ETUDE VIBRATOIRE

OFFRE CSTB N°FR24TRANST-30151
MODELISATIONS VIBRATOIRES
ETAT PROJET

Rapport d'étude

Pierre Ropars

Demandeur de l'Etude

Joaquim Pires Da Costa

Auteur	Approbation	Vérification
Pierre ROPARS (CSTB)	Sébastien AGNOLIN (CSTB)	Jérémy TURPIN (ORFEA Acoustique)

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
24 Rue Joseph Fourier - 38400 SAINT-MARTIN-D'HERES
Tél. : +33 (0)4 76 76 25 25 – www.cstb.fr
MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

PUBLIÉ - PUBLIÉ - PUBLIÉ - PUBLIÉ - PUBLIÉ
03/04/2024 09:44:36
03/04/2024 G1.04-AVP-DOC-ACOU-2401346-1

SOMMAIRE

1 - OBJET 3

2 - METHODOLOGIE 4

2.1 - PRESENTATION GENERALE 4

2.2 - TERMES SOURCES 5

2.3 - COMPORTEMENT DYNAMIQUE DU SOL 5

2.4 - COMPORTEMENT DYNAMIQUE DES BATIMENTS 5

2.5 - VALEURS CIBLES APPLICABLES 6

3 - NIVEAUX VIBRATOIRES ET BRUIT SOLIDIEN SANS SOLUTION 7

3.1 - SITES DE SENSIBILITE COURANTE 7

3.2 - SITES SPECIFIQUEMENT SENSIBLES 10

4 - NIVEAUX VIBRATOIRES ET BRUIT SOLIDIEN AVEC SOLUTIONS 11

4.1 - TYPE DE SOLUTION 11

4.2 - SITES DE SENSIBILITE COURANTE 12

4.3 - SITES SPECIFIQUEMENT SENSIBLES 13

5 - LINEAIRE DE SOLUTIONS ANTIVIBRATILES 14

6 - CONCLUSION 16

7 - REFERENCES 16

1 - OBJET

Tramway2028 est un projet de construction d'une nouvelle infrastructure de tramway sur la communauté de communes de Caen-la-mer. Cette nouvelle infrastructure vient compléter un réseau existant, comportant trois lignes desservant le Sud et le Nord de l'agglomération. La nouvelle ligne desservira les secteurs du centre-ville ainsi que les zones périphériques situées à l'ouest et au Nord-Ouest. Une vue aérienne du projet est présentée ci-dessous.



Figure 1 : Projet Tramway2028 - Vue aérienne du tracé

Dans le cadre de l'étude du risque des impacts vibratoires du projet Tramway2028 confiée au groupement CSTB-ORFEA, le CSTB a été missionné par TRANSAMO pour réaliser la modélisation vibratoire de l'état projet. Cette mission est associée au bon de commande n°10 du marché n°E2_2022-11.

Cette étude contient l'estimation des niveaux vibratoires et de bruit solidien émis chez tous les riverains du tracé, l'évaluation du respect des objectifs de confort vibratoire et la préconisation d'un linéaire de solutions antivibratiles définies par typologie de voie. La méthodologie utilisée est rappelée succinctement ci-après. Plus de détails sont présents dans les études antérieures et le rapport de modélisation vibratoire l'état 0 [9].

A noter, les résultats de cette étude sont basés sur des données d'entrées (tracé, exploitation, etc.) fournies en fin de phase AVP. Le terme source est associé à un gabarit de rugosité faible qui sous-tend une maintenance soutenue (meulage des rails et roues). Enfin, l'ouvrage de la rigole alimentaire, présent sous une portion du tracé en centre-ville, n'est pas considéré. De par la complexité de son intégration dans les modélisations, les contraintes associées devront être intégrées lors d'une étude dédiée (diminution de l'épaisseur de voie, impact sur la propagation des vibrations et sur l'interaction Tramway-Voie).

2 - METHODOLOGIE

2.1 - Présentation générale

L'étude du risque des impacts vibratoires porte sur l'ensemble des bâtiments riverains du projet. Pour chaque bâtiment, l'étude évalue les niveaux vibratoires et les niveaux de bruit solidien émis, puis sélectionne la typologie de solutions antivibratiles nécessaire au respect des objectifs du projet. Ces différentes étapes ont permis une première évaluation des niveaux vibratoires, ainsi qu'un premier linéaire de poses de voie antivibratiles, associés à la conception du tracé établie en début de phase AVP.

L'étude vibratoire à l'état projet reprend l'ensemble des données d'entrées et met à jour l'ensemble des résultats précédemment établis. Pour ce faire, la méthodologie mise en œuvre est identique à l'approche utilisée lors des études état 0. Pour rappel, la méthodologie générale est présentée dans le diagramme ci-après.

