel :

l'arbre à papillons (*Buddleja davidii*),
le cytise faux-ébénier (*Laburnum anagyroides*),
le laurier palme (*Prunus laurocerasus*),
la renouée du Japon (*Reynoutria japonica)*,
le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*),
le séneçon du cap (*Senecio inaequidens*).

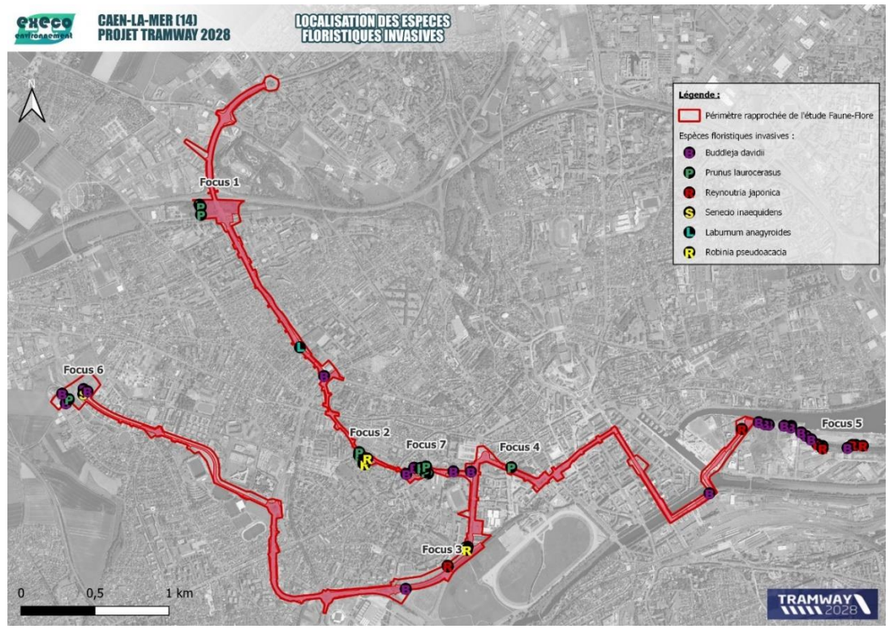


Figure 118. Localisation des espèces invasives avérées

- **R6.1 : Diminution du risque de dissémination lors du chantier**. Il s'agit d'exiger, de la part des entreprises effectuant les travaux, de nettoyer méticuleusement les engins de chantier avant d'entrer sur le site. En effet, la dissémination des EEE, telle que la renouée du Japon, peut se faire via les engins ayant travaillé dans des milieux colonisés. Les accessoires (pelles, godets, fourches) doivent également être nettoyés pour ne comporter aucun débris végétal, ni aucun résidu de terre risquant d'être contaminée. Des fiches issues du Guide d'identification et de gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes sur les chantiers de Travaux Publics sont disponibles dans ce document : https://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/biblio/leguide_v5-eee_chantiers_compressed.pdf) dont sont issue les recommandations générales ci-après (cf Figure 119).

- **R6.2 : Gestion par enlèvement des EEE.** Il s'agit d'enlever les espèces en les déracinant (le plus souvent à l'aide d'une tractopelle pour les pieds importants) et veillant à bien retirer les racines puis en l'évacuant vers un centre agréé.

Ces mesures s'appliqueront pareillement à l'ensemble de ces 6 espèces invasives « avérées ».

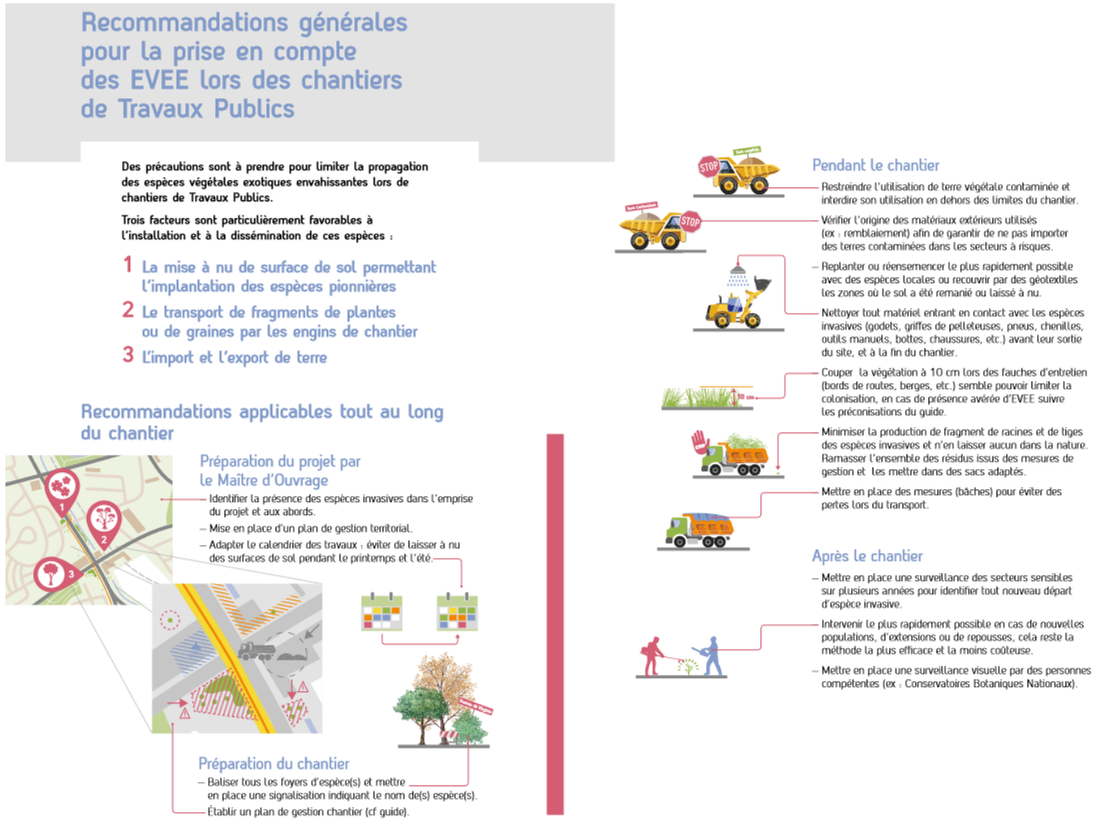
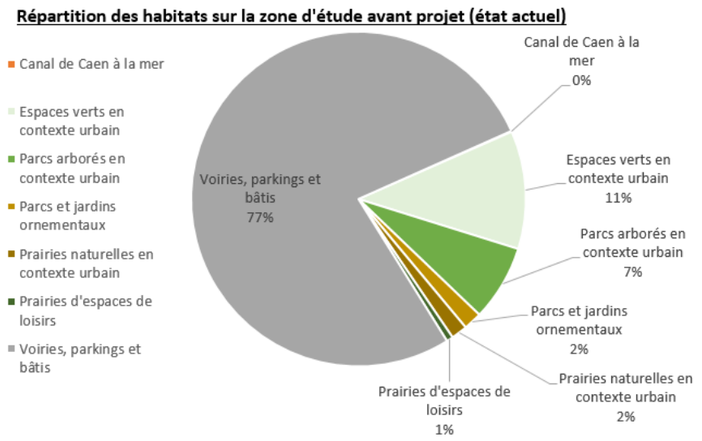


Figure 119. Recommandations générales (Sources : Guide d'identification et de gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes sur les chantiers de Travaux Publics)

- **R7 : Enherbement réfléchi de la ligne** afin de réduire au maximum la superficie imperméable bétonnée et permettre le déplacement naturel de plusieurs groupes faunistiques rampants. Pour rappel, 33% de la surface de la future ligne est actuellement enherbée : il s'agit donc de réduire l'impact de l'implantation de la ligne sur ces espaces déjà enherbés. **La plateforme de la future ligne sera enherbée à 80% ce qui représentera un gain en espaces végétalisés** (77% sont actuellement bétonnés). L'ensemencement des plates-formes enherbées sera fait avec des espèces rustiques et locales telles que des graminées (brome, fétuques,…) et de fleurs sauvages et légumineuses (trèfles, pâquerettes,…). Ces espèces assurent un enherbement résistant au stress hydrique et ne nécessitent donc aucun arrosage y compris à l'installation : la plateforme ne sera donc pas arrosée, ce qui respecte la problématique globale qui est l'économie d'eau. Il est recommandé de réaliser les semis en automne, car l'installation de ces plantes nécessite plus de temps que des espèces horticoles.