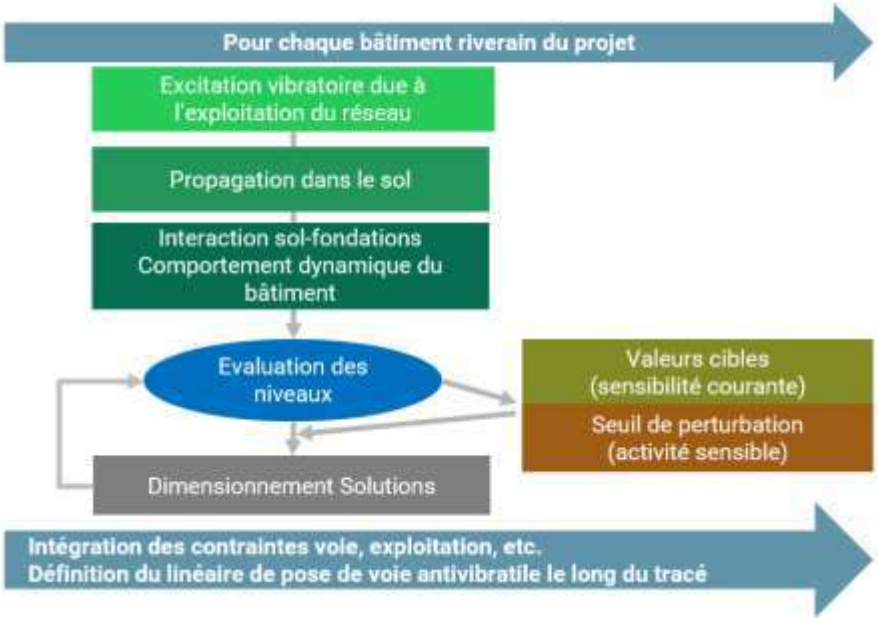


Figure 2 : Diagramme de l'étude des risques d'impact vibratoire

L'analyse du tracé est conservée, laissant inchangé les sites pour lesquels une sensibilité particulière aux vibrations a été identifiée [3]. De même, les données mesurées en amont des modélisations de l'état 0 sont conservées, en particulier les fonctions de décroissance dans le sol et les fonctions de transfert sol-bâtiment, caractérisées expérimentalement [4, 5]. L'ensemble de ces éléments ont fait l'objet d'un rapport séparé et sont explicités dans le rapport de modélisation vibratoire de l'état 0. Ces éléments ne sont pas rappelés ci-après.

A noter, à l'état projet le dimensionnement des solutions antivibratiles n'est pas réalisé. Cette étude se base sur les performances des solutions antivibratiles représentant les différentes typologies de solutions définies par le maitre d'œuvre.

2.2 - Termes sources

On rappelle que l'excitation est représentée par un spectre de densité linéique de forces défini à partir **d'un gabarit de rugosité faible [4]**. Ce gabarit est fixé à partir de mesures réalisées sur deux sites du réseau de tramway de Caen. **Ce gabarit suppose une maintenance soutenue du réseau afin de maintenir une rugosité du rail faible.**

Les appareils de voie (ADV) sont pris en compte via une augmentation forfaitaire de 3 dB du terme source (spectre de densité de force). Cette augmentation est appliquée dès lors que le bâtiment se situe au droit d'un point de la voie dont la distance au cœur de l'ADV est inférieure à la longueur du matériel roulant.

2.3 - Comportement dynamique du sol

Comme précédemment, la propagation des vibrations dans le sol est représentée par une mobilité linéique de transfert. Cette grandeur permet de traduire le niveau vibratoire généré par le passage du tramway lorsqu'elle est couplée à une densité linéique de forces.

La mobilité linéique est issue de l'intégration des mobilités ponctuelles définies entre la voie et un point en façade du bâtiment. Les mobilités ponctuelles proviennent d'une caractérisation expérimentale des sols, réalisée en octobre 2023 sur un ensemble de 14 sites répartis sur l'ensemble du tracé du projet [5].

2.4 - Comportement dynamique des bâtiments

Deux phénomènes sont observés pour les bâtiments et représentent le transfert vibratoire entre le sol et les fondations (FT2) et le transfert vibratoire entre les fondations et le plancher du local sensible (FT3). Les fonctions de transfert utilisées dans cette étude sont similaires à celles prises en compte lors de la modélisation vibratoire de l'état 0.

Pour les sites de sensibilité courante, les fonctions de transfert mises en œuvre sont issues de la base de données Vibra-123, telles que retranscrites dans le projet RIVAS [1]. Ces fonctions de transfert, communément utilisées dans les études vibratoires, sont classées en fonction du type de bâtiment (maison, petit ou grand immeuble) et du type de sol (dur, moyen ou mou). A noter, l'impossibilité d'identifier le type de plancher d'un local amène à sélectionner la fonction de transfert FT3 pour laquelle le niveau vibratoire global estimé dans les locaux est maximum.

Pour les sites spécifiquement sensibles (Théâtre, Conservatoire, CCNCN et laboratoire LABEO), les fonctions de transfert utilisées proviennent d'une caractérisation expérimentale in situ [5]. Le niveau de précision des modélisations pour ces sites est ainsi largement amélioré. Une description plus avant des résultats d'essais est disponible dans le rapport d'essais [5] ou dans le rapport de modélisation vibratoire de l'état 0 [9].

2.5 - Valeurs cibles applicables

En l'absence de réglementation, les valeurs cibles font office de seuils pour les niveaux vibratoires et de bruit solidien (bruit rayonné par les parois d'un local soumis aux vibrations).

Ces valeurs cibles sont adaptées à l'activité abritée dans les locaux, qu'elle soit de sensibilité courante (sommeil, concentration, etc.) ou spécifique (représentation non amplifiée, mesure de précision, etc.).

Pour les sites de sensibilité courante, les valeurs cibles sont issues de guides de référence, nommément : le projet RIVAS [1] et le guide FTA [2]. Ces documents fournissent un jeu de valeurs cibles en fonction du type d'activité et du type d'exposition (perception tactile des vibrations ou perception auditive du bruit solidien). Les valeurs cibles retenues pour le projet sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Il est important de noter que des objectifs de confort vibratoire trop élevés peuvent pénaliser le projet, dans le sens où ils amèneraient les études vibratoires à préconiser des dispositifs antivibratiles très contraignants, d'un point vue technique et financier. A l'inverse, des valeurs cibles trop basses pourraient aboutir à des situations d'inconfort inacceptable pour les riverains les plus exposés. Ainsi, les seuils proposés sont définis sur la base d'un compromis entre les deux tendances.

Tableau 1 : Valeurs cibles retenues pour les sites de sensibilité courante

Lieux et type d'activité	Valeur Cible Bruit solidien (dB(A) [réf 2e-5 Pa])	Valeur Cible Vibrations (dB [réf 5e-8 m/s])
Résidences Activité de sommeil	35	66
Bureaux, Ecoles Activité de concentration	40	72

Dans le cas d'une sensibilité spécifique, une visite du site a permis de caractériser la sensibilité des activités en collaboration avec leurs responsables. Les valeurs cibles issues de ces caractérisations sont retranscrites dans le tableau ci-après (voir [9] et [3]).

Pour les sites dont la sensibilité est portée par le bruit solidien, il est préconisé de ne pas dépasser un niveau global de bruit solidien fixé à 25 dB(A) (dB référencé à 2e-5 Pascal, pondéré A). La cible retenue pour la perception tactile des vibrations est celle liée aux activités de concentration (72 dB référencé à 5e-8 m/s).

Pour les activités sensibles abritées sur le site du laboratoire LABEO, les observations ont permis de fixer un seuil de perturbation à 54 dB référencé à 5e-8 m/s. La sensibilité au bruit solidien est ajusté aux activités de bureau dont la cible est 40 dB(A), référencé à 2 e-5 Pa.

Tableau 2 : Récapitulatif des valeurs cibles retenues pour les sites sensibles

Lieux et type d'activité	Valeur Cible Bruits solidien (dB(A) [réf 2e-5 Pa])	Valeur Cible Vibrations (dB [réf 5e-8 m/s])
Théâtre Représentation non amplifiée	25	69
Conservatoire Représentation non amplifié	25	69
Conservatoire Enseignement	25	72
CCNCN Représentation non amplifiée	25	69
Labéo Mesure de précision	40	54

3 - NIVEAUX VIBRATOIRES ET BRUIT SOLIDIEN SANS SOLUTION

L'évaluation des niveaux vibratoires et de bruit solidien est mise à jour pour l'ensemble des bâtiments présents sur une bande de 120 m de large autour du tracé de la future ligne. Cette mise à jour n'intègre pas de dispositif spécifique au niveau de la voie, et constitue un état des lieux des risques vibratoires.

Le tracé utilisé correspond à la conception quasi finalisée du tracé de voie [6]. Les vitesses de passage du tramway au droit de chaque bâtiment sont issues de Profil de vitesse [7].

3.1 - Sites de sensibilité courante

Une synthèse de l'ensemble du tracé est proposés ci-après sous la forme d'une vue aérienne. Les bâtiments sont représentés avec un code couleur indiquant le niveau du risque d'impact (vibratoire et/ou lié au bruit solidien) :

- **Important** : au moins une valeur cible est dépassée par l'estimation ;
- **Modéré** : au moins une estimation est supérieure à sa valeur cible diminuée de 3 dB ;
- **Faible** : toutes les estimations sont inférieures aux valeurs cibles diminuées de 3 dB.

L'analyse détaillée de ces résultats indiquent un nombre significatif de bâtiments pour lesquelles les niveaux de bruit solidien estimés sont supérieurs aux valeurs cibles. Pour le risque lié à la perception tactile des vibrations, le nombre de bâtiment est moins important. Le tableau ci-après récapitule ces résultats.