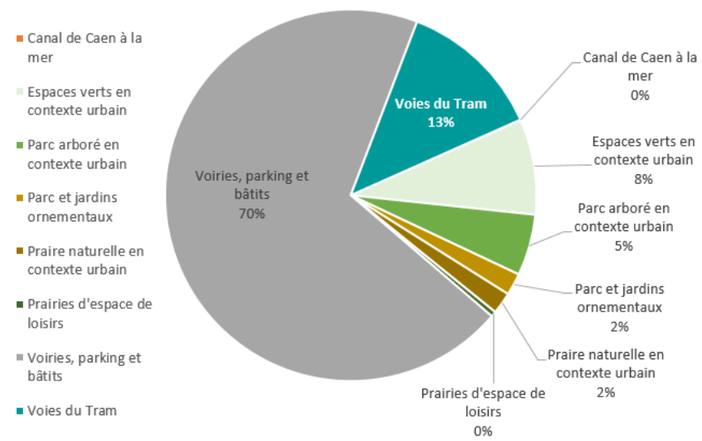


Figure 120. Répartition des habitats avant et après projet sur la zone d'étude

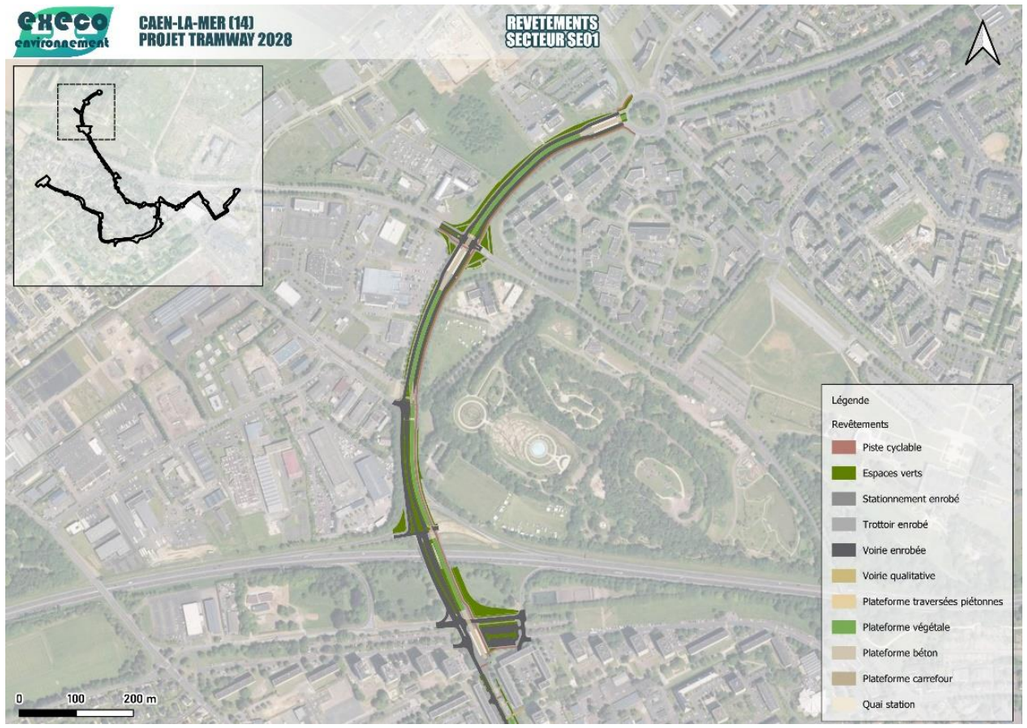


Figure 121. Revêtement de la ligne dans le secteur SE01



Figure 122. Revêtement de la ligne dans le secteur SE02

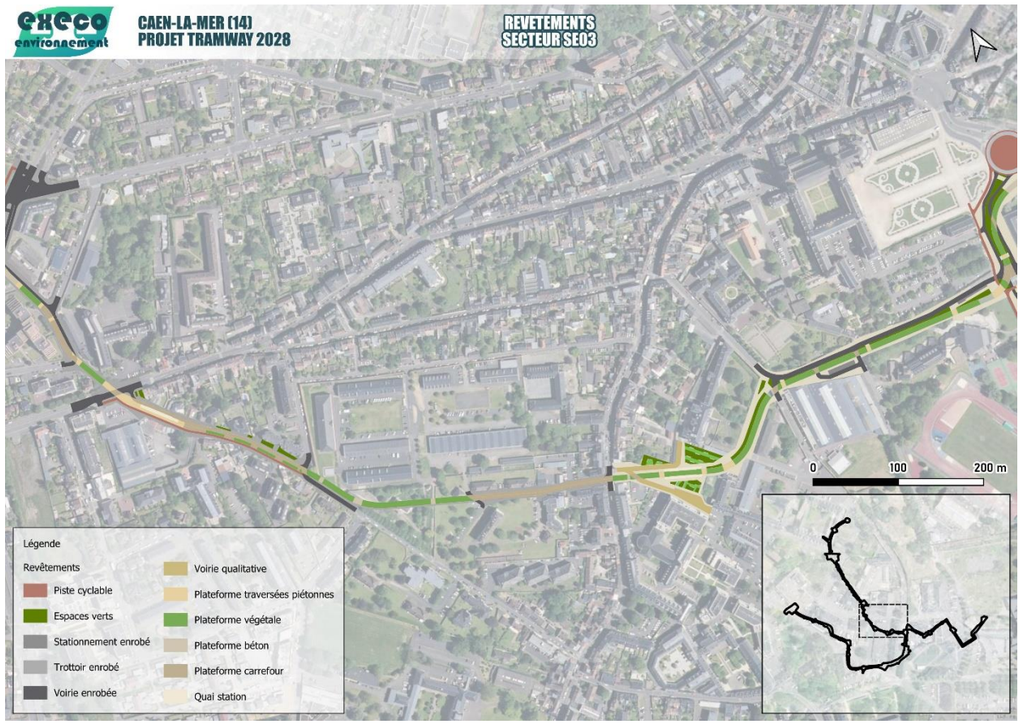


Figure 123. Revêtement de la ligne dans le secteur SE03

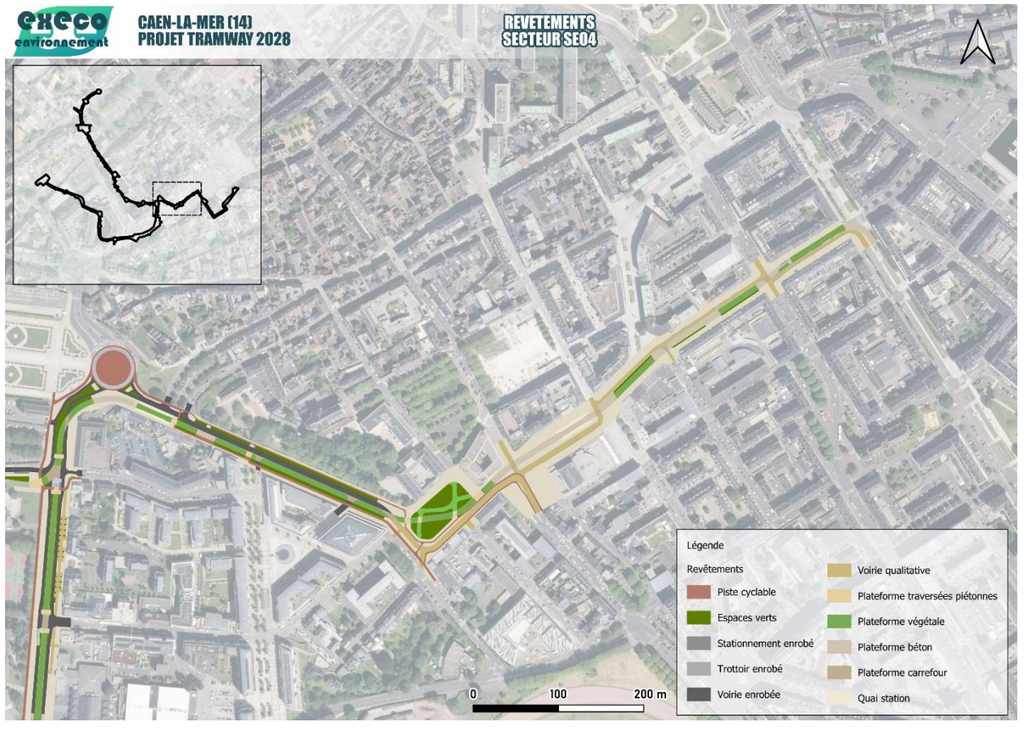


Figure 124. Revêtement de la ligne dans le secteur SE04

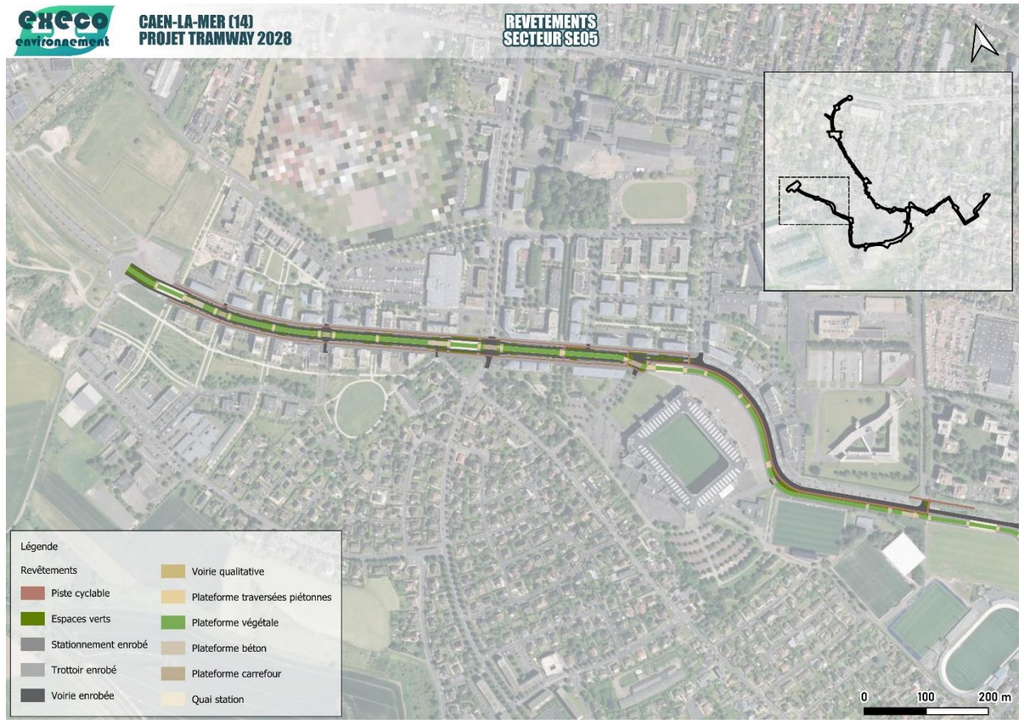


Figure 125. Revêtement de la ligne dans le secteur SE05

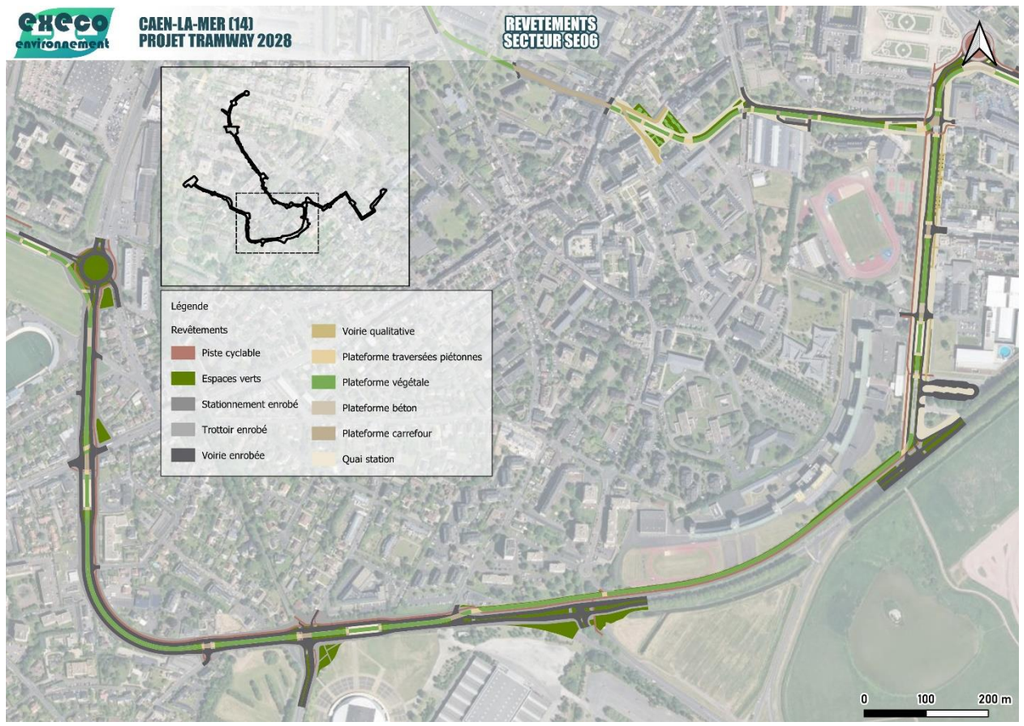


Figure 126. Revêtement de la ligne dans le secteur SE06

- **R8 : Plantation de continuités arborées** 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 d'au moins 500 arbres, tous choisis en fonction de leurs qualités (essences endémiques, écologiquement intéressantes, adaptées au changement climatique…).** Au préalable, l'espace sera aménagé en pleine terre (dans la situation initiale, les arbres sont dans des fosses individuelles). De plus, **la strate arbustive sera développée** globalement sur l'ensemble du tracé afin de relier les arbres d'alignements entre eux lorsque cela sera possible et ainsi développer les micro-trames vertes urbaines (strate intermédiaire, graminées…). Comme pour les arbres, les essences utilisées seront des espèces indigènes à la région (naturellement présentes). (Rappelons que les taxons horticoles possèdent un intérêt écologique bien inférieur à celui de la flore indigène). **Cette mesure garantit donc un gain qualitatif à moyen et long terme de la fonctionnalité des alignements d'arbres.** La plantation se fera rapidement une fois que les sites de plantation seront accessibles après travaux. Les arbres nouvellement plantés disposeront d'un dispositif de protection du tronc ou du plant entier.
  En termes de temporalité, les travaux s'étaleront dans le temps et l'espace et seront organisés par phase.

Lien avec la protection des alignements d'arbres au titre du L. 350-3 Code Environnement : cf. paragraphe D.3.1.1

En résumé, à chaque fois qu'il le sera possible, les arbres en place seront conservés et, à chaque fois que l'espace libre le permettra, la plantation d'arbres apportera à moyen et long terme une plus-value écologique à la trame urbaine et une ombre appréciable le long des tracés. La mise en place de toutes ces mesures permettra de réaliser des aménagements urbains appréciés de la faune mais aussi conviviaux. Dans un contexte de réchauffement climatique, la fraîcheur apportée par la végétation participera au bien-être animal mais aussi humain.

➔ Les fonctionnalités des alignements d'arbres seront conservées voire augmentées : l'équivalence écologique avant/après projet est positive.

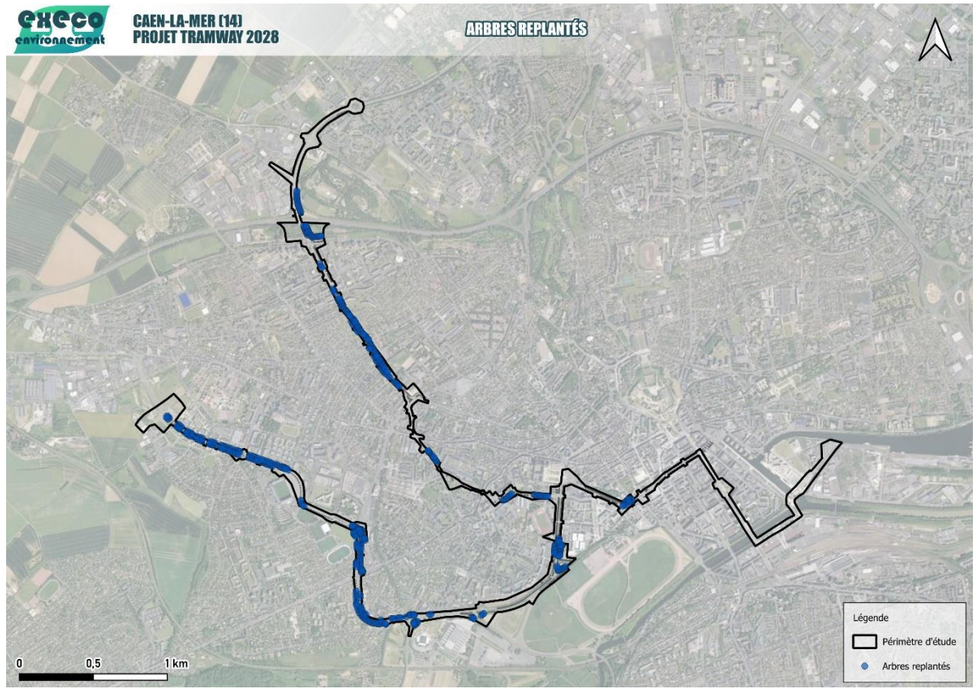


Figure 127. Carte des arbres replantés

Figure 128. Bilans des arbres : secteur SE01

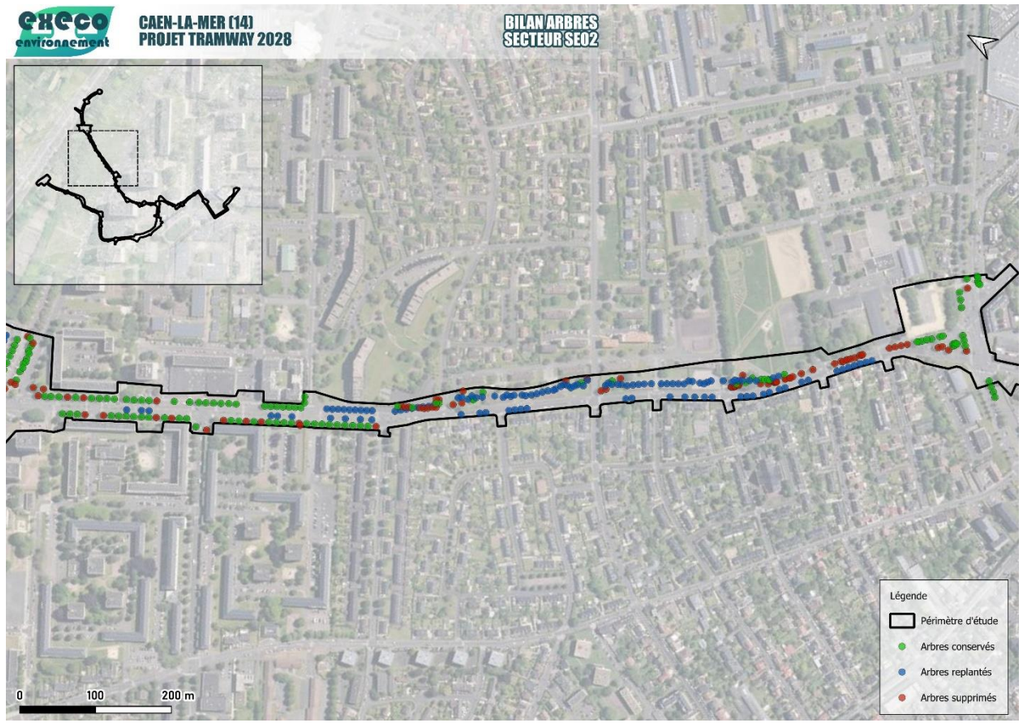


Figure 129. Bilans des arbres : secteur SE02

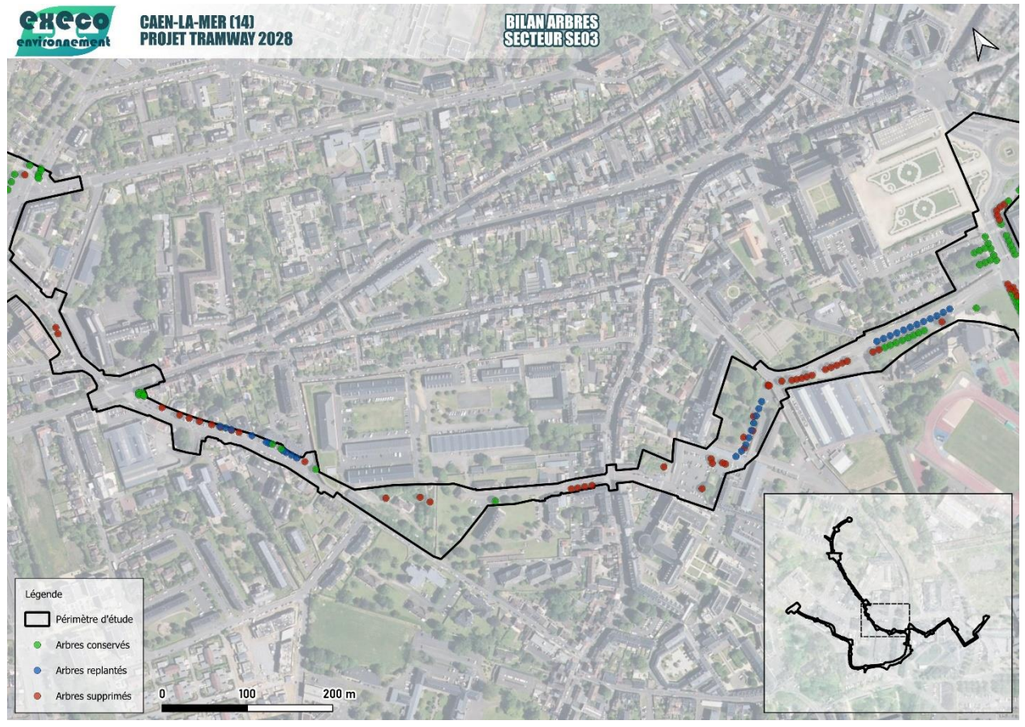


Figure 130. Bilans des arbres : secteur SE03

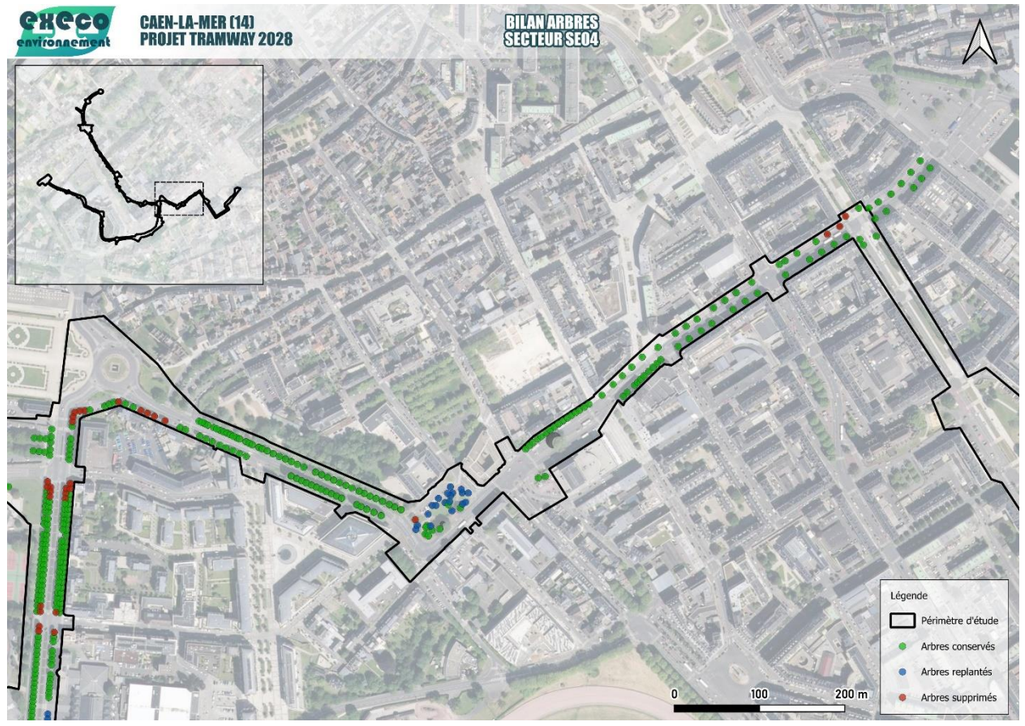


Figure 131. Bilans des arbres : secteur SE04

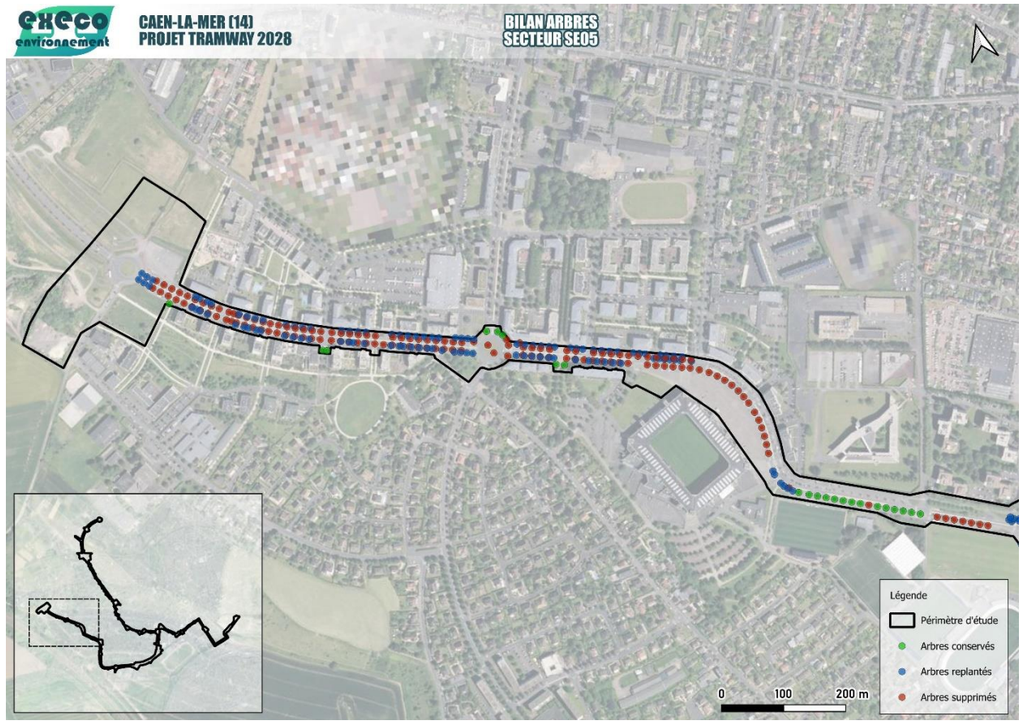


Figure 132. Bilans des arbres : secteur SE05

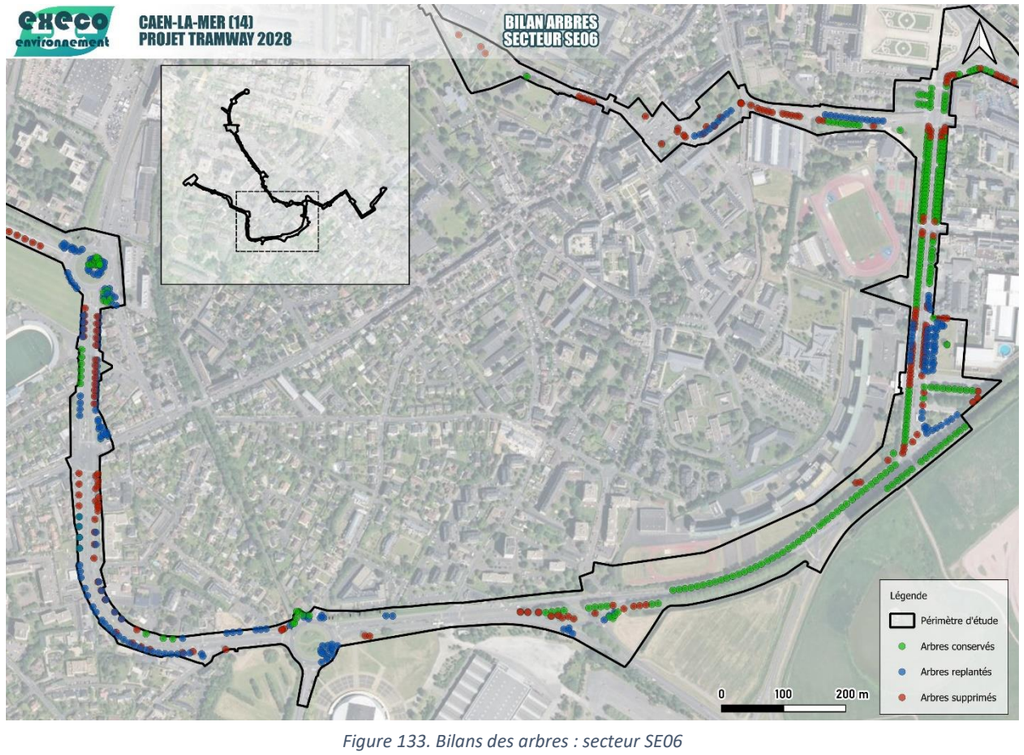


Figure 133. Bilans des arbres : secteur SE06

De type **temporel** et **technique** :

- **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**.
  Rappelons que le projet s'inscrit globalement sur des voiries urbaines existantes et éclairées ; il n'implique donc pas d'éclairage supplémentaire dans l'absolu.
  Là où, localement, le projet implique l'éclairage de zones aujourd'hui relativement préservées, 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'éteindre dès que possible les éclairages entre 1h et 5h afin de respecter le cycle biologique des espèces nocturnes (chiroptères, rapaces nocturnes, insectes, amphibiens…)
  - 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 avec des température chaude (par exemple LED 2200K) et d'ajuster la puissance des lampes aux besoins (dans le temps et l'espace).

  Rappel législatif :
  - *Article 41 de la loi du 3 août 2009 dite Grenelle 1 : « Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore, aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, suppression ou de limitation. ».*
  - *Trame noire préconisée dans les schémas régionaux de cohérence écologique.*

  Cette mesure devra être appliquée particulièrement à certains endroits du tracé où la présence des chauves-souris était notamment remarquable en qualité et en quantité : la place Gambetta et la maison du Général.

Chiroptères	
Focus	Nbr d'espèces
1 (Echangeur)	*5*
2 (Maison du G)	*8*
3 (Lycée et Prairie)	*3*
4 (Pl. Gambetta)	*10*
5 (Presqu'île)	*1*
6 (P Beaulieu)	*1*
7 (EPSM)	*4*

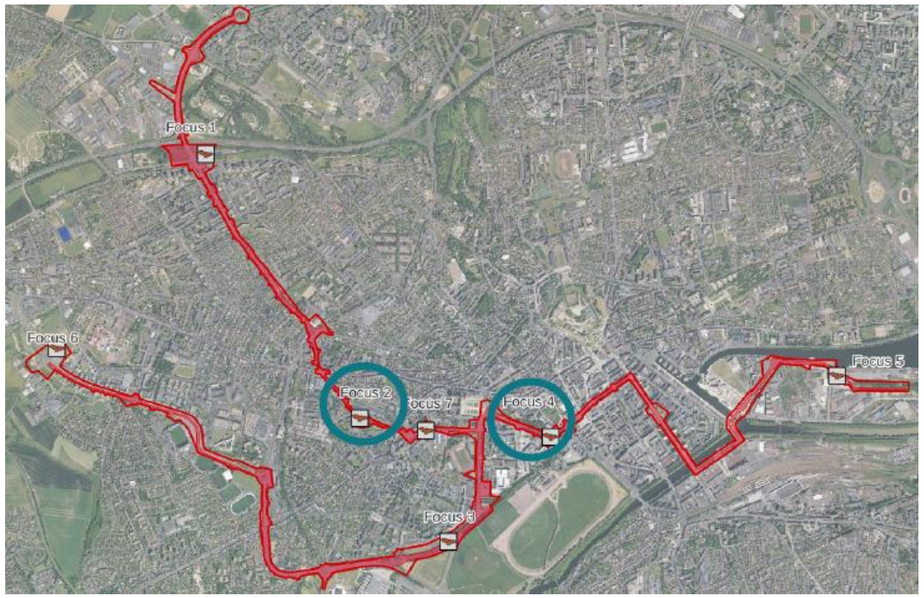


Figure 134. Carte des 2 focus présentant une activité chiroptérologique remarquable



Figure 135. Vue aérienne de la place Gambetta et du boulevard Bertrand



Figure 136. Vue aérienne de la maison du Général

- **R10 : Projet restant en dehors des zones refuges du hérisson d'Europe et des zones des espaces les plus arborés.** Ces zones refuges sont présentes en périphérie nord et sud du jardin de la maison du Général. Elles sont caractérisées par des pieds de haies ombragées, arborant d'une végétation plus dense, où les feuilles et brindilles se concentrent et où la gestion y est très ponctuelle : ce sont des zones où le hérisson, les oiseaux et les chiroptères vont pouvoir établir leur nid, hiberner, mettre bas, élever des jeunes et chasser.
  - **R10.1** : **Evitement total des zones refuges par le projet** (définition du tracé en dehors de ces zones). Une réflexion particulière et une modification du tracé va permettre d'éviter ainsi toute dégradation ou destruction de l'habitat (site de reproduction et aire de repos).
  - **R10.2** : **Mise en défens de ces zones lors des travaux** (protection physique grâce à des filets et barrières) via des zones « protégées ». Ces zones doivent être protégées de toute modification physique du milieu durant les travaux. La fréquentation de l'homme doit être aussi limitée aux suivis. Cette mesure évite ainsi toute dégradation ou destruction de l'habitat du hérisson (site de reproduction et aire de repos) durant les travaux mais aussi durant l'exploitation de la ligne de tramway. En effet, ces zones protégées sont vouées à être conservées pour créer des véritables zones préservées en faveur de la biodiversité.



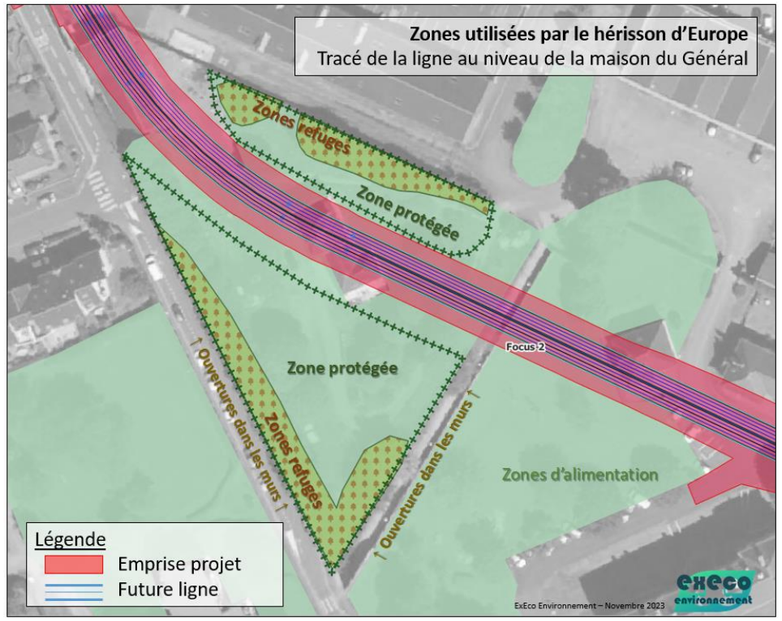


Figure 137. Positionnement de la mesure E1 en faveur du hérisson d'Europe



Figure 138. Vue aérienne du focus 2 (Google Earth)

Synthèse des mesures de réduction

- Recherche d'une plus-value écologique sur le parc arboré concerné par le projet : renforcement du potentiel en termes d'habitat et de corridor écologique (trame verte et trame noire) → enherbement réfléchi de la plateforme, massifs de graminées et pluristrate arborée, essences diversifiées, endémiques et adaptées au réchauffement climatique, éclairage raisonné…
- Attention particulière à l'insertion du tramway dans le jardin de la maison du général (habitat d'au moins un couple de Hérissons d'Europe)
- Chantier : suivi écologique du chantier, notamment sur les risques liés aux Espèces Exotiques Envahissantes

Bilan sur les corridors écologiques

Grâce aux mesures d'Evitement E2, E3 et E4 (permettant d'éviter l'impact sur les grands éléments de la Trame Verte à proximité du projet), et grâce **aux mesures de réduction**, notamment la mesure **R1** portant sur la réduction de l'emprise du projet, la mesure d'enherbement de la ligne (**R7**) et à la densification des continuités arborées (**R8**), **de véritables micro-trame apparaîtront au sein de la ville de Caen, suivant la nouvelle ligne, et permettant ainsi de connecter les grands corridors identifiés au nord, à l'ouest et au sud de la ville (cf B.2.3).**

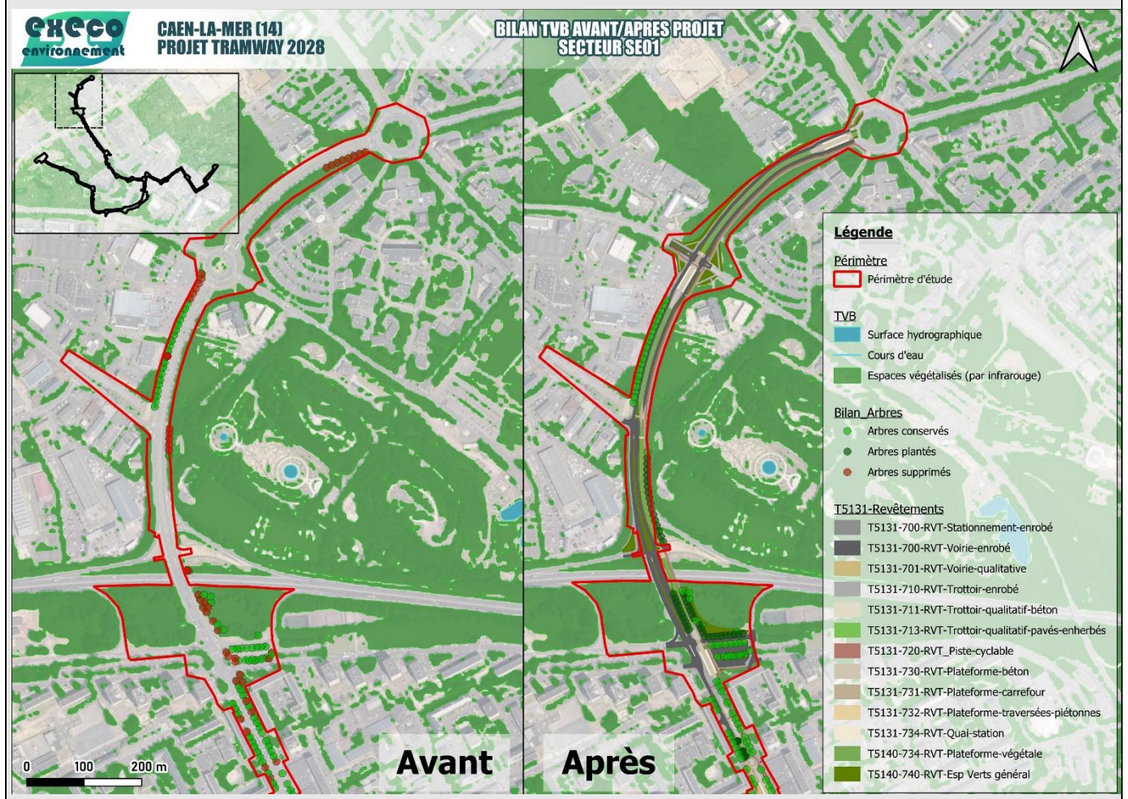


Figure 139. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE01)

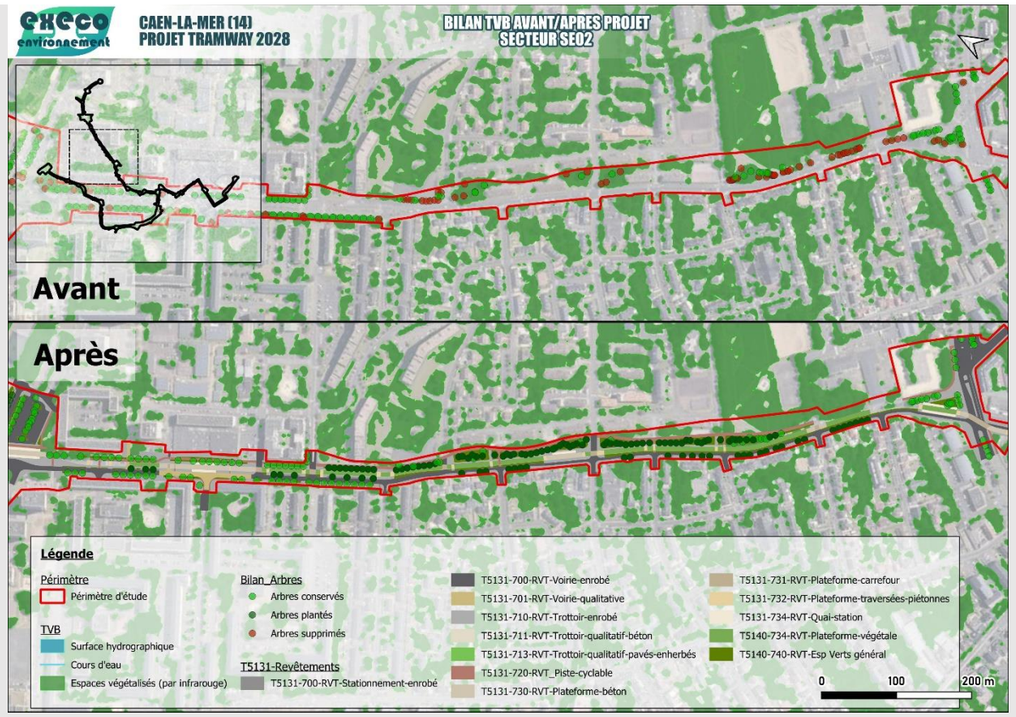


Figure 140. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE02)

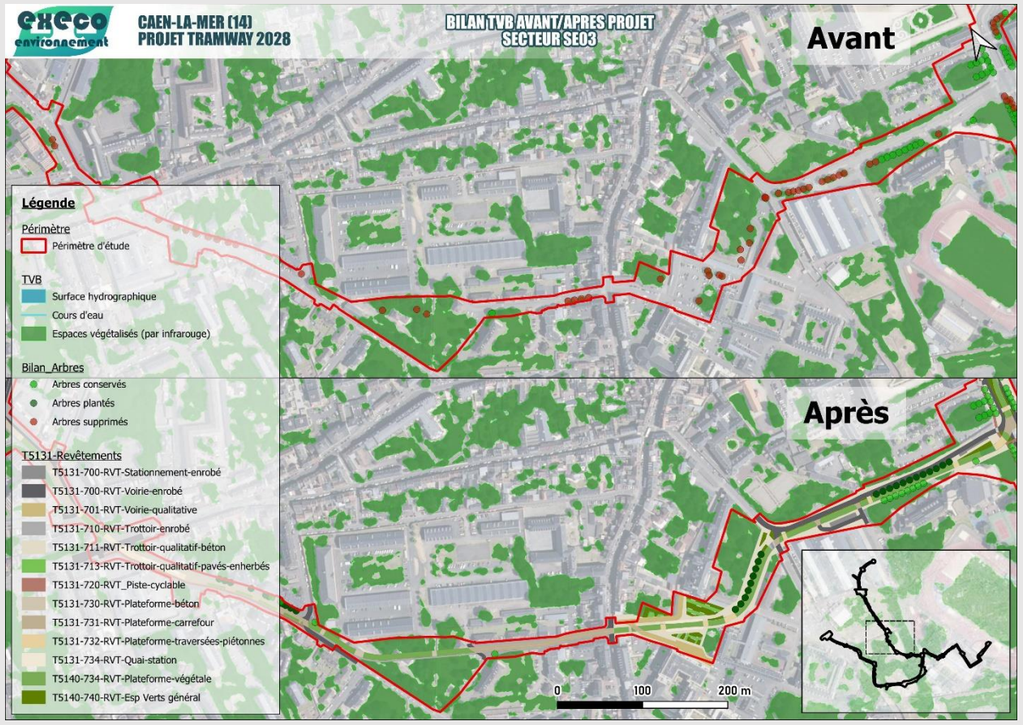


Figure 141. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE03)

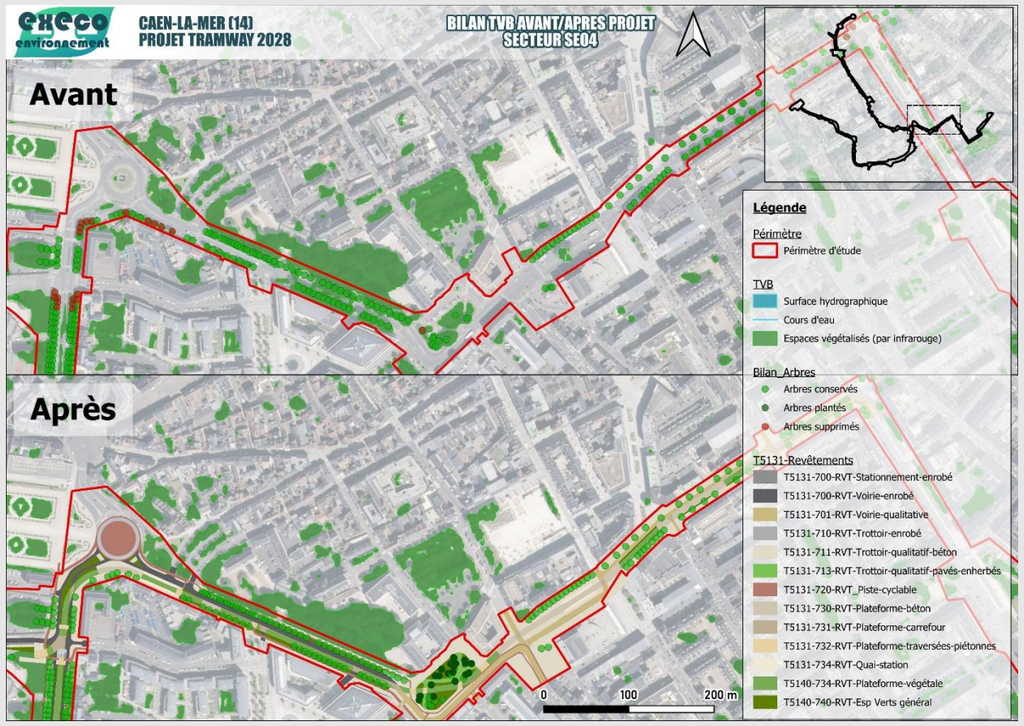


Figure 142. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE04)