Tableau 3 : Synthèse des risques d'impact vibratoire et acoustique le long du tracé

Configuration	Nombre	Principales localisations	Activité
Bâtiments étudiés	1561	Tout le tracé	Mixte
Dépassement cibles vibratoires	5	Centre-ville	Résidences
Dépassement cibles bruit solidien	18	Rue Damozanne, Centre-ville, Boulvard Yves Guillou	Résidences, Bureaux
Dépassement des deux cibles	1	Rue du Capitaine Boualam	Résidence
Aucun dépassement	1542	Tout le tracé	Mixte

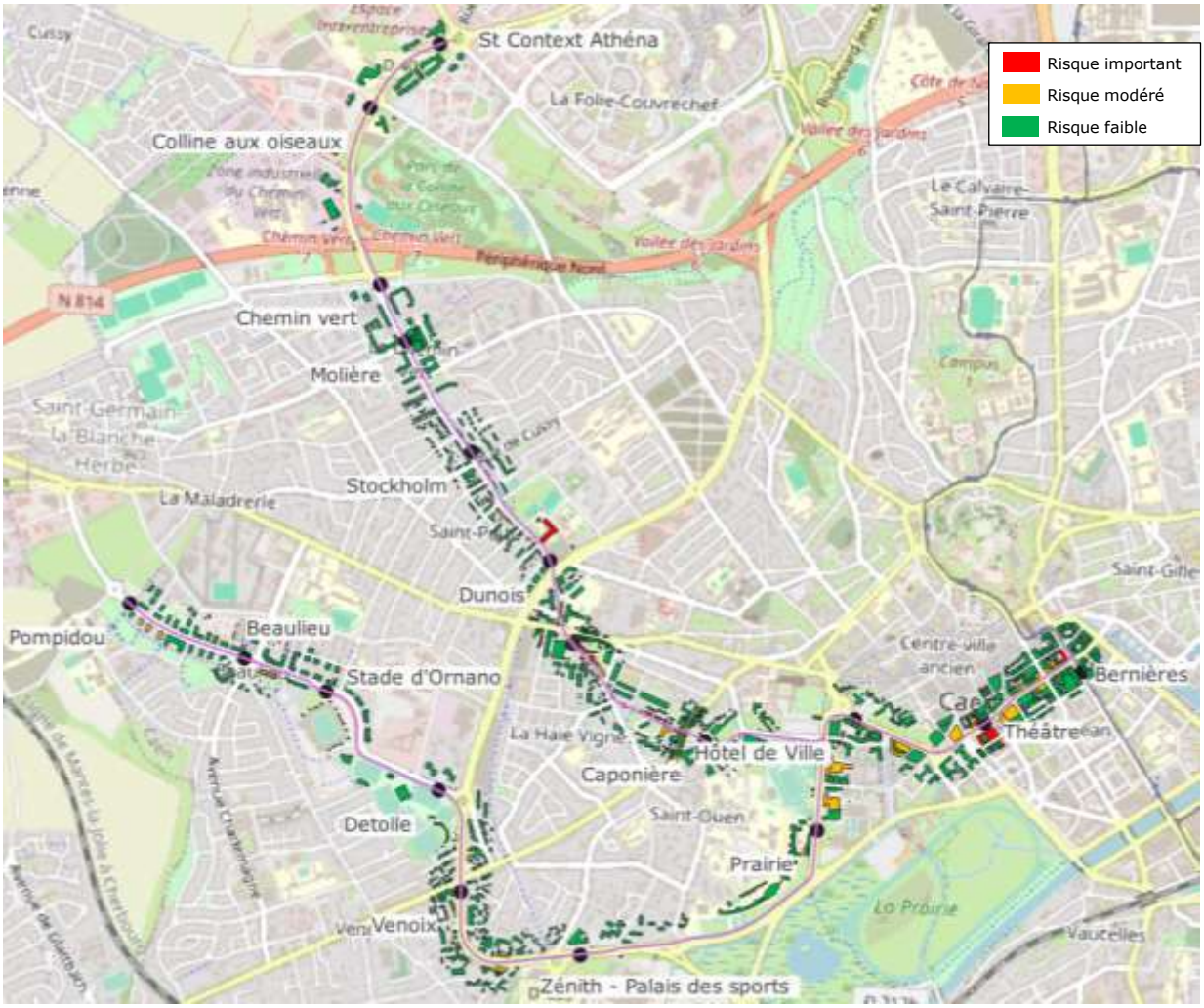
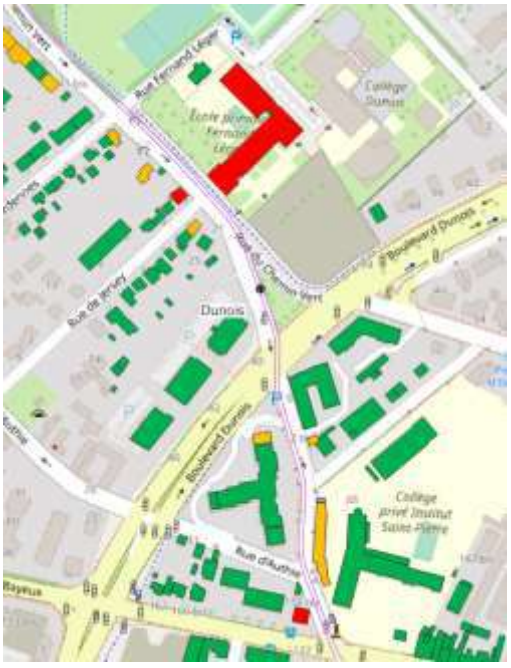


Figure 3 : Vue aérienne du risque d'impact vibratoire sans dispositif antivibratile

Les principales zones où le risque d'impact est important sont retranscrites ci-après.

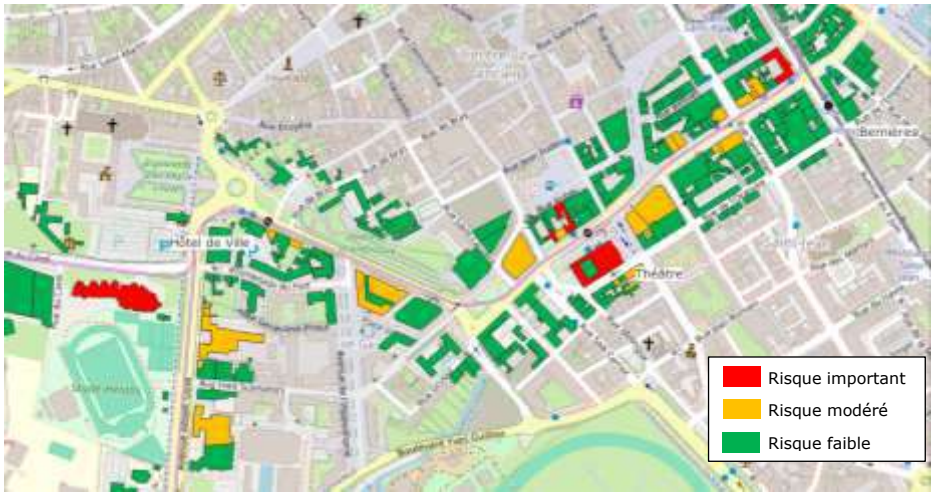
Rue du chemin vert



Rue Damozanne, rue Capitaine Boualam



Centre ville



Boulevard Yves Guillou



Figure 4 : Principales zones où le risque d'impact est important

3.2 - Sites spécifiquement sensibles

Les sites sensibles sont étudiés à l'aide des données recueillies sur site (caractérisation du sol et des fonctions de transfert) [3,4,5] et fournies par le projet [6,7,8].

Les niveaux vibratoires et de bruit solidien sont évalués en plusieurs emplacement sur chaque site. Pour chaque lieu, les valeurs cibles sont définies par rapport à l'activité afin d'évaluer le risque de perturbation.

L'ensemble des évaluations est reporté dans le tableau ci-après pour une pose de voie standard. Ces résultats indiquent que, sans dispositif de réduction des vibrations, le risque d'impact est important pour l'ensemble des locaux, à l'exception de l'auditorium du conservatoire et du site LABEO.

Tableau 4 : Synthèse des niveaux vibratoires et de bruit solidien dans les locaux sensibles, sans solution antivibratile (dB : dB réf 5 e-8m/s, dB(A) : dB réf 2e-5 Pa pondéré A)

Site	Distance à la voie (m)	Vitesse passage (km/h)	Type Sol	Vibration [dB réf 8e-8m/s]		Bruit solidien [dB(A) réf 2e-5Pa]	
				Cible	Valeur	Cible	Valeur
Théâtre petite scène	25,4	30	3	69	77,9	25	22,3
Théâtre grande scène	25,4	30	3	69	62,8	25	25,6
Conservatoire Auditorium	14,5	30	9	69	39,7	25	1,4
Conservatoire salle de jazz	14,5	30	9	72	69,9	25	25,5
Conservatoire salle de dance	14,5	30	9	72	63,2	25	20,1
CCNCN	16.0	30	9	69	70,5	25	18,5
LABEO Salle des balances	37,7	40	12	54	34,5	40	15,8
LABEO Salle d'autopsie	37,7	40	12	72	55,5	40	21.0

4 - NIVEAUX VIBRATOIRES ET BRUIT SOLIDIEN AVEC SOLUTIONS

Cette section présente les performances des typologies de solutions définies dans cette étude préliminaire. Cette section présente également l'estimation du risque d'impact résiduel, i.e. le risque d'impact estimé après application des solutions.