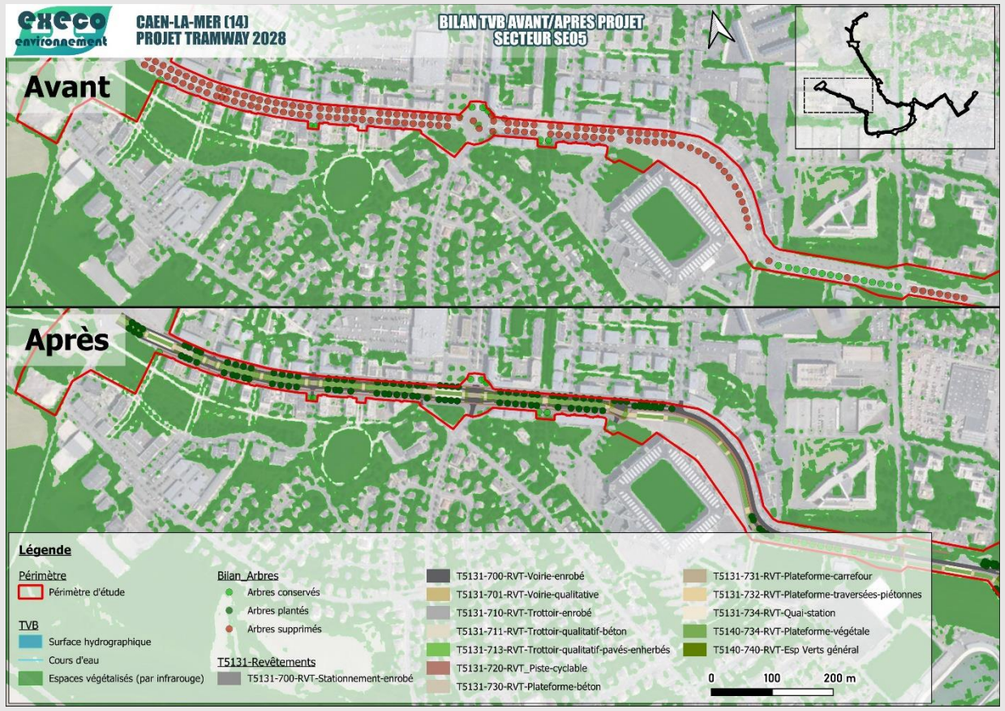


Figure 143. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE05)

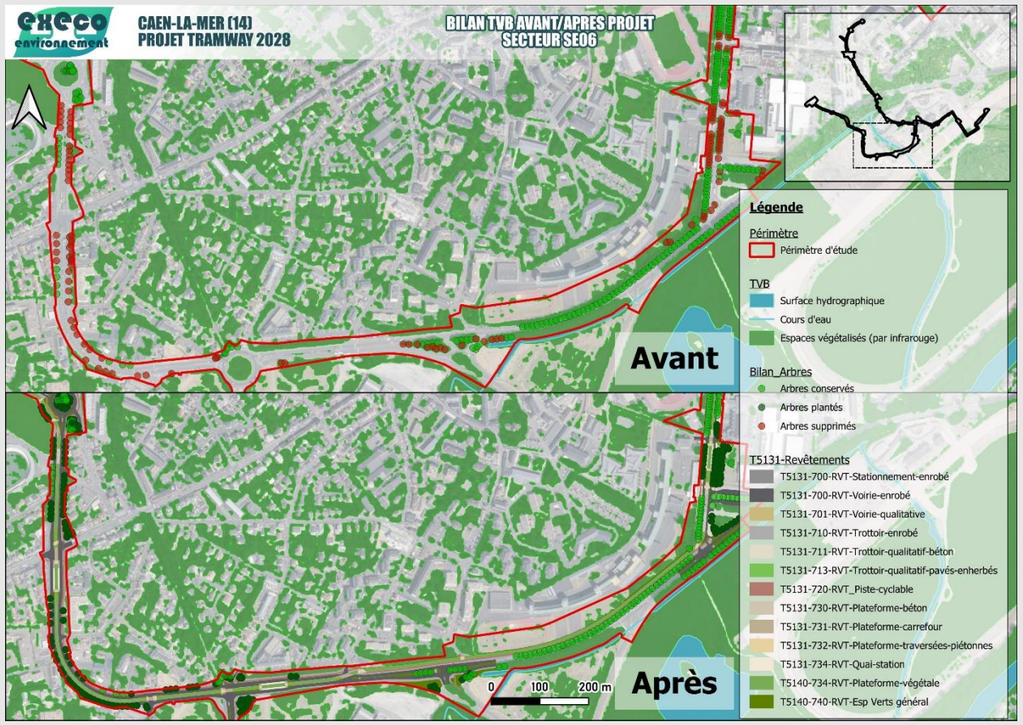


Figure 144. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE06)

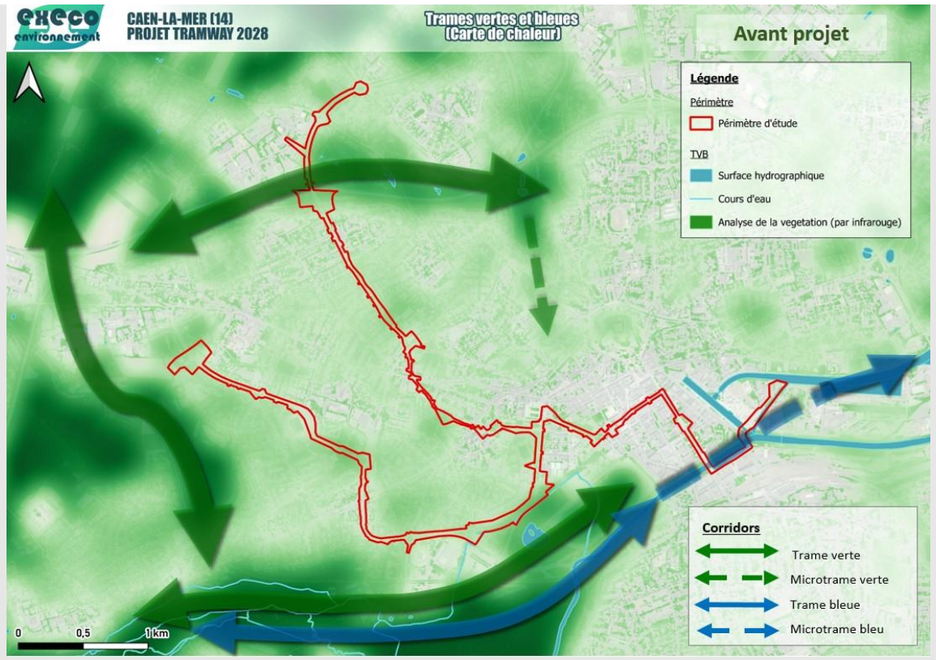


Figure 145. Carte des corridors écologiques de la ville de Caen avant projet



Figure 146. Carte des corridors écologiques de la ville de Caen après projet

Bilan de l'impact résiduel sur le hérisson d'Europe

Le hérisson d'Europe étant une espèce de mammifère terrestre protégée, et dont 2 individus ont été observés dans un espace qui va être fortement impacté par la nouvelle ligne de tramway, il convient de dresser un bilan spécifique à cet **enjeu fort**. Pour rappel, l'enjeu pour cette espèce en contexte urbain est **de conserver au maximum ses habitats préférentiels**, mais aussi, et surtout, d'**ouvrir ces habitats et de favoriser le déplacement de l'espèce** (entre habitats refuge mais aussi entre zone de nourrissage).

Objectivation de l'impact direct du passage du tramway sur les individus :

1. ***Mise en présence journalière du tramway et du hérisson dans le jardin de la maison du Général***

Hors période d'hibernation, les plages horaires d'éveil et de déplacement du hérisson sont les suivantes :

- La première phase débute aux environs de 18 :00 et 20 :30. C'est une phase très active.
- La deuxième phase se produit entre 00 :00 et 02 :00 heures du matin.
- La troisième et dernière phase commence entre 04 :00 et 05 :00 heures du matin. Elle est d'une intensité beaucoup plus réduite.

Par ailleurs, le hérisson hiberne sur une période allant environ de mi-octobre à mi-avril. Par précaution, on considèrera la période du 1e novembre au 1e mars.
En parallèle, sur une année, les plages horaires du tramway sont les suivantes :

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

Les hérissons présents dans le Jardin du général seront donc témoins de la circulation, chaque nuit hors week-ends et période estivale (pour le tramway) et hors période d'hibernation (pour le hérisson), du passage de 45 tramways quotidiens en moyenne dans l'année, allant jusqu'à 51 tramways en période de semaine.

Plage horaire / *Nb de trams*	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	TOTAL	Nb j/an
Lu-sa, sept-juin (hors nov-fév)	12	12	8	4	4	4	3	0	0	0	0	4	51	156
Di, sept-juin (hors nov-fév)	4	4	4	4	4	4	3	0	0	0	0	0	27	26
Lu-sa, juill-août	8	8	4	4	4	4	3					4	39	52
Hibern° hérisson (1e nov - 1e mars														122
Di, juillet-août														9

Cela représente au maximum, dans le jardin de la maison du général et sur la période la plus intense de circulation (càd en semaine, hors été), 2,5minutes de présence d'un tramway par heure entre 18h et 20h, et 11,5 min sur les 12h de nuit totales, soit une présence sur 1,8% du temps de la nuit. En considérant que les hérissons restent toute la nuit dans le jardin, les chances de présence simultanée du Hérisson et du tramway dans le jardin sur cette période la plus circulée (qui représente 43% des jours de l'année) sont donc très faibles sur l'ensemble de la nuit (18h-5h).

Le tramway ne circulera pas de minuit à 5h du matin, et ne circulera que toutes les 30 minutes entre 21h et 6h. Sachant que le hérisson est en léthargie les 5 à 6 mois de l'année où les nuits sont les plus longues, et moyennant

les horaires du lever et coucher du soleil, la présence simultanée du Hérisson et du tramway dans le jardin de la maison du général restera très limitée.

2. ***Risques de collision du hérisson avec le tramway***

En considérant que le hérisson se trouve sur la plateforme du tramway au moment où un tramway passerait (nous avons vu que ces périodes de co-présence seront rares), l'estimation du risque de collision est la suivante.

La hauteur du tramway, hors contact avec les rails, est de 17cm (point bas, ponctuel – ex : nez du tramway) à 27cm (point haut – hauteur globale).
La hauteur d'un hérisson adulte est en moyenne de 13,2cm en marchant, un peu moins en position d'attente.
De ce fait, le risque de collision du hérisson avec le tramway est limité au droit des quatre rails.

La plateforme du tramway mesure 6,5m de large, dont 4 rails de 12 cm. Autrement dit, 0,7% de la plateforme de tramway est constituée de rails.

> Même en supposant que le Hérisson d'Europe choisisse spontanément de « stationner » sur la plateforme, le risque de collision est donc quasi nul.

3. ***Mise en balance des pertes et gains de l'aménagement dans le jardin du général pour le Hérisson***

Le risque de collision par le tramway constitue un risque résiduel. Ce risque, estimé précédemment, nous semble très faible.
Par ailleurs, cette estimation est à mettre en perspective avec le nombre de collisions avec des voitures qui seront évitées par ailleurs grâce au projet.
A l'heure actuelle, le jardin de la maison du général est clos, hors portail sur la route. L'habitat n'est donc connecté que via des infrastructures routières. Le projet permettra, via l'ouverture des murs pour le tramway et les modes actifs, de connecter l'habitat aux espaces naturels environnants sans risque de collision routière pour le Hérisson, notamment via l'ouverture à la Cité de l'Air. Le projet présente donc une diminution globale du risque d'écrasement routier du Hérisson.

La ligne elle-même passera à l'emplacement de l'actuelle maison du général, qui sera démolie : l'emprise s'inscrit donc en partie sur un obstacle naturel existant à l'heure actuelle et fragmentant l'espace entre les deux zones refuges, et non sur un habitat du Hérisson.

Afin de traiter le risque résiduel de collision, il pourrait être envisagé de créer un passage à faune (type tunnel) sous la plateforme du tramway dans le jardin de la maison du général. Néanmoins, dans la mesure où, à la différence d'un projet routier par exemple, l'infrastructure se rapproche autant que possible d'un espace naturel, il semble peu probable qu'un Hérisson lui préfère spontanément un tunnel. Il semble également peu pertinent de rendre volontairement hostile au Hérisson la plateforme du tramway pour le désinciter à l'emprunter, alors même que cette plateforme s'inscrit dans une logique de transparence écologique et que, nous l'avons vu, le risque de collision est très faible aux premières heures de la nuit et quasi inexistant ensuite.
De ce fait, a fortiori mis en balance avec les effets positifs du projet par ailleurs, y compris sur le hérisson d'Europe, ces données techniques permettent de caractériser le risque de collision est considéré comme <u>très faible</u> et acceptable.

➔ Après réflexion entre les services instructeurs, les experts écologues et le maître d'œuvre, des mesures d'**Evitement** n'ont pas pu être définies. Néanmoins, plusieurs mesures de **Réduction** seront mises en œuvre afin d'annuler les effets du projet, et ne pas avoir d'impact résiduels sur cette espèce.

En phase amont, **le projet est réfléchi pour éviter au maximum** l'emprise des travaux sur les éléments déjà végétalisés (haies, pelouse, massifs), pouvant potentiellement représenter **des zones refuges pour le hérisson** (mesure **R1**). Spécifiquement pour le jardin de la maison du général (focus 2 dans l'étude), le projet restera en dehors des zones refuges (évitement total) qui seront « protégées » physiquement contre les impacts des travaux (mesure **R10**).

Un écologue passera avant chaque phase de travaux sur les différents fronts de travaux sur l'ensemble de la ligne (mesure **R2**) **pour vérifier l'absence du hérisson** (entre autres) afin d'éviter un impact direct sur des individus qui auraient établi une zone de reproduction ou une zone de repos au sein d'une végétation vouée à être défrichée. De plus, la mesure **R5** permettra de réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers en mettant en place des solutions efficaces (boucher les objets creux, installer des échappatoires à faune, un filet bas anti-intrusion sera installé).

Concernant les caractéristiques techniques de la ligne, l'enherbement (mesure **R7**) va permettre de réduire au maximum la superficie imperméable bétonnée et **permettre le déplacement naturel du hérisson**. Ainsi conçue, la ligne ne représentera pas un obstacle pour le déplacement de l'espèce et, au contraire, en augmentant la surface enherbée par rapport à l'état existant, apportera des possibilités et un confort de déplacement supérieur à l'état actuel.

Ces possibilités de déplacement seront d'autant plus favorisées que le projet implique plusieurs ouvertures nouvelles du jardin de la maison du général, aujourd'hui clos, vers les poches naturelles environnantes (reconnexion des habitats potentiels) : ouverture du mur vers la Cité de l'Air (tramway et modes actifs) et au droit de l'insertion tramway au nord (idem), ouverture aux modes actifs face à la rue de la Haie Vigné. .

De plus, l'implantation de la ligne sera accompagnée d'une densification de la strate arborée et arbustive (mesure **R8**), afin de constituer de véritables micro-trames entre les corridors nord et sud de l'agglomération présentés précédemment dans cette étude. Ces plantations seront accompagnées de la mise en place de **de gîtes artificiels** en faveur du hérisson d'Europe dès le début des travaux (mesure **A3**).

Concernant la période de fonctionnement de la ligne, l'éclairage sera réfléchi. En effet, le hérisson d'Europe étant une espèce principalement nocturne, l'impact de l'éclairage sur ses mœurs nocturnes est à prendre en compte : la mesure **R9** permet de minimiser l'éclairage au strict minimum (orientation, diminution de la puissance, allumage automatique par détection,…).

Grace à toutes ces mesures favorables au hérisson d'Europe, il est conclu que le projet aura un impact positif sur l'espèce : le projet augmentera ses habitats favorables, ne représentera pas une barrière de déplacement, et au contraire permettra d'ouvrir de nouveaux espaces favorables à l'espèce. Un réel gain est attendu en termes de surface d'habitats fonctionnels disponibles, mais aussi en termes de continuité écologique et mobilité de l'espèce. Enfin, le projet vise à réduire les flux de circulation automobile en centre-ville, ce qui s'inscrit en faveur de la protection du Hérisson d'Europe en ville.

D.4.3. Synthèse de la première phase de la séquence ERC(A) : impacts résiduels

Les impacts résiduels correspondent aux impacts subsistant après l'application des mesures d'évitement et de réduction.

Dans le cas présent, au regard des **mesures d'évitement et de réduction qui seront mises en œuvre dans le cadre du projet, les impacts résiduels du projet sont faibles à positifs.**

GROUPES	IMPACTS				MESURES E et R		IMPACTS RESIDUELS
	Type d'impact	Description	Type d'espèce impactée	Niveau de l'impact	Intitulé	Phase	
Habitats - Flore							
Habitats	Destruction d'habitats	Les impacts sur les habitats peuvent venir de l'emprise des travaux et du risque de pollution,	Biodiversité ordinaire	**Moyen**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **E3 : Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert** **E4 : Projet évitant la Presqu'île**	Amont	**Faible**
	Altération voire destruction d'habitats				**R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier**	Amont et chantier	
	Altération d'habitats			**Positif**	**R7 : Enherbement réfléchi de la ligne**	Chantier	
Flore	Destruction d'habitats	Les impacts sur la flore peuvent venir de l'emprise des travaux, du risque de pollution et de la modification du sol modifiant les habitats enherbés ou végétalisés déjà en place (23% de la surface du projet). Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.	Biodiversité ordinaire	**Moyen**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **E4 : Projet évitant la Presqu'île**	Amont	**Faible**
	Altération voire destruction d'habitats				**R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier**	Amont et chantier	
	Altération d'habitats			**Positif**	**R7 : Enherbement réfléchi de la ligne**		
	Altération des habitats	La prolifération de ces espèces aboutit à une perte de la diversité biologique	Envahissante	**Moyen**	**R6 : Gestion des espèces floristiques invasives**	Chantier et exploitation	
Arbres	Altération d'habitats	Cet impact ne concerne pas d'arbres remarquables. Néanmoins, l'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements d'espèces faunistique	Espèces horticoles majoritairement	**Faible à Moyen ponctuellement**	**E2 : Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et Guillou** **R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R8 : Plantation d'alignement d'arbres**	Amont et chantier	**Faible**
Corridors écologiques	Perturbation des espèces	L'aire d'étude du projet est constituée d'axes de circulation déjà éclairés, qui longent des parcs et jardins constitutifs de la trame noire. Néanmoins, certains espaces, dépourvus d'éclairage actuellement, vont se voir éclairés, ce qui pourrait perturber les espèces nocturnes.	Espèces protégées essentiellement mais aussi biodiversité ordinaire	**Faible**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **E2 : Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et Guillou** **E3 : Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert** **E4 : Projet évitant la Presqu'île** **R7 : Enherbement réfléchi de la ligne** **R8 : Plantation d'alignement d'arbres** **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	Amont, chantier et exploitation	
	Altération d'habitats	Cet impact ne concerne pas d'arbres remarquables. Néanmoins, l'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements d'espèces faunistiques.					
Zones humides	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cela pourrait perturber voire détruire la faune qui s'y trouve		**Peu d'enjeu à potentiellement fort**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier**	Chantier	**Peu ou pas d'impact**
Faune							
Oiseaux	Perturbation des espèces	Les impacts sur l'avifaune peut venir des pollutions (bruit, lumière, chimiques,…), de la circulation des véhicules, mais surtout de la disponibilité des habitats (impact sur les habitats végétalisés, impact sur les arbres)	Biodiversité ordinaire dont des espèces protégées et patrimoniales	**Moyen**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **E2 : Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et Guillou** **E3 : Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert** **R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R2 : Passage d'un écologue avant travaux** **R3 : Interventions de débroussaillage ou de défrichement à réaliser hors de la période sensible pour la faune** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier** **R8 : Plantation d'alignement d'arbres** **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	Amont, chantier et exploitation	**Faible**
	Altération d'habitats						
	Destruction d'individus						