4.1 - Type de solution

Dans cette étude, trois types de solutions sont proposés pour répondre au risque de dépassement des valeurs cibles. Ces trois solutions correspondent aux deux technologies suivantes : des semelles sous rails assouplies (solution niveau 1), une pose sur dalle flottante (solutions niveau 2 et 3). Ainsi quatre typologies de pose sont définies [8] :

- **Pose standard** (sans dispositif antivibratile) : il s'agit de la pose standard définie en section 2.2 pour laquelle l'excitation a été caractérisée expérimentalement [4] ;
- **Pose niveau 1** (pose assouplie - fréquence de découplage : 100 Hz) : il s'agit d'une pose similaire à la pose standard avec des semelles sous rail assouplies. Ce type de solution atténue les vibrations aux fréquences les plus élevées essentiellement ;
- **Pose niveau 2** (dalle flottante fine - fréquence de découplage : 31.5 Hz) : il s'agit d'une voie sur une dalle flottante d'épaisseur 19 cm, agissant efficacement sur une large bande de fréquences ;
- **Pose niveau 3** (dalle flottante épaisse - fréquence de découplage : 25 Hz) : il s'agit d'une voie sur une dalle flottante d'épaisseur 33 cm, agissant très efficacement sur une bande fréquentielle plus large.

Pour rappel, les performances des solutions sont estimées par comparaison à la pose standard. Ces performances sont exprimées via un spectre de pertes par insertion (IL) représentant la variation de l'excitation lorsque la pose standard est remplacée par une de ces solutions. Ces pertes par insertion sont représentées sur la figure ci-après.

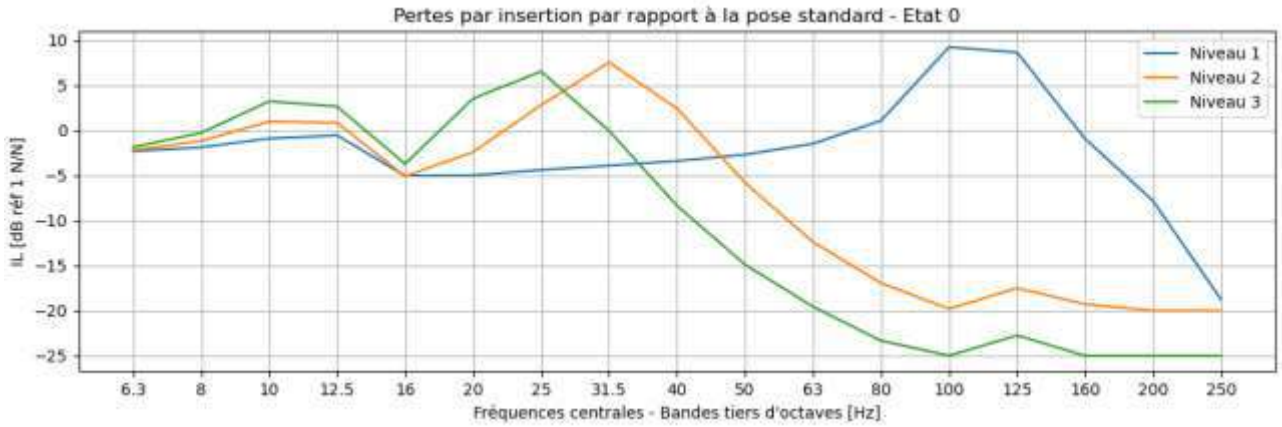


Figure 5 : Performances des solutions antivibratiles définies à l'Etat 0

4.2 - Sites de sensibilité courante

A l'aide des solutions définies dans la section précédente, les niveaux vibratoires et de bruit solidien ont été réévalués sur l'ensemble du linéaire. La méthode est la suivante :

- Estimations des niveaux vibratoires et de bruit solidien avec pose standard (section 3) ;
- Si une valeur cible est dépassée, application des solutions antivibratiles par ordre croissant de performances (standard, niveau 1, 2 ou 3) ;
- La solution antivibratile retenue est la solution minimale et suffisante pour respecter les valeurs cibles (standard, niveau 1, 2 ou 3) ;
- Au niveau de la voie, la solution retenue en chaque section est celle permettant de respecter les valeurs cibles de l'ensemble des bâtiments riverains. Par défaut, une section est une portion de voie de 40 m (majorant de la longueur du tramway).

Les résultats montrent que le risque d'impact résiduel est faible ou modéré sur l'ensemble des sites (cibles respectées avec, ou sans, marge de 3 dB). Ces résultats sont représentés sur la figure ci-après, le linéaire de solutions est détaillé section 5.

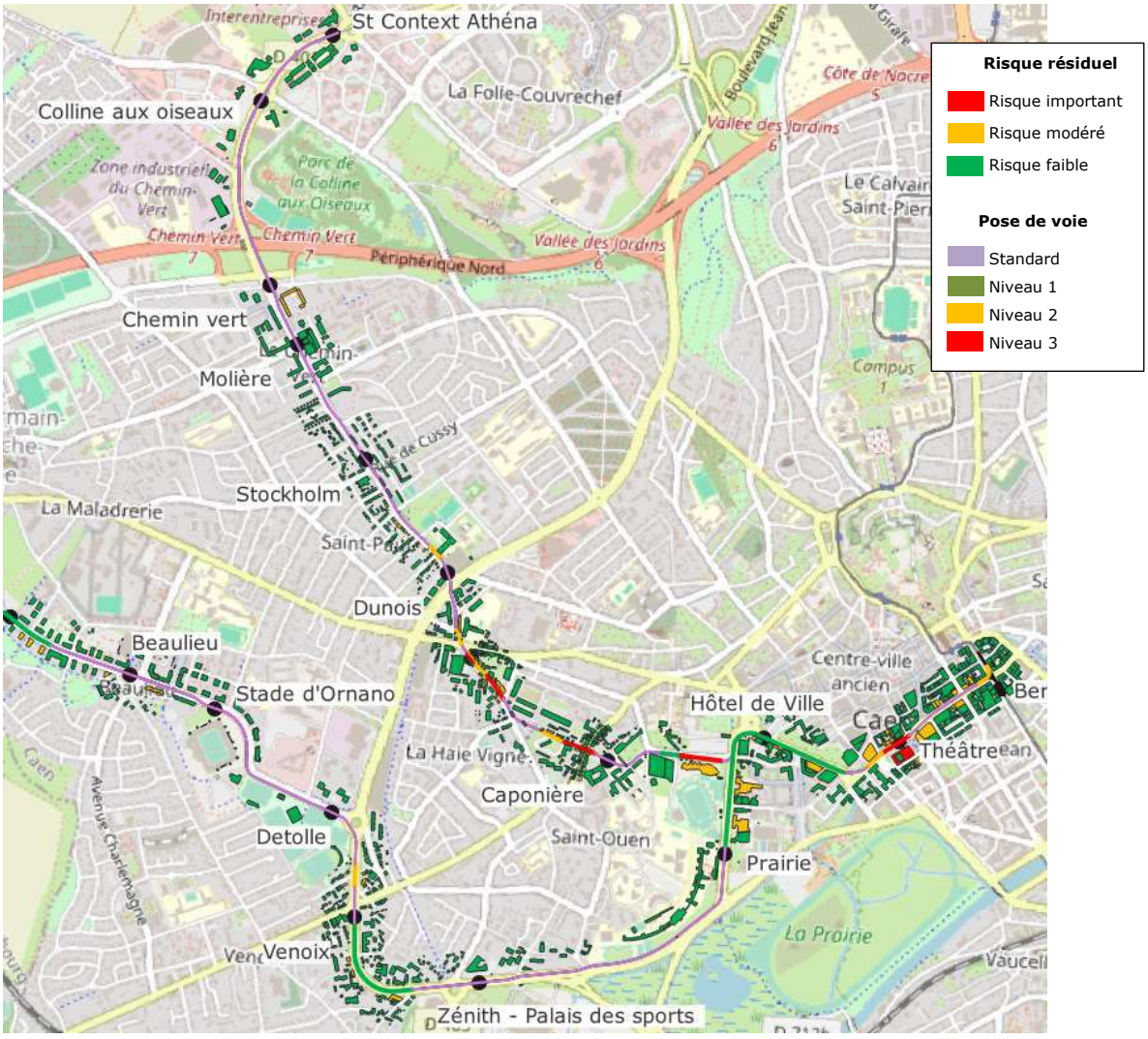


Figure 6 : Risque d'impact résiduel et linéaire des solutions utilisées

4.3 - Sites spécifiquement sensibles

Comme précédemment, les sites sensibles sont étudiés à l'aide des données recueillies sur site [3,4,5] et celles fournies par le projet [6,7,8]. Les niveaux vibratoires et de bruit solidien sont évaluées aux mêmes emplacements pour chaque site, en intégrant les pertes par insertion associées aux solutions définies au droit de chaque site.

L'ensemble des évaluations est reporté dans le tableau ci-après, indiquant également la solution antivibratile retenue pour chaque site. A l'exception du site de LABEO, la solution retenue est la pose niveau 3. Les résultats indiquent que, avec le dispositif antivibratile, le risque d'impact est maitrisé pour la majorité des sites spécifiquement sensibles.

Cependant, le niveau vibratoire résiduel estimé dans le local de la petite scène du théâtre est important. Ce niveau est dû à la résonnance en basses fréquences du plancher, (voir résonnance à 16 Hz de la FT3 [9]). Il en résulte que**, malgré la prise en compte d'une pose de niveau 3, le risque de perception tactile des vibrations reste important.** Pour ce site, **il est préconisé de prévoir une solution antivibratile supplémentaire, dont la fréquence de découplage est inférieure à 16 Hz**.