Mammifères (hors chiroptères)	Destruction d' habitats	Diminution de l'habitat disponible et de possibilité de déplacement (pour les espèces rampantes).	Espèces protégées mais aussi biodiversité ordinaire	**Fort (localisé)**	**R10 : Projet restant en dehors des zones refuges du hérisson d'Europe**	Amont, chantier et exploitation	**Faible**
	Destruction d'individus	Risque de piéger des individus sur le chantier (hérisson).					
	Altération d'habitats	Ligne passant dans le jardin du général, où deux hérissons ont été observés. La ligne passe principalement sur la zone enherbée du jardin.			**R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier**		
	Perturbation des espèces	Le bruit pourrait perturber et faire fuir les espèces telles que le hérisson et potentiellement l'écureuil.		**Moyen**	**R5 : Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers**		
	Altération voire destruction d'habitats	Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie, où le campagnol amphibie a été recensé dans la bibliographie.		**Faible**	**E1: Projet restant en dehors des zones humides**		
	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.		**Positif**	**R7 : Enherbement réfléchi de la ligne**		**Positif**
	Altération d'habitats	Diminution de l'habitat disponible et de possibilité de déplacement (potentiellement pour l'écureuil, espèce présente potentiellement).		**Faible**	**R8 : Plantation d'alignement d'arbres** **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**		**Faible**
	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter les mammifères aux mœurs nocturnes, notamment le hérisson. Cet impact concerne particulièrement l'apport de lumière dans le jardin de la maison du Général.		**Moyen**	**R4 : Lutte contre les pollutions du chantier**		
Mammifères chiroptères	Altération d'habitats	L'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer les déplacements des chiroptères (aucun des arbres recensé ne représente de gîte pour les chiroptères).	Espèces protégées	**Moyen**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **E2 : Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et Guillou** **E3 : Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert** **R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R2 : Passage d'un écologue avant travaux** **R8 : Plantation d'alignement d'arbres** **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	Amont, chantier et exploitation	**Faible**
	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter le déplacement des chiroptères s'aidant fortement de la trame arborée pour se déplacer en contexte urbain. Cet impact concerne particulièrement l'apport de lumière dans le jardin de la maison du Général.					
Amphibiens	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie où la grenouille verte a été recensée	Espèce protégée	**Faible**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier** **R5 : Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers**	Amont et chantier	**Peu ou pas d'impact**
Reptiles	Perturbation des espèces	Le bruit et les vibrations pourraient perturber et faire fuir les individus notamment présents sur le secteur de la Maladrerie		**Faible**	**R4 : Lutte contre les pollutions du chantier**	Chantier	**Peu ou pas d'impact**
Insectes	Destruction d'habitats	Les zones utiles au chantier peuvent potentiellement se positionner sur des habitats végétalisés (restant à faible enjeu dans un contexte urbain dans le cadre de cette étude).	Biodiversité ordinaire	**Faible**	**E1 : Projet restant en dehors des zones humides** **R1 : Réduction de l'emprise du projet au maximum** **R4 : Lutte contre les pollutions du chantier** **R5 : Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers** **R7 : Enherbement réfléchi de la ligne** **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	Amont, chantier et exploitation	**Faible**
	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cela pourrait perturber voire détruire les insectes qui s'y trouvent (notamment les odonates étudiés ici). Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie.					
	Perturbation des espèces	L'apport de sources de lumière dans certains secteurs peut impacter le déplacement et le comportement des espèces nocturnes (coléoptères, hétérocères,…).					
	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un "ruban vert" perméable.		**Positif**			

D.5. Seconde phase de la séquence ERC(A)

D.5.1. Mesures de compensation (C)

Les mesures de compensation visent à minima à contrebalancer, s'ils existent, des « impacts résiduels notables » liés au projet après application des mesures d'évitement puis de réduction.

Cette expression d'impacts résiduels notables est celle retenue dans le guide d'aide à la définition des mesures ERC de 2018 qui note que, selon les procédures (études d'impacts et évaluations environnementales, dossiers « loi sur l'eau », évaluations des incidences « Natura 2000) ou bien encore la doctrine ERC de 2012, il est question « d'effets négatifs notables », « d'effets significatifs dommageables » ou « d'impacts résiduels significatifs ».

Dans le cas présent, compte tenu de l'intégration dans le projet des mesures d'évitement et de réduction présentées ci-avant, les impacts résiduels du projet sont estimés faibles à positifs. De ce fait, il n'est pas proposé de mesure de compensation.

D.5.2. Mesures d'accompagnement (A)

Les mesures d'accompagnement 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.

Le guide de 2018 indique que « les mesures d'accompagnement ne peuvent venir en substitution d'aucune des autres mesures, mais uniquement venir en plus ». Il distingue neuf grands types de mesures d'accompagnement qui sont intitulés : préservation foncière, pérennité des mesures compensatoires, rétablissement, financement, actions expérimentales, action de gouvernance / sensibilisation / communication, mesure « paysage », « moyens » concourant à la mise en œuvre d'une mesure compensatoire, autre.

Dans le cas présent, les mesures d'accompagnement sont :

De type **« communication »** :

- **A1 : Formation du personnel lors du chantier.** Il sera important de communiquer sur les risques que le chantier peut porter sur la biodiversité, comment les éviter et comment mettre en place les bonnes mesures (en lien avec la mesure de réduction R5).

- **A4 : Communication sur les zones protégées durant la phase travaux** (cf Mesure A2). L'objectif de cette mesure est de s'assurer que la protection de ces zones d'intérêt pour la biodiversité urbaine sera bien prise en compte en phase chantier. Il sera installé des panneaux d'information pour expliquer les intérêts de la mise en défens de ces zones, à destination des opérateurs du chantier et du grand public. Cette communication passe aussi par la formation orale et écrite (documents internes) auprès des entreprises intervenantes (lien avec la mesure A1).
- **A5 : Mettre en valeur les zones protégées après travaux**. Il est important de communiquer auprès du grand public sur l'utilité de conserver ces zones. Il sera installé des panneaux d'information pour illustrer l'intérêt et les espèces « cible » de la délimitation (le hérisson d'Europe dans le jardin de la maison du Général, par exemple) afin que les intérêts de la mise en défens de ces zones soient bien compris des opérateurs du chantier et du grand public. En effet, afin de garder leurs fonctionnalités, elles pourront sembler « moins gérées » et susciter le questionnement des riverains.

De type **« rétablissement »** :

- **A2 : Augmenter la biodiversité dans les zones préservées :**
  - La végétation sera densifiée dans le jardin de la maison du Général.
  - Un alignement d'arbres en voirie viendra accroître la végétalisation d'alignement autour du milieu ouvert que constitue l'échangeur du Chemin vert.
  - Dans le jardin de la maison du Général, la zone enherbée est fauchée en mai, période d'activité de beaucoup de groupes faunistiques. Une réflexion pourra être engagée avec les services des espaces verts de Caen la mer pour privilégier un fauchage tardif.

- **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'Evitement et de Réduction, mais pourront aussi être posés sur les espaces verts déjà en place ou sur les jeunes arbres nouvellement plantés, notamment dans les zones Focus, afin d'apporter rapidement un gain d'intérêt écologique pour ces arbres (plus rapidement fonctionnel pour l'avifaune si un nichoir y est installé). Il est préconisé d'installer des dispositifs diversifiés dès la phase travaux. La carte suivante propose **l'installation de 48 gîtes artificiels diversifiés** afin de compléter la fonctionnalité écologique des espaces végétalisés déjà en place ou aménagés dans le cadre du projet : **2 gîtes à hérisson** (de part et d'autre de la maison du Général), **6 gîtes à chiroptères**, **8 nichoirs ouverts** (adaptés aux rougegorges familiers, troglodytes mignons, rougequeues noirs,…), **11 nichoirs avec une entrée de 28 mm** (adaptés aux petites mésanges comme les mésanges bleues, huppées ou nonette), **10 nichoirs avec une entrée de 34 mm** (adaptés aux moineaux domestiques, sitelles torchepot ou encore à la mésange charbonnière) et **11 hôtels à insectes**.

	Prix/unité	Nbr d'unités	Prix total
Hotels à insectes	150	11	1650
Nichoirs	20	29	580
Gîtes à chiroptères	35	6	210
Abris à hérisson	30	2	60
			2500

Figure 147. Estimation du coût de la mesure A3 (installations de gîtes artificiels)

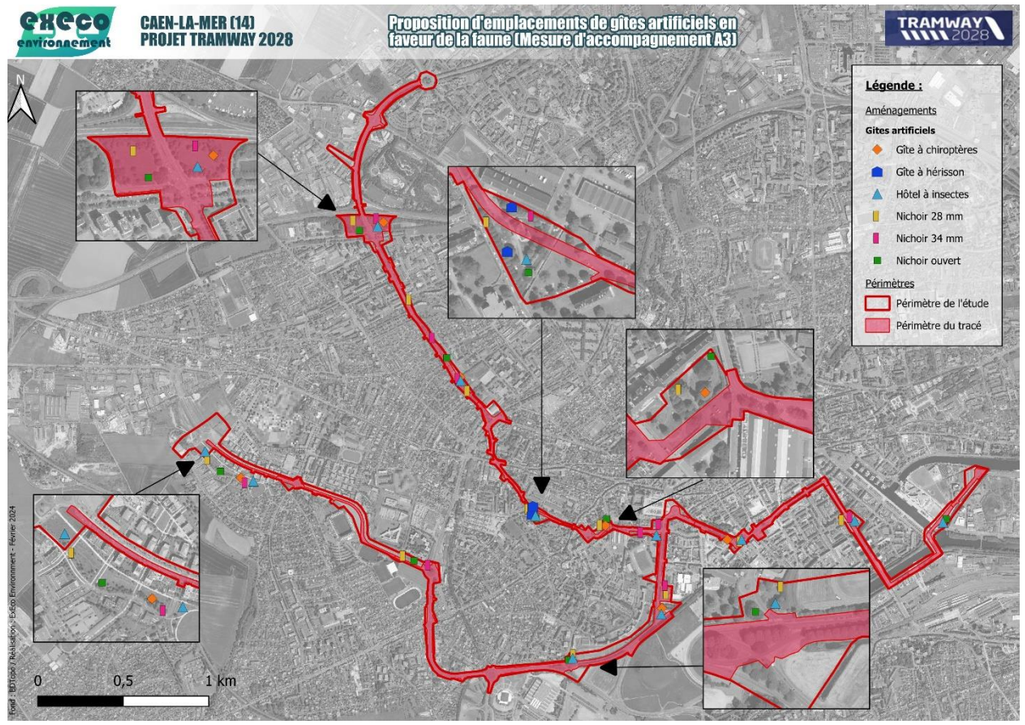


Figure 148. Proposition d'emplacements de gîtes artificiels (mesure A3)

D.5.3. Synthèse de la seconde phase de la séquence ERC(A) : bilan

Au vu de l'ensemble des mesures, telles que déclinées dans le tableau suivant, l'équivalence voire le gain de fonctionnalités écologiques est constaté pour l'ensemble des paramètres et groupes biologiques étudiés.de fonctionnalité écologique.

GROUPES	IMPACTS				MESURES E et R		IMPACTS RESIDUELS	MESURES A		BILAN ECOLOGIQUE
	Type d'impact	Description	Type d'espèce impactée	Niveau de l'impact	CODE	Phase		CODE	Phase	
Habitats - Flore										
Habitats	Destruction d'habitats	Les impacts sur les habitats peuvent venir de l'emprise des travaux et du risque de pollution,	Biodiversité ordinaire	**Moyen**	**E1 E3 E4**	Amont	**Faible**	**A1, A4, A5**	Chantier et exploitation	**Positif** : Apport d'une surface enherbée (enherbement de la ligne à 80%) Création de zones protégées favorisant la biodiversité
	Altération voire destruction d'habitats				**R1 R4**	Amont et chantier				
	Altération d'habitats			**Positif**	**R7**	Chantier				
Flore	Destruction d'habitats	Les impacts sur la flore peuvent venir de l'emprise des travaux, du risque de pollution et de la modification du sol modifiant les habitats enherbés ou végétalisés déjà en place (23% de la surface du projet).	Biodiversité ordinaire	**Moyen**	**E1 E4**	Amont	**Faible**	**A1, A2, A4, A5**	Chantier et exploitation	**Positif** : (sous condition que les invasives soient surveillées et gérées) Apport d'une surface enherbée (enherbement de la ligne à 80%) Renforcement de la biodiversité dans des zones préservées
	Altération voire destruction d'habitats				**R1 R4**	Amont et chantier				
	Altération d'habitats			**Positif**	**R7**					
	Altération des habitats	La prolifération de ces espèces aboutit à une perte de la diversité biologique	Envahissante	**Moyen à potentiellement fort**	**R6**	Chantier et exploitation				
Arbres	Altération d'habitats	Cet impact ne concerne pas d'arbres remarquables. Néanmoins, l'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements d'espèces faunistique	Espèces horticoles majoritairement	**Faible à Moyen ponctuellement**	**R1 R8**	Amont et chantier	**Faible**	**A1**	Chantier	**Positif à long terme** : Replantation réfléchie d'espèces indigènes Renforcement de la trame verte urbaine
Corridors écologiques	Perturbation des espèces	L'aire d'étude du projet est constituée d'axes de circulation déjà éclairés, qui longent des parcs et jardins constitutifs de la trame noire. Néanmoins, certains espaces, dépourvus d'éclairage actuellement, vont se voir éclairés, ce qui pourrait perturber les espèces nocturnes.	Espèces protégées essentiellement mais aussi biodiversité ordinaire	**Faible**	**E1 E2 E3 E4**	Amont, chantier et exploitation	**Faible**			**Positif** : Apport d'une surface enherbée (enherbement de la ligne à 80%) Renforcement de la trame verte urbaine Renforcement de la biodiversité dans des zones préservées
	Altération d'habitats	Cet impact ne concerne pas d'arbres remarquables. Néanmoins, l'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer la biologie et les déplacements d'espèces faunistiques.			**R7 R8 R9**					
Zones humides	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cela pourrait perturber voire détruire la faune qui s'y trouve		**Peu d'enjeu à potentiellement fort**	**E1 R4**	Chantier	**Peu ou pas d'impact**	**A1**	Chantier	**A l'équilibre** (pas d'impact)
Faune										
Oiseaux	Perturbation des espèces	Les impacts sur l'avifaune peut venir des pollutions (bruit, lumière, chimiques,...), de la circulation des véhicules, mais surtout de la disponibilité des habitats (impact sur les habitats végétalisés, impact sur les arbres)	Biodiversité ordinaire dont des espèces protégées et patrimoniales	**Moyen**	**E1 E2 E3**	Amont, chantier et exploitation	**Faible**	**A1, A2, A3, A4, A5**	Chantier et exploitation	**Positif** : Renforcement de la trame verte urbaine Replantation réfléchie d'abres d'espèces indigènes (plus grande valeur écologique) Renforcement de la biodiversité dans des zones
	Altération d'habitats				**R1 R2 R3 R4 R8 R9**					
	Destruction d'individus									

										préservées Installation de nichoirs
Mammifères (hors chiroptères)	Destruction d'habitats	Diminution de l'habitat disponible et de possibilité de déplacement (pour les espèces rampantes).	Espèces protégées mais aussi biodiversité ordinaire	**Fort (localisé)**	R10	Amont, chantier et exploitation	**Faible**	A1, A2, A3, A4, A5	Chantier et exploitation	**Positif** : Evitement total des zones refuges du hérisson Ouverture des milieux = augmentation de l'habitat disponible pour le hérisson Ouvertures favorisant le déplacement de la faune rampante Apport d'une surface enherbée (enherbement de la ligne à 80%) Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages Renforcement de la biodiversité dans des zones préservées Installation de gîtes
	Destruction d'individus	Risque de piéger des individus sur le chantier (hérisson).								
	Altération d'habitats	Ligne passant dans le jardin du général, où deux hérissons ont été observés. La ligne passe principalement sur la zone enherbée du jardin.			R1					
	Perturbation des espèces	Le bruit pourrait perturber et faire fuir les espèces telles que le hérisson et potentiellement l'écureuil.		**Moyen**	R4 R5					
	Altération voire destruction d'habitats	Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie, où le campagnol amphibie a été recensé dans la bibliographie.		**Faible**	E1					
	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un « ruban vert » perméable.		Positif	R7		Positif			
	Altération d'habitats	Diminution de l'habitat disponible et de possibilité de déplacement (potentiellement pour l'écureuil, espèce présente potentiellement).		**Faible**	R8 R9		**Faible**			
	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter les mammifères aux mœurs nocturnes, notamment le hérisson. Cet impact concerne particulièrement l'apport de lumière dans le jardin de la maison du Général.		**Moyen**	R4					
Mammifères chiroptères	Altération d'habitats	L'abattage d'arbre en contexte urbain peu altérer les déplacements des chiroptères (aucun des arbres recensé ne représente de gîte pour les chiroptères).	Espèces protégées	**Moyen**	E1 E2 E3 R1 R2 R8 R9	Amont, chantier et exploitation	**Faible**	A1, A2, A3, A4, A5	Chantier et exploitation	**A l'équilibre** : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages Renforcement de la trame verte urbaine Replantation réfléchie d'abres d'espèces indigènes (plus grande valeur écologique, source de nourriture pour les chiroptères)
	Perturbation des espèces	Les sources de lumière peuvent impacter le déplacement des chiroptères s'aidant fortement de la trame arborée pour se déplacer en contexte urbain. Cet impact concerne particulièrement l'apport de lumière dans le jardin de la maison du Général.								
Amphibiens	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie où la grenouille verte a été recensée	Espèce protégée	**Faible**	E1 R4 R5	Amont et chantier	**Peu ou pas d'impact**	A1	Chantier et exploitation	**A l'équilibre** (pas d'impact)
Reptiles	Perturbation des espèces	Le bruit et les vibrations pourraient perturber et faire fuir les individus notamment présents sur le secteur de la Maladrerie		**Faible**	R4	Chantier	**Peu ou pas d'impact**	A1	Chantier et exploitation	**A l'équilibre** (pas d'impact)
Insectes	Destruction d'habitats	Les zones utiles au chantier peuvent potentiellement se positionner sur des habitats végétalisés (restant à faible enjeu dans un contexte urbain dans le cadre de cette étude).	Biodiversité ordinaire	**Faible**	E1 R1 R4 R5 R7 R9	Amont, chantier et exploitation	**Faible**	A1, A2, A3, A4, A5	Chantier et exploitation	**Positif** : Apport d'une surface enherbée (enherbement de la ligne à 80%) Ouvertures favorisant le déplacement de la faune rampante Création de zones protégées favorisant la biodiversité Installation de gîtes
	Altération voire destruction d'habitats	Une pollution sur le chantier pourrait altérer les caractéristiques physico-chimiques du milieu et ainsi altérer l'habitat. Cela pourrait perturber voire détruire les insectes qui s'y trouvent (notamment les odonates étudiés ici). Cet impact concerne essentiellement la portion du tracé passant à proximité de la Prairie.								
	Perturbation des espèces	L'apport de sources de lumière dans certains secteurs peut impacter le déplacement et le comportement des espèces nocturnes (coléoptères, hétérocères,…).								
	Amélioration de l'habitat	Le site initial du projet est en zone urbaine, et la majorité de la surface où se positionne le projet est aujourd'hui bétonnée et/ou aménagée. Le projet, qui prévoit un enherbement de 80% de la ligne, va créer un « ruban vert » perméable.		Positif						

D.6. Suivis écologiques en appui des mesures ERC(A)

Les suivis écologiques et leurs modalités présentés ci-après pourront être effectués par des bureaux d'études ou des associations spécialisées. Les suivis vont concerner la bonne mise en place des mesures, essentiellement en phase travaux, mais aussi les groupes présentant des enjeux les plus forts (mammifères, avifaune, flore). Les suivis seront menés sur 13 ans à raison d'un pas de temps évolutif (durant les travaux, puis en année n+1, n+2, n+3, n+8, n+12), par des écologues qualifiés, compétents sur les groupes faunistiques visés.

D.6.1.1. *Suivis en phase travaux*

SE0 : SUIVI DE LA BONNE MISE EN PLACE DES MESURES ECOLOGIQUES

Une surveillance de la bonne mise en œuvre de l'ensemble des mesures écologique, dont les intérêts ont été précédemment développés, est indispensable pour garantir l'équilibre écologique du projet et éviter tout impact sur la biodiversité.

Le pétitionnaire doit rendre compte de la réalisation de son projet afin de justifier de la bonne exécution (obligation de moyens) et de l'efficacité (obligation de résultats) des mesures ERC ayant permis l'octroi de l'autorisation.

Ce suivi doit permettre de répondre à des indicateurs de suivi. Il repose sur une collecte de données répétée dans le temps. Il permet notamment une vision dynamique de l'évolution des milieux, des espèces ou des facteurs écologiques.

Ce suivi écologique est réalisé par le maître d'ouvrage, par une structure mandatée par ce dernier, ou encore par un management environnemental (référent biodiversité). Il s'effectue grâce à des relevés d'indicateurs réalisés sur le terrain et à la rédaction de bilans ou de rapports à destination des services de l'État. Il s'agit de suivre la mise en œuvre des mesures et leur efficacité.

La fréquence de ce suivi est mensuelle durant le chantier puis annuel en phase exploitation durant 5 ans.

CODE	Intitulé de la mesure	Indicateurs de suivi
	Mesures d'évitement et de réduction	
E1	**Projet restant en dehors des zones humides**	Surveillance des secteurs en question
E2	**Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et du bou**	
E3	**Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert**	
E4	**Projet évitant la Presqu'Ile**	
R1	**Réduction de l'emprise du projet au maximum**	
R1.1	Limitation de l'emprise du chantier	Visite du chantier, vérifier l'utilisation optimisée de l'espace chantier
R1.2	Réflexion sur la définition du tracé	Plan du projet prenant en compte au maximum les arbres Réalité des travaux
R2	**Passage d'un écologue avant travaux**	Rapport de suivi de l'écologue sur sa visite avant chantier
R3	**Interventions de débroussaillage ou de défrichement à réaliser hors de la période sensible pour la faune**	Visite mensuelle du chantier, Rapport d'avancement des défrichements
R4	**Lutte contre les pollutions du chantier**	Visite mensuelle du chantier, des stockages et des bases-vie, reportage photos
R5	**Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers**	Visite mensuelle du chantier, comptage de la faune piégée
R6	**Gestion des espèces floristiques invasives**	Visite mensuelle du chantier, Inventaire des espèces invasives
	R6.1 : Diminution du risque de dissémination lors du chantier	
	R6.2 : Gestion par enlèvement des espèces invasives	
R7	**Enherbement réfléchi de la ligne**	Contrôle des mélanges de graines utilisés, visite d'observation à n+1
R8	**Plantation d'alignement d'arbres**	Rapport de contrôle des arbres plantés en lien avec un suivi paysager
R9	**Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	Activité chiroptérologique, contrôle des plages horaires d'éclairage
R10	**Projet restant en dehors des zones refuges du hérisson d'Europe**	
R10.1	Evitement total des zones refuges par le projet	Plan du projet prenant en compte ces zones, réalité des travaux
R10.2	Mise en défens de ces zones lors des travaux	Présence de rubalise, absence de dégradation du milieu
	Mesures d'accompagnement	
A1	**Formation du personnel lors du chantier**	Bonnes pratiques et connaissances
A2	**Augmenter la biodiversité dans les zones préservées**	Inventaires donnant une augmentation de la diversité faunistique et floristique
A3	**Communication sur les zones protégées durant la phase travaux**	Mise en place de panneaux d'information à court terme
A4	**Mettre en valeur les zones protégées après travaux**	Mise en place de panneaux d'information à long terme

D.6.1.2. *Suivis en phase d'exploitation*

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.

SE1 : SUIVI DES ESPECES FLORISTIQUES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Plusieurs espèces ont été inventoriées sur le tracé de la future ligne. Une mesure de gestion est prévue en phase travaux mais il est important, à la vue de la dynamique de ces espèces, de suivre les éventuelles repousses ou expressions spontanées.

Une campagne d'investigation en période estivale comprenant la localisation des espèces pour lesquelles une intervention serait à effectuer et un compte-rendu avec si besoin des préconisations d'actions :
Fréquence : annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+12), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.

SE2 : SUIVI DE L'AVIFAUNE

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 un inventaire par points d'écoute de type IPA (2 passages au cours de la période de reproduction : une visite entre le 1er avril et le 8 mai + une visite entre le 9 mai et le 15 juin en espaçant les 2 passages de 4 à 6 semaines). Fréquence : annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+12), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.

SE3 : SUIVI DES CHIROPTERES

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 aout) 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+12), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.

SE4 : SUIVI DE LA RENATURATION DES ZONES PROTEGEES

Ce suivi assurera la bonne mise en place et la bonne efficacité des zones de protection, notamment en faveur du hérisson d'Europe, de la flore, des oiseaux, des insectes, des chiroptères… Un inventaire multigroupes pourra être effectué au regard des groupes étudié dans l'état initial. Pour cela, il est nécessaire de prévoir deux visites au printemps et une visite en été. À chaque visite, des investigations nocturnes sont à prévoir en fonction des groupes étudiés. Une surveillance des gîtes artificiels mis en place sera effectuée. Fréquence : annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans (en n+1, n+2, n+3, n+8, n+12), révisable en cas d'émergence d'une problématique forte in situ sur le sujet.

CODE	Intitulé de la mesure	Phase	Indicateur de suivi	Fréquence de suivi
SE0	**Suivi de la bonne mise en place des mesures écologiques**	Chantier et exploitation	Le bon respect et la description de la mesure développée dans la séquence ERC(A)	Tous les mois durant la phase travaux
SE1	**Suivi des espèces floristiques invasives**	Exploitation	Surveillance des espaces végétalisé suite à la remise en état après aménagement	Annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans 1 passage / an
SE2	**Suivi de l'avifaune**	Exploitation	Suivi des espèces présentes et leur utilisation des espaces urbains. Vérification du maintien des espèces à enjeux. Suivi des gîtes artificiels.	Annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans 2 passages / an
SE3	**Suivi des chiroptères**	Exploitation	Suivi des espèces présentes et leur utilisation des espaces urbains. Vérification du maintien de la diversité et de l'activité. Suivi des gîtes artificiels.	Annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans 2 passages / an
SE4	**Suivi de la renaturation des zones protégées**	Exploitation	Suivi multigroupe. Suivi des gîtes artificiels.	Annuel les 3 premières années puis tous les 5 ans 3 passages / an

En cas de dérives constatées pendant les suivis, de nouvelles mesures seraient proposées.

D.7. Estimation chiffrée des mesures

Une estimation chiffrée des mesures écologiques développée précédemment est proposée ci-dessous. L'estimation peut varier fortement en fonction de la structure mandatée (bureau d'étude, association,…).

CODE	Intitulé de la mesure	Estimations / chiffrage
	Mesures d'évitement et de réduction	
E1	**Projet restant en dehors des zones humides**	-
E2	**Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et du boulevard Guillou**	-
E3	**Projet évitant la zone N au nord du Chemin Vert**	-
E4	**Projet évitant la Presqu'Ile**	-
R1	**Réduction de l'emprise du projet au maximum**	
R1.1	Limitation de l'emprise du chantier	-
R1.2	Réflexion sur la définition du tracé	-
R2	**Passage d'un écologue avant travaux**	+/- 1000€ par visite (en fonction du phasage des travaux)
R3	**Interventions de débroussaillage ou de défrichement à réaliser hors de la période sensible pour la faune**	-
R4	**Lutte contre les pollutions du chantier**	Intégré dans le coût du chantier
R5	**Réduire le risque de piéger la faune sur les chantiers**	-
R6	**Gestion des espèces floristiques invasives**	
R6.1	: Diminution du risque de dissémination lors du chantier	Intégré dans le coût du chantier
R6.2	: Gestion par enlèvement des espèces invasives	Intégré dans le coût du chantier
R7	**Enherbement réfléchi de la ligne** (delta négligeable par rapport à du gazon)	Intégré dans le coût du chantier
R8	**Plantation d'alignement d'arbres (5000€ x 500 arbres)**	2 500 000 €
R9	**Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**	-
R10	**Projet restant en dehors des zones refuges du hérisson d'Europe**	
R10.1	Evitement total des zones refuges par le projet	-
R10.2	Mise en défens de ces zones lors des travaux	2000€ - 5000€
	Mesures d'accompagnement	
A1	**Formation du personnel lors du chantier**	2 000 €
A2	**Augmenter la biodiversité dans les zones préservées**	1 000 €
A3	**Installation de gîtes artificiels**	2 500 €
A4	**Aménagement de passages au sol pour assurer le passage de la petite faune**	300€ - 1000€
A5	**Communication sur les zones protégées**	500€ - 1500€
A6	**Mettre en valeur les zones protégées après travaux**	1500€ - 2000€
	Mesures de suivi (sur 12 ans)	
SE0	Suivi de la bonne mise en place des mesures écologiques	3000€ - 5000€
SE1	Suivi des espèces floristiques invasives	3000€ - 5000€
SE2	Suivi de l'avifaune	3000€ - 5000€
SE3	Suivi des chiroptères	3000€ - 4000€
SE4	Suivi de la renaturation des zones protégées	3000€ - 4000€

D.8. Bilan des mesures ERC(A)

Cette partie est établie au regard des éléments présentés dans les différentes parties ci-avant.

Le diagnostic met en évidence la très forte minéralisation des espaces urbains étudiés sur le tracé du projet, ainsi qu'un cloisonnement important des espaces végétalisés, impactant directement le maintien de la biodiversité en ville et les fonctionnalités biologiques urbaines.

Le manque d'habitats favorables à la faune qui fréquente ces espaces urbains est un constat, d'autant plus que les travaux prévus dans le projet impacteraient certains sites encore mobilisables par la faune des milieux urbains (notamment les passereaux, les chiroptères, les mammifères). Le contexte urbain du projet implique une pression déjà fortement présente sur la faune et la flore au sein du centre-ville de Caen.

Les impacts d'un projet, d'un plan ou d'un programme sur l'environnement entraînent une dégradation de la qualité environnementale. La meilleure façon de préserver les milieux est de s'attacher, en premier lieu, à **éviter ces impacts**. C'est pourquoi il est proposé des mesures d'Evitement concernant notamment les Trames Verte et Bleue présentes sur l'agglomération caennaise.

Dès lors que les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités à un coût raisonnable, il convient de **réduire la dégradation restante**. Ainsi, des mesures de réduction ont été proposées et apportent des solutions techniques de minimisation, d'une part, spécifiques à la phase projet (adaptation des périodes de travaux, gestion des pollutions, …) et d'autre part, spécifiques à la phase exploitation (gestion de l'éclairage, gestion et communication sur des zones protégées, …). Il a été démontré que le projet allait avoir un impact positif sur les micro-trames vertes et permettre de relier les corridors déjà existants au nord et au sud de la ville, mais aussi ouvrir des potentialités de déplacement pour les espèces et ainsi rendre accessibles des habitats fonctionnels pour la faune, notamment en faveur du hérisson d'Europe

Suite à ces mesures d'évitement et de réduction, il ne subsiste pas d'impacts résiduels justifiant de mesures de compensation.

Les **mesures d'accompagnement** proposées ici visent à optimiser et même améliorer l'intérêt écologique par rapport à la situation initiale avant le projet, notamment par des mesures de communication et de rétablissement.

Au vu de l'ensemble des mesures, l'équivalence voire le gain de fonctionnalités écologiques est attendu pour l'ensemble des paramètres et groupes biologiques étudiés. À l'issue de la séquence ERC, l'objectif d'absence perte nette est rempli.

L'équilibre écologique est atteint. Un gain de biodiversité est même attendu notamment par un renforcement de la trame verte urbaine, par une reconnexion des espaces grâce à la végétalisation de la plateforme et l'implantation d'arbres indigènes, ainsi que grâce à un éclairage réfléchi en prenant en compte la faune urbaine nocturne.

L'analyse montre que, après la mise en place des mesures d'évitement et de réduction, il ne subsiste pas d'impacts résiduels sur des espèces protégées : le dossier de dérogation d'espèce protégée n'est donc pas nécessaire.

E. Etude d'évaluation des incidences Natura 2000

E.1. Prédiagnostic

E.1.1. Présentation du projet

Après la mise en service de trois lignes de Tramway en 2019, la communauté urbaine de Caen la Mer s'est interrogée sur la définition de futures lignes de transport en commun sur son territoire.

Ainsi, Caen la Mer a lancé une étude visant à définir les besoins (tramway, bus à haut niveau de service, bus) et étudier la faisabilité de réalisation des futures lignes retenues. Cette étude a donc conclu à l'intérêt de réaliser à court terme un axe est-ouest en tramway vers le quartier du Chemin Vert et vers le futur quartier de Beaulieu.

Dans le cadre des études environnementales et règlementaires pour ce projet, le bureau d'études ExEco Environnement a réalisé le volet faune flore au sens large c'est-à-dire en y intégrant ou ajoutant les parties relatives à la caractérisation des zones humides et à l'évaluation des incidences sur Natura 2000.

E.1.2. Présentation du réseau Natura 2000 local

Le réseau Natura 2000 constitue un réseau européen de sites naturels protégés. Il a pour objectif de préserver la biodiversité. Il est composé de sites relevant des Directives « Oiseaux » 79/409/CEE (et sa version codifiée intégrant les mises à jour : 2009/147/CE) et « Habitats » 92/43/CEE.

Le réseau Natura 2000 « s'inscrit au cœur de la politique de conservation de la nature de l'Union Européenne et est un élément clé de l'objectif visant à enrayer l'érosion de la biodiversité. Ce réseau mis en place en application de la **Directive « Oiseaux »** datant de 1979 et de la **Directive « Habitats »** datant de 1992 vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. Il est constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent. La structuration de ce réseau comprend :

- des **Zones de Protection Spéciales (ZPS)**, visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs. La désignation des ZPS relève d'une décision nationale, se traduisant par un arrêté ministériel, sans nécessiter un dialogue préalable avec la Commission Européenne ;
- des **Zones Spéciales de Conservation (ZSC)** visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive « Habitats ». Concernant la désignation des ZSC, chaque État membre fait part de ses propositions à la Commission Européenne, sous la forme de **pSIC** (Proposition de Site d'Importance Communautaire). Après approbation par la Commission, le pSIC est inscrit comme Site d'Importance Communautaire (**SIC**) pour l'Union Européenne et est intégré au réseau Natura 2000. Un arrêté ministériel désigne ensuite le site comme ZSC.

La Directive « Habitats » n'interdit pas la conduite d'activités sur un site Natura 2000 ou à proximité. Néanmoins, elle impose de soumettre des plans et projets dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur le site, à une évaluation de leurs incidences sur l'environnement. Les plans ou projets soumis à une évaluation des incidences figurent sur des listes nationales (article R414-19 du Code de l'Environnement) ou locales (établies par le préfet) conformément au décret n°2010-365 du 9 avril 2010.

Une étude d'incidences Natura 2000 est ciblée sur les habitats naturels et les espèces pour lesquels le ou les sites Natura 2000 ont été créés. Elle est proportionnée à la nature et à l'importance des incidences potentielles du projet.

Les sites du réseau Natura 2000 aux alentours sont repris sur les cartes ci-après.

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

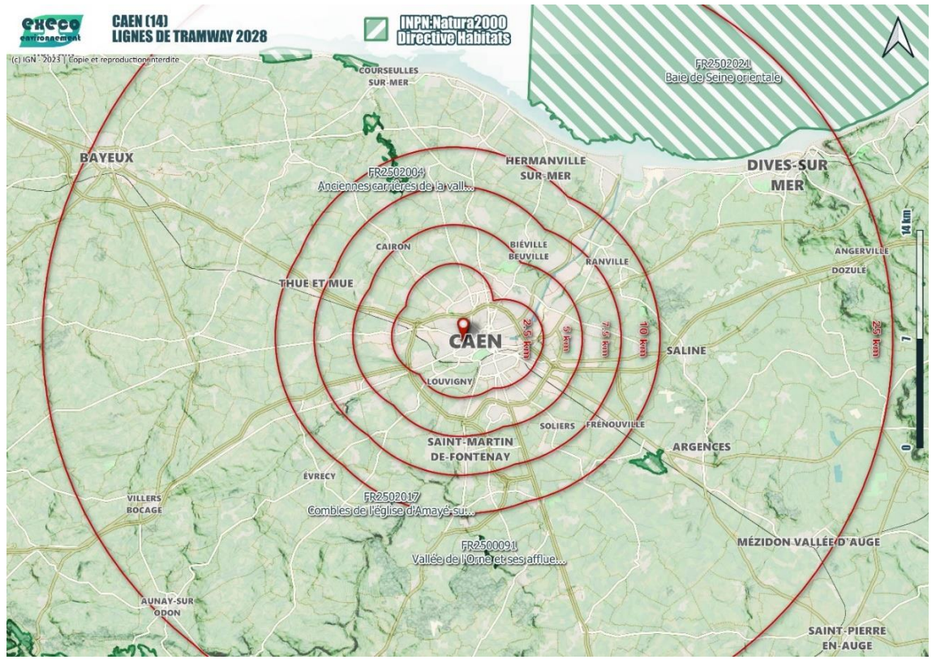


Figure 149. ZSC (Natura 2000)

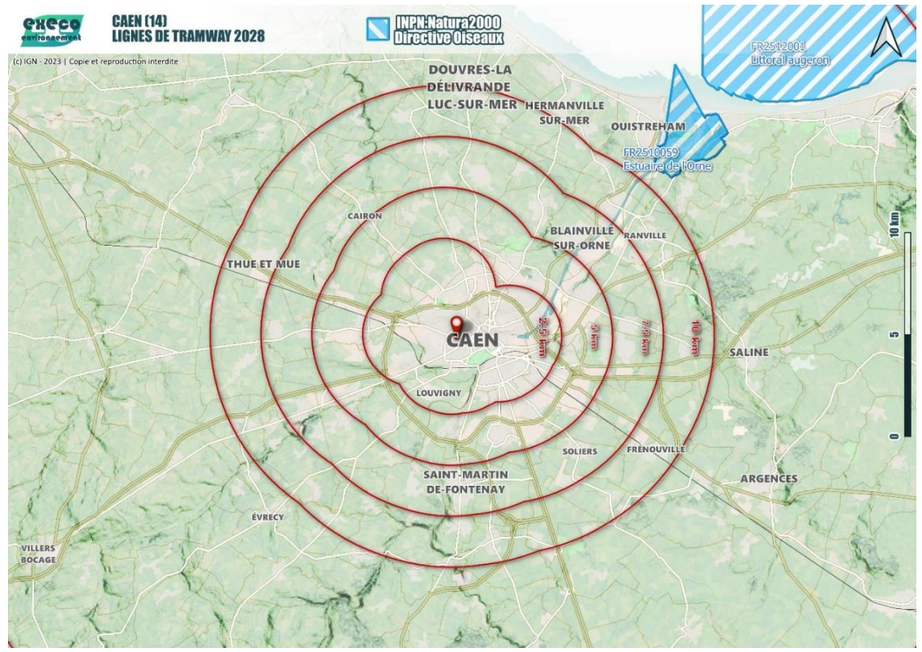


Figure 150. ZPS (Natura 2000)

E.1.3. Analyse des incidences potentielles

E.1.3.1. *Incidences directes par rapport aux périmètres des sites Natura 2000*

Le périmètre du projet se situe en dehors des périmètres des sites du réseau Natura 2000 (à plus de 5 Km). Aucune incidence directe ne peut être retenue.

E.1.3.2. *Incidences indirectes sur les sites Natura 2000*

Du fait du type d'aménagement projeté et des dispositions déjà existantes ou prévues, cela devrait permettre de ne pas avoir d'incidences négatives sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire des sites du réseau Natura 2000 local.

E.1.3.3. *Incidences sur les habitats ou espèces d'intérêt communautaire hors des périmètres des sites Natura 2000*

Habitats ou espèces d'intérêt communautaire au titre de la Directive « Habitats » recensés dans le périmètre du projet ou ses abords immédiats (annexes I ou II)

Habitats

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

Espèces

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 présent 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. A tire d'exemple voici une illustration du contexte du Focus 4 (Figure 151).

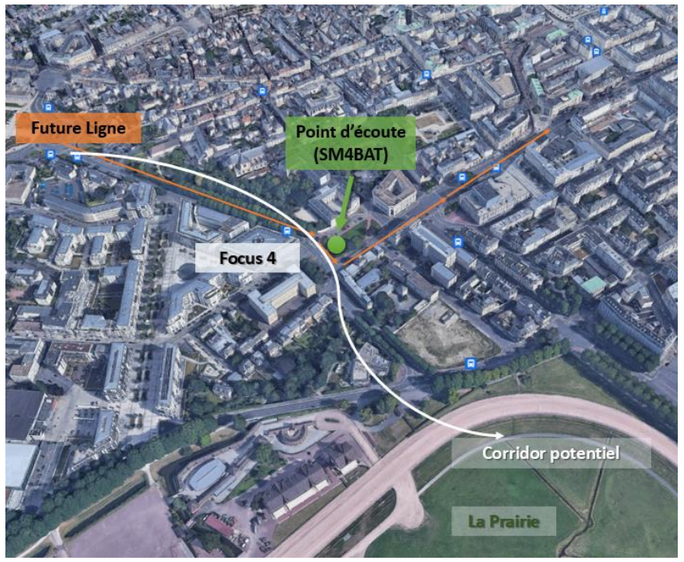


Figure 151. Contexte et corridor potentiel du Focus 4



Figure 152. Boulevard Bertrand la nuit (E. Morin)

Espèces d'intérêt communautaire au titre de la Directive « Oiseaux » recensées dans le périmètre du projet ou ses abords immédiats (annexe I)

Aucune espèce d'intérêt communautaire n'a été recensée au cours des différentes campagnes de terrain. **Aucune incidence n'est donc retenue dans le cadre du projet.**

E.1.4. Préconclusion

Au vu des résultats des inventaires écologiques, des mesures d'évitement et de réduction doivent être prises pour pallier aux les sources potentielles d'incidences sur les habitats ou espèces d'intérêt européen.

E.2. Incidences

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 développées, seule espèce recensée inscrite dans à l'annexe II de la Directive « Habitat ».

Generation d'une pollution lumineuse dans certains secteurs encore preserves (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 d'alignements d'arbres et de haies → Effet brut negatif ponctuel **faible**

Le projet implique d'abattre des alignements d'arbres et des haies à faible valeur écologique et non constitutifs de corridors de déplacement d'espèces protégées, pour les remplacer par un ensemble plus intéressant d'un point de vue écologique et paysager. Ces abattages sont en partie induits par les besoins techniques d'insertion de la plate-forme de tramway, et en partie dictés par une volonté de Caen la mer de profiter de ce réaménagement pour renouveler son parc arboré avec des essences plus locales, plus adaptées aux évolutions climatiques et avec un réaménagement moins anthropique (différenciation de strates, etc.).

Cependant, la différence de temporalité entre l'abattage et l'arrivée à maturité de la nouvelle trame arborée implique un effet temporaire négatif sur la faune, les arbres et haies existants pouvant être utilisés ponctuellement comme axes de déplacement.

Cet effet temporaire négatif est estimé à faible à négligeable au regard des enjeux locaux identifiés :

- Absence d'arbres ou de haies représentant des habitats d'espèces protégées ;
- Trame verte plus riche autour de l'aire d'étude que dans l'aire d'étude elle-même et enjeu « corridor » faible des arbres d'alignement de l'aire d'étude.

Les arbres abattus dans le cadre du projet n'étant pas constitutifs d'habitats ou de corridors d'espèces protégées, le présent rapport ne s'attache pas à détailler ce point, qui fera l'objet d'un dossier spécifique de demande de dérogation à l'interdiction d'abattage d'arbres d'alignement de voirie.

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

E.3. Mesures

Des mesures d'évitement, de réductions et d'accompagnement seront mises en place afin de réduire au maximum l'impact sur les chiroptères en général, comprenant le murin de Bechstein.

Dans le cas présent, la mesure **d'évitement** concernée est :

E2 : Projet évitant les alignements d'arbres du boulevard Bertrand et du boulevard Guillou le long de la Prairie, pouvant représenter des axes de déplacement pour la faune volante.

- Une variante de tracé via le lycée Malherbe a permis d'éviter d'impacter le talus marquant la lisière du site de la Prairie (en instance de classement), son cours d'eau et son alignement d'arbres ;
- Par ailleurs, la conception du tramway a été pensée de façon à préserver l'alignement d'arbres du boulevard Bertrand.

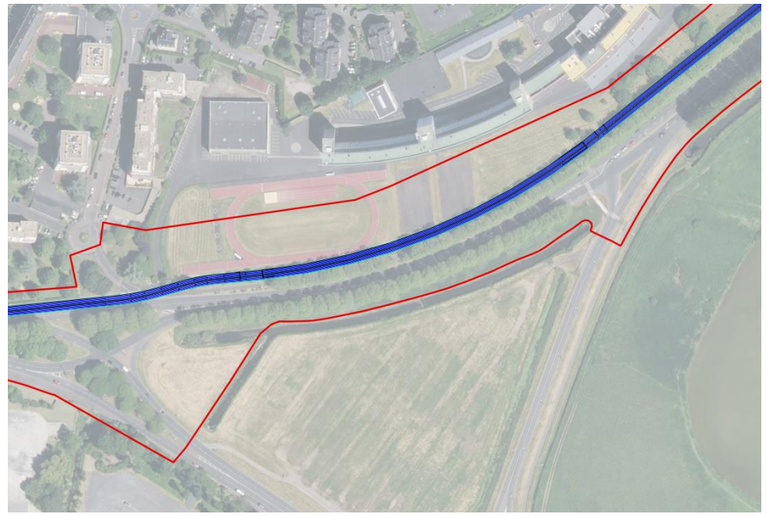


Figure 153. Passage de la ligne au niveau du boulevard Guillou

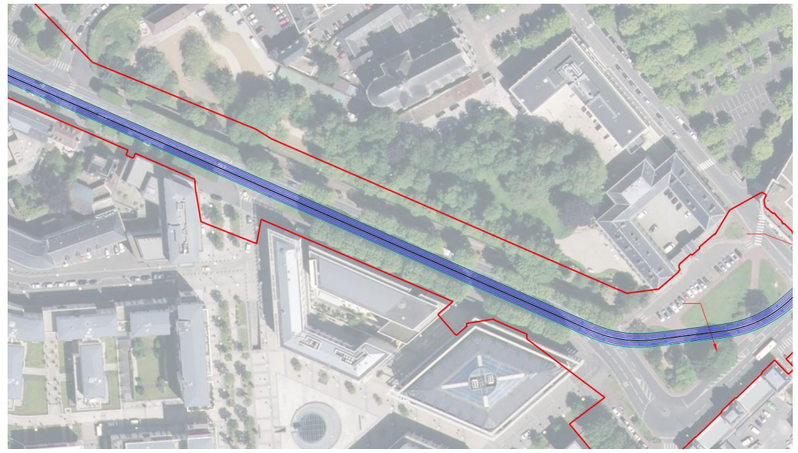


Figure 154. Passage de la ligne au niveau du boulevard Bertrand

Les mesures de **réduction** sont :

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 650 arbres qui seront conservés** sur les 1100 existants soit 60%.

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**.
  -

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 (pelle électrique…) 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 près de 500 arbres.** Les essences utilisées seront 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.

  Sur la carte ci-dessous (Figure 156), nous pouvons voir que 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 horticole) et plusieurs autres seront replantés afin de densifié à strate arborée dans ce secteur.



Figure 155. Vue aérienne de la place Gambetta et du boulevard Bertrand

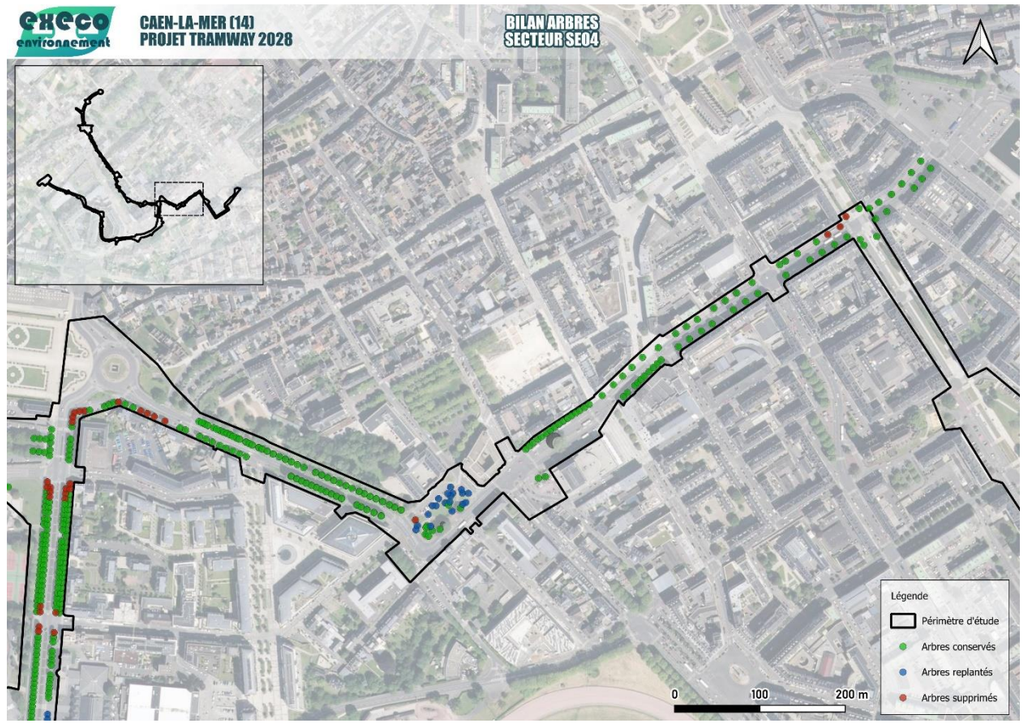


Figure 156. Bilans des arbres : secteur SE04 (place Gambetta)

De type **temporel** et **technique** :

- **R9 : Prise en compte de la faune nocturne pour la gestion des éclairages**.
  Rappelons que le projet s'inscrit globalement sur des voiries urbaines existantes et éclairées ; il n'implique donc pas d'éclairage supplémentaire dans l'absolu.
  Là où, localement, le projet implique l'éclairage de zones aujourd'hui relativement préservées, 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'éteindre dès que possible les éclairages entre 1h et 5h afin de respecter le cycle biologique des espèces nocturnes (chiroptères, rapaces nocturnes, insectes, amphibiens…)
  - 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 avec des température chaude (par exemple LED 2200K) et d'ajuster la puissance des lampes aux besoins (dans le temps et l'espace).

  Rappel législatif :
  - *Article 41 de la loi du 3 août 2009 dite Grenelle 1 : « Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore, aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, suppression ou de limitation. ».*
  - *Trame noire préconisée dans les schémas régionaux de cohérence écologique.*

Tableau des incidences des ampoules sur la biodiversité

ampoule	Température de la couleur (K)	Émission d'UV	IRC lumière	Durée de vie	Impact sur l'environnement	Recommandé pour la biodiversité
sodium basse pression	1800°	non	0 monochromatique orange	12 000 à 18 000 h	faible, sans mercure	oui
sodium haute pression	2050°	non	25 Jaune clair	15 000 à 55 000 h	relativement faible, certaines sans mercure	oui
LEDs	2700° à 3000°	oui pour certaines	65 à 90 ambrée à blanche	15 000 à 35 000 h	forte dispersion dans l'eau et l'atmosphère, augmente la taille des halos des villes	non
iodures métalliques	3000° à 4200°	non	65 à 90 blanc neutre	10 000 à 15 000 h	durée courte, contient du mercure	non
fluocompacte	2700° à 4000°	oui	60 à 90 blancs variables	10 000 à 20 000 h	présence de mercure, forte dispersion dans l'atmosphère	non
halogène	2700° à 3000°	oui	100 blanc éclatant	1 500 à 2 500 h	forte dispersion dans l'atmosphère, faible efficacité énergétique	non
mercure	3500° à 4000°	oui	45 à 60 blanche	16 000 h	contient du mercure	À remplacer retrait du marché européen en 2015

Figure 157. Tableau des incidences des ampoules sur la biodiversité (Source : DDTM de l'Eure, 2014)

Cette mesure devra être appliquée particulièrement à certains endroits du tracé où la présence des chauves-souris était notamment remarquable en qualité et en quantité : la place Gambetta et la maison du Général.

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. Dans le cas présent, les mesures d'**accompagnement** sont :

De type **« rétablissement »** :

- **A2 : Augmenter la biodiversité dans les zones préservées.** Ces zones sont le jardin de la maison du Général et l'échangeur du Chemin Vert. La végétation de lisière y sera renforcée. Dans le jardin de la maison du Général, la zone enherbée est fauchée en mai, période d'activité de beaucoup de groupes faunistiques ; les possibilités de fauchage tardif seront étudiées.

- **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'Evitement 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.

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. Les **mesures de suivis** proposées sont les suivantes :

SE3 : SUIVI DES CHIROPTERES

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 aout) 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.

E.4. Conclusion

Le périmètre du projet ainsi que le périmètre d'étude élargi 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 Habitat : 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.**

F. Auteurs

La rédaction de ce document a été réalisée par le personnel du bureau d'études ExEco Environnement :

- **Elodie MORIN**, écologue, titulaire d'un MASTER 2 Patrimoine Naturel et Biodiversité de l'Université de Rennes 1, 9 ans d'expérience professionnelle,
- **Céline LECLERC**, écologue, titulaire d'un MASTER 2 Gestion et Valorisation Agro-Environnementale de l'Université de Caen, 7 ans d'expérience professionnelle,
- **Maxime CHESNEL**, écologue, titulaire d'un BTS Gestion et Protection de la Nature de Saint-Aubin-du-Cormier, 3 ans d'expérience professionnelle.

Sauf mention contraire, les photographies illustrant le rapport ont été prises par les auteurs dans la zone d'étude.

G. Bibliographie

Habitats - Flore

ABBAYES (des) H., CLAUSTRES G., CORILLION R., DUPONT P., 1971 – Flore et Végétation du Massif Armoricain : Tome 1 – Flore vasculaire. Nouvelle édition enrichie 2012. Editions d'Art Henry des Abbayes. 1226 p. + supplément.

BARDAT J. et *al*., 2004 – Prodrome des végétations de France. *Patrimoines naturels* 61. MNHN, Paris. 171 p.

BISSARDON M., GUIBAL L., RAMEAU J.-C. (sous la direction de), 1997 – CORINE biotopes, version originale, types d'habitats français. ENGREF, Nancy, 217 p.

BLAMEY M., GREY-WILSON C., 1991 – La Flore d'Europe occidentale. Editions Arthaud. 544 p.

BUCHET J., HOUSSET P. et al., 2015 Atlas de la flore sauvage de Haute-Normandie. Centre régional de phytosociologie agrée, Conservatoire botanique national de Bailleul, 696 p.

CATTEAU E. (coord.), et *al*., 2021 – Végétation du nord de la France, guide de détermination. Conservatoire botanique de Bailleul, Biotope éditions, 400 p.

DARDILLAC A., BUCHET J., CATTEAU E., DOUVILLE C., DUHAMEL F., 2019 – Guide des végétations des zones humides de Normandie orientale. Conservatoire botanique national de Bailleul, 624 p.

DELASSUS L., MAGNANON S. et *al*., 2014 – Classification physionomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 262 p. (Les cahiers scientifiques et techniques, 1).

DUHAMEL G., 1998 – Flore et cartographie des Carex de France. 2ème Edition revue et augmentée. Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris. 298 p.

EGGENBERG S., MÖHL A., 2008 – Flora Vegetativa. Rossolis, 684 p.

FITTER R., FITTER A., FARRER A., 1991 (édition 2009) – Guide des Graminées, Carex, Joncs et Fougères, toutes les herbes d'Europe. Delachaux et Niestlé, 256p.

FOURNIER P., 1947 (éd. 2000) – Les quatre flores de France. Dunod. 1104 p.

GAYET G., BAPTIST F., MACIEJEWSKI L., PONCET R., BENSETTITI F., 2018 – Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS – version 1.0. AFB (collection Guides et protocoles), 230 p.

GLEMAREC E. (coord.), et *al*., 2015 – Les landes du Massif armoricains. Approche phytosociologique et conservatoire. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 278 p. (Les cahiers scientifiques et techniques, 2).

GUILLEMOT V., 2023 – Guide expert de la flore du massif armoricain et ses marges. Biotope éditions 896 p.

GUILLOT G., 2015 – Guide des fleurs du jardin. Belin éditions, 695 p.

HAMON D., 2022 – Carex de France, Manuel d'identification de terrain. Biotope éditions, 384 p.

JAHNS H.-M., 1996 – Fougères Mousses et Lichens D'Europe. Delachaux et Niestlé, 257 p.

JAUZEIN P., 1995 – Flore des champs cultivés. INRA, Paris. 898 p.

JAUZEIN P., NAWROT O., 2013 Flore d'Île-de-France, 2 volumes. Éditions Quae, 578+928 p.

KREMER B., 2011 – Arbres et Arbustes. Éditions Ulmer, 381 p.

LAMBINON J. et *al*., 2012 – Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. 6ème Edition. Editions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique. 1195 p.

LEVY V. (coord.), WATTERLOT W., BUCHET J., TOUSSAINT B., HAUGUEL J.-C., 2015 – Plantes exotiques envahissantes du nord-ouest de la France. Centre régional de phytosociologie agrée, Conservatoire botanique de Bailleul, 140 p.

LOUVEL-GLASER J., GAUDILLAT V., 2015 – Correspondances entre les classifications d'habitats CORINE Biotopes et EUNIS. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris 119 p.

OWEN J., MORE D., 2005 – guide Delachaux des arbres d'Europe. Delachaux et Niestlé, 464 p.

PRELLI R., 2001 – Les fougères et plantes alliées de France et de d'Europe occidentale. Belin. 432 p.

PROVOST M., 1998 – Flore vasculaire de Basse-Normandie (2 tomes). Presses Universitaires de Caen. 410+492 p.

QUÉRÉ E., MAGNANON S., BRINDEJONC O., DISSEZ C., 2016 – Liste rouge de la flore vasculaire de Bretagne. Evaluation des menaces selon la méthodologie et la démarche de l'UICN. Brochure. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 20 p.

RAMEAU J.-C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE G. et *al.*, 1989 (édition 2018) – Flore Forestière Française, guide écologique illustré, 1 : plaines et collines. Institut pour le Développement Forestier. 1785 p.

ROTHMALER W., 2009 – Exkursionsflora von Deutschland, Gefässpflanzen : Atlasband. Band 3. 11 Auflage. Spektrum Akademischer Verlag. 753 p.

STREETER D., HART-DAVIS C., HARDCASTLE A., COLE F., HARPER L., 2011 – Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, 704 p.

TISON J.-M. & De FOUCAULT B. (coords), 2014 – *Flora Gallica*. Flore de France. Biotope, Mèze, xx + 1196 p.

UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018) – La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine.

WALLACE H., 2021 – Grasses : a guide to identification using vegetative characters. AIDGAP, FSC publications, 107 p.

ZAMBETTAKIS C. (coord.), BOUSQUET T., GORET M., WAYMEL J., RIOULT J.-P., 2017 – La flore du calvados, évolution et enjeux de préservation Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 192 p. (Les cahiers scientifiques et techniques, 3).

ZAMBETTAKIS C., PROVOST M., 2009 – Flore rare et menacée de Basse-Normandie. In Quarto, 423 p.

Coll., 2013 – Arbres et arbustes. Horticolor, 400 p.

Coll., 2013 – EUR 28 – Interpretation manual of European Union Habitats. European Commission – DG Environnement. 146 p.

2005-2008 Collection Atlas floristique de Bretagne, 4 volumes. Éditions Siloë, 2467 p.

2001-2015 Collection Atlas floristique des Pays de la Loire, 4 volumes. Éditions Siloë, Naturalia publications, 1 933 p.

Oiseaux

BANG P., DAHLSTROM P., 1999 – Guide des traces d'animaux : les indices de présence de la faune sauvage. Delachaux et Niestlé. 264 p.

DEBOUT G., CHEVALIER B., 2022 – Nouvel Atlas des oiseaux de Normandie. Nidification et présence hivernale. GONm/*Orep*. 495p.

DUPUY J., SALLÉ L. (coord.), 2022 – Atlas des oiseaux migrateurs de France. LPO ; Biotope Éditions ; Muséum national d'Histoire naturelle, 1122p. (Collection Inventaires & Biodiversité)

BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D., 2005 – Guide des traces et indices d'oiseaux. Delachaux et Niestlé, 333p.

COFTA T., 2021– Cahier d'identification des passereaux d'Europe en vol. Biotope Éditions, 496p.

FORSMAN D., 2017– Identifier les rapaces en vol, Europe, Afrique du nord et Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé, 543p.

FRAIGNEAU C., 2017– Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé, 400p.

ISSA N., MULLER Y. (coord.), 2015 – Atlas des oiseaux de France métropolitaine. Nidification et présence hivernale. LPO/SEOF/MNHN. Delachaux et Niestlé, Paris, 1408 p.

GOB (coord.), 2012 – Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Groupe ornithologique breton, Bretagne Vivante-SEPNB, LPO 44, Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux et Niestlé. 512p.

LE MARÉCHAL P., LALOI D., LESAFFRE G., 2013 – Les oiseaux d'Île-de-France. Nidification, migration, hivernage. CORIF-Delachaux et Niestlé, 512p.

MARCHADOUR B. (coord.), 2014 – Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire. Delachaux et Niestlé, Paris, 2014. 576 p.

MONNERET R.-J., 2017 – Le faucon pèlerin, description, mœurs, observation, protection, mythologie. Delachaux et Niestlé, 240p.

MULLARNEY K., SVENSSON L., ZETTERSTROM D., GRANT P, 1999 (éd. 2022) – Le guide Ornitho. Delachaux et Niestlé. 400 p.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 – La Liste rouge des espaces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

REIJNEN R., FOPPEN R., 1995 – The Effects of Car Traffic on Breeding Bird Populations in Woodland, 10 p.

Mammifères

ARTHUR L., LEMAIRE M., 2009 – Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; MNHN, Paris, 544 p.

BANG P., DAHLSTROM P., 1999 – Guide des traces d'animaux : les indices de présence de la faune sauvage. Delachaux et Niestlé. 264 p.

BARATAUD M., 2020 – Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope Éditions ; Muséum national d'Histoire naturelle, 360p. (Collection Inventaires & Biodiversité)

Groupe Mammalogique Normand, 2004 – Les Mammifères Sauvages de Normandie : Statut et Répartition. Nouv. éd. revue et augmentée. GMN, 306 p.

MACDONALD D., BARRETT P., 1995 – Guide complet des Mammifères de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé. 304 p.

SIMONNET F. (coord.), 2015 – Atlas des Mammifères de Bretagne. Groupe Mammalogique Breton. Locus Solus. 304 p.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017 – La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine.

Amphibiens et Reptiles

ACEMAV coll., DUGUET R. & MELKI F. ed., 2003 – Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.

BARRIOZ M., COCHARD P.-O., VOELTZEL V., 2015 – Amphibiens et Reptiles de Normandie. URCPIE de Basse-Normandie. 288 p.

EVRARD P., ANGOT D., MARCHADOUR B., SINEAU M. (coord), 2022 – Atlas des amphibiens et reptiles des Pays de la Loire. Locus Solus, 256p.

GROSSELET O., GOURET L., DUSOULIER F., 2011 – Les Amphibiens et les Reptiles de la Loire-Atlantique à l'aube du XXIème siècle, identification, distribution, conservation. Édition de mare en mare, 207p.

LE GARFF B. (coord.), 2014 – Atlas des Amphibiens et Reptiles de Bretagne et de Loire-Atlantique. *Penn Ar Bed* n°216/217/218. Bretagne Vivante sepnb. 200p.

LESCURE J., MASSARY de J.-C. (coords), 2012 – Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité). 272 p.

MIAUD C., MURATET J., 2004 – Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. INRA, Paris. 200 p.

MURATET J., 2015 – Identifier les Reptiles de France métropolitaine. Ecodiv, France, 530 p.

MURATET J., 2008 – Identifier les Amphibiens de France métropolitaine, Guide de terrain. Ecodiv, France. 291 p.

UICN France, MNHN & SHF, 2015 – La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.

VACHER J.-P., GENIEZ M. (coords), 2010 – Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

Insectes

BELLMANN H., LUQUET G., 1995 – Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé. 383 p.

BUORD M., DAVID J., GARRIN M., ILIOU B., JOUANNIC J., PASCO P.-Y., WIZA S., 2017 – Atlas des Papillons diurnes de Bretagne. Locus Solus, 324p.

CHARRIER M. (coord), 2013 – Les libellules de Maine-et-Loire, Inventaire et Cartographie. Anjou Nature n°4. 91 p.

DARDENNE B. et al., 2008 – Papillons de Normandie et des îles Anglo-Normandes : atlas des Rhopalocères et des Zygènes. AREHN. 200 p.

DAVID J., GUILLOTON J.-A., JOUANNIC J., PASCO P.-Y., PINEY B., WIZA S., 2023 – Atlas des libellules de la Bretagne à la Vendée. Locus Solus, 328 p.

DIJKSTRA K.-D.B., LEWINGTON R., 2007 – Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé. 320 p.

GOUVERNEUR X., GUERARD Ph., 2011 – Les longicornes armoricains – Atlas des coléoptères Cerambycidae des départements du Massif armoricain. *Invertébrés armoricains, les Cahiers du GRETIA*, **7**. 224 p.

GRAND D., BOUDOT J.-P., 2006 – Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze (Collection Parthénope), 480 p.

GRAND D., BOUDOT J.-P., DOUCET G., 2014 – Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 136 p.

LAFRANCHIS T., 2014 – Papillons de France : guide de détermination des papillons diurnes. Diatheo. 351 p.

LE DÛ P., LESPARRE D. (coord), 2014 – Les libellules des Côtes-d'Armor, Guide atlas des odonates. Vivarmor Nature ; Gingko Éditeur, 95 p.

LEPERTEL N., QUINETTE J.-P., 2016 – Les noctuelles de Basse-Normandie et des îles Anglo-Normandes. Invertébrés Armoricains, les Cahiers du GRETIA, 15. 468 p.

LIVORY A., SAGOT P., LACOLLEY E. (coord), 2012 – Atlas des Libellules de la Manche. Les Dossiers de Manche-Nature n°9. 191 p.

MOUSSUS J.-P., LORIN T., COOPER A., 2019 – Guide pratique des papillons de France. Delachaux et Niestlé, 416 p.

RADIGUE F., 2016 – Atlas des Papillons de l'Orne. Association Faune et Flore de l'Orne ; Éditions du Tilleul, 240 p.

SARDET E., ROESTI C., BRAUD Y., 2015 – Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 304p.

STALLEGER P. (coord.), 2019 – Sauterelles, Grillons, criquets, Perce-oreilles, Mantes et Phasmes de Normandie. Invertébrés armoricain, les cahiers du GRETIA, 19. 226 p.

TOLMAN T., LEWINGTON R., 1999 – Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé. 320 p.

UICN France, MNHN, OPIE & SFO 2016 – La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine. Paris, France

UICN France, MNHN, OPIE & SEF 2014 – La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Paris, France.

VOISIN J.-F. (coord.), 2003 – Atlas des Orthoptères (Insecta : Orthoptera) et des Mantides (Insecta : Mantodea) de France. *Patrimoines naturels*, 60. MNHN, Paris. 104 p.

Gestion – Réaménagement

ADAM Ph., DEBIAIS N., GERBER F., LACHAT B. (BIOTEC Biologie appliquée), 2008 – Le génie végétal. La Documentation française, Paris, 290 p.

ALLIGAND G., HUBERT S., LEGENDRE T., MILLARD F., MÜLLER A., 2018 – Évaluation environnementale – guide d'aide à la définition des mesures ERC. MTES, CEREMA, 132 p.

ATEN, 2009 – La signalétique de plein air dans les espaces naturels protégés. Cahier Technique n°84. 60 p.

AZZOUT Y., BARRAUD S., CRES F.N., ALFAIKH E., 1994 – Techniques alternatives en assainissement pluvial vol. 1&2. Éditions Lavoisier, Tec & doc, 372 p.

BLOUIN A., 2011 – Guide pratique d'aménagement paysager des carrières. UNPG. 96 p.

BOUZILLÉ J.-B., 2007 – Gestion des habitats naturels et biodiversité, Concepts, méthodes et démarches. Éditions Lavoisier, Tec & doc, 325 p.

CORNIER T., TOUSSAINT B., DUHAMEL F., BLONDEL C., HENRY E., MORA F., 2011 – Guide pour l'utilisation d'arbres et d'arbustes pour la végétalisation à vocation écologique et paysagère en région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie, Conservatoire botanique national de Bailleul, 48 p.

CRASSOUS C., KARAS F., 2007 – Guide de gestion des tourbières et marais alcalin des vallées alluviales de France septentrionale. Fédération des conservatoires d'espaces naturels, 203 p.

DASNIAS P. (ECOSPHERE), 2002 – Aménagement écologique des carrières en eau : guide pratique. UNPG, Paris, 208 p.

DEGOUTTE G., 2012 Diagnostic, aménagement et gestion des rivières – hydraulique et morphologie fluviale appliquées. Éditions Lavoisier, Tec & doc, 542 p.

GABÉ J. et *al*., 1993-1997 – L'eau et la route, volumes 1 à 4, 6 et 7. SETRA, 286 p.

GALÉA G., RAMEZ P., 1995 – Maîtrise du ruissellement et de l'érosion en vignoble de coteau. Guide à l'usage des aménageurs. CEMAGREF, 126 p.

GAYET G. et *al*., 2023 – Référentiel d'actions écologique mobilisables en zones humides, version 1.0. PatriNat, 164 p.

GROMAIRE M.C., VEIGA L., GRIMALDI M., AIRES N., 2013 – Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines. Agence de l'eau, 63 p.

GROSSI J.-L. (AVENIR), 2010 – Les mares prairiales à triton crêté. Les Cahiers Techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels. 20 p.

GUINAUDEAU C., 2012 – Aménagement urbains durables : les haies urbaines et péri-urbaines. CSTB éditions, 133 p.

KARSENTY G., 2005 – Guide pratique des VRD et aménagements extérieurs. Éditions Eyrolles, 621 p.

LAFFITTE V. et *al*., 2009 – Guide technique de la mare. Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale. 40 p.

LARINIER M., COURRET D., GOMES P., 2006 – Guide technique pour la conception de passes « naturelles ». Agence de l'eau Adour Garonne, Compagnie Nationale de Rhône 66 p.

LAZARIN A., 2022 – Évaluation écologique des aménagements paysagers. Editions Quae, Educagri éditions, 198 p.

LEMMONIER L., 2021 – Prise en compte de la biodiversité dans les projets terrestres normands, livrets 1&2. Préfecture de la région Normandie, DREAL Normandie, 50+28 p.

LE NEVEU Ch., LECOMTE Th., 1990 – Gestion des zones humides et pastoralisme. Aménagement écologique. Ministère de l'Environnement. 113 p.

LESPEZ L. (éd.), 2012 – Paysages et gestion de l'eau, sept millénaires d'histoires de vallées et de plaines littorales en Basse-Normandie. Presse universitaire de Caen, 336 p.

NEVOUX L., BATAILLON A., MENARD J., 2008 – La haie : patrimoine de l'Orne. Conseil général de l'Orne. 44 p.

OERTLI B., FROSSARD P.-A., 2013 – Mares et étangs. Collection Science et ingénierie de l'environnement. Presses polytechniques et universitaires romandes. 480 p.

SARAT E., MAZAUBERT E., DUTARTRE A., POULET N., SOUBEYRAN Y., 2015 – Les espèces exotiques envahissantes, connaissances pratiques et expériences de gestion, volumes 1&2. ONEMA (collection comprendre pour agir), 252+240 p.

SATIN M., SELMI B., BOURRIER R., 1999 – Guide technique de l'assainissement. 680 p.

CLAP F., MONCORPS S., 2015 – Les espèces exotiques envahissantes sur les sites d'entreprises, livret 2 : identifier et gérer les principales espèces. UICN France, 96 p.

Coll., 2020 – « Éviter, réduire, compenser » les impacts sur les milieux naturels : déclinaison au secteur des carrières. UNICEM, MTES, Biotope éditions, 127 p.

Coll., 2008 – Gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement – conception et constitution des dossiers d'autorisation de déclaration au titre de la police de l'eau-guide technique, vol 2. Préfecture d'Indre-et-Loire, 116 p.

Coll., 2017 – Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées. ASTEE, 273 p.

Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin, 2006 – Les essenc'ielles – aide à l'identification et à la plantation des principales essences du bocage. 42 p.

Sol – Pédologie

AFES, BAIZE D., GIRARD M.-C., 2009 – Référentiel pédologique 2008. Editions Quae. 406 p.

BAIZE D., DUVAL O., RICHARD G. (coord.), 2013 – Les sols et leurs structures, observations à différentes échelles. Editions Quae, 262 p.

BAIZE D., JABIOL B., 2011 – Guide pour la description des sols. Editions Quae. 430 p.

DEWOLF Y., BOURRIÉ G., 2008 – Les formations superficielles. Ellipses, 798 p.

JAMAGNE M., 2011 – Grands paysages pédologiques de France. Editions Quae. 536 p (+ 1 CD-Rom).

KARIMI B. CHEMIDLIN PRÉVOST-BOURRÉ N. DEQUIEDT S. TERRAT S. RANJARD L., 2018 – Atlas français des bactéries du sol. Biotope, Muséum national d'histoire naturelle, 192 p.

MICHEL F., 2022 – Géologie et paysages, initiation à la géomorphologie. Delachaux et Niestlé. 317 p.

PINAY G., GASCUEL C., MENESGUEN A., SHOUCHON Y., LE MOAL M., LEVAIN A., ÉTRILLARD C., MOATAR F., PANNARD A., SOUCHU P., 2018 – L'eutrophisation, manifestations, causes, conséquences et prédictabilité. Editions Quae, 176.

STENGEL P., BRUCKLER L., BALESDENT J., 2009 – Le sol. Editions Quae, 182 p.

Sites internet (liste indicative non exhaustive)

Site internet de l'INPN/MNHN.

Site internet des DREAL.

Site internet des Conservatoires Botaniques Nationaux.

H. Annexes

Légende des listes floristiques et faunistiques en annexes

Catégories UICN pour les listes rouges	
RE	Eteinte
CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi-menacée
LC	Préoccupation mineure
NA	Non applicable
NE	Non évaluée
DD	Données insuffisantes

Classes de rareté	
E	Exceptionnelle
RR	Très rare
R	Rare
AR	Assez rare
PC	Peu commune
AC	Assez commune
C	Commune
CC	Très commune
D	Données insuffisantes

Déterminant ZNIEFF	
Oiseaux	
N	Nidification
M	Migration
H	Hivernage
I	Inter-nuptiale
C	sous Conditions (colonies, seuils…)
D	présence déterminante
Autres groupes biologiques	
X	présence déterminante