Tableau 5 : Niveaux vibratoires et de bruit solidien estimés avec solutions antivibratiles (dB : dB réf5 e-8m/s, dB(A) : dB réf 2e-5 Pa pondéré A)

Site	Pose de voie	Vibrations [dB réf 5e-8m/s]		Bruit solidien [dB(A) réf 2e-5Pa]	
		Cible	Valeur	Cible	Valeur
Théâtre petite scène	Niveau 3	69	77,1	25	20,2
Théâtre grande scène	Niveau 3	69	61,5	25	15,4
Conservatoire Auditorium	Niveau 3	69	40,8	25	0
Conservatoire salle de jazz	Niveau 3	69	71,4	25	20,5
Conservatoire salle de dance	Niveau 3	69	64,6	25	11,8
CCNCN	Niveau 1	69	68,6	25	19,4
LABEO Salle des balances	Standard	54	34,5	40	15,8
LABEO Salle d'autopsie	Standard	72	55,5	40	21

5 - LINEAIRE DE SOLUTIONS ANTIVIBRATILES

D'après les résultats indiqués en section 4, un linéaire de solution antivibratile est proposé ci-après. Ce linéaire s'appuie sur des bâtiments dimensionnant en termes de risque d'impacts vibratoires et de bruit solidien. Les solutions antivibratiles préconisées dans ce linéaire ne sont pas dimensionnées précisément, il s'agit de typologie de solutions qui reste à définir précisément lors d'une étude dédiée. A noter également :

- Aucune contrainte liée à la voie n'est prise en compte, notamment les zones de transition entre différentes typologies de poses ne sont pas étudiées ;
- Les zones sont repérées par leur longueur uniquement.

Ainsi, les solutions antivibratiles forment environ 27.5% du tracé étudié, se décomposant en 16.3%, 5.6% et 5.6% de niveau 1, 2 et 3 respectivement.

Les sections, sur lesquelles un dispositif antivibratile est préconisé, sont reportés dans le tableau ci-après. Ce tableau indique pour chaque section :

- L'ordre d'apparition de la section sur le linéaire (PK croissant) en commençant par le tronçon Nord puis le tronçon Sud (voies 1) ;
- Le dispositif envisagé (Niveau 1, 2 ou 3) ainsi que la longueur du tronçon ;
- L'adresse ainsi que les paramètres d'un bâtiment représentatif des niveaux vibratoires et de bruit solidien générés sur la zone traitée ;
- Les niveaux vibratoires et de bruit solidien obtenus pour le bâtiment représentatif, avec la pose de voie de référence (sans dispositif antivibratile) et la pose de voie retenue.

Tableau 6 : Sections du tracé avec solutions, Niveaux vibratoires [dB réf 5e-8m/s] et de bruit solidien [dB(A) réf 2e-5 Pa]

Sections			Bâtiment représentatif					Pose de Référence		Pose Retenue	
N°	Pose	Longueur [m]	Adresse	Type	Distance à la voie [m]	Vitesse passage [km/h]	Nombre étage	Vibration [dB]	Bruit Solidien [dB(A)]	Vibration [dB]	Bruit Solidien [dB(A)]
TRONCON NORD											
1	2	54,7	6 Rue Fernand Léger	Ecole	7,2	25	1	52,0	42,1	47,5	24,1
2	2	50.0	156 Rue de Bayeux	Résidence	4,9	20	3	54,8	46,2	48,0	27,6
3	2	35,2	60 Rue Damozanne	Résidence	4,9	13	2	57,6	39,1	58,3	29,0
4	2	69,2	54 Rue Damozanne	Résidence	6,7	20	2	59,6	37,4	61,0	30,8
5	1	101,7	23 Rue Damozanne	Résidence	4,2	29	3	67,0	47,7	65,8	29,9
6	2	76,3	24 Rue Capitaine Boualam	Résidence	6,2	22	2	61,0	38,8	62,3	32,2
7	1	128,5	1 Rue Capitaine Boualam	Mixte	5,8	20	4	57,5	35,7	58,7	28,6
8	3	56,5	11-13 rue du Carel	CCNCN	16,2	30	1	70,5	18,5	68,6	19,4
9	1	160,1	1 rue du Carel	Conservatoire	14,2	30	2	66,9	25,5	71,4	20,5
TRONON SUD											
10	3	204,8	59 Bd Georges Pompidou	Résidence	12,4	40	5	57,5	36,5	54,8	33,9
11	2	73,7	2 Rue du Stade de Venoix	Résidence	16,4	40	1	57,1	36,4	55,0	28,3
12	3	383,0	72 Bd Yves Guillou	Résidence	23,2	30	2	50,7	28,4	48,3	28,2
13	3	812,1	29 Bd Bertrand	Mixte	11,2	40	3	65,1	24,6	63,9	24,7
14	2	71,2	2 Rue Georges Lebret	La poste	6,6	30	4	62,0	41,6	62,4	30,5
15	1	118,0	135 Bd Maréchal Leclerc	Théâtre	25,4	30	2	77,9	22,3	77,1	20,2
16	2	73,9	40 Rue de Bernières	Résidence	3,5	10	5	56,2	42,4	53,8	26,0

6 - CONCLUSION

Cette étude propose une analyse des risques d'impact vibratoire et de bruit solidien liés à l'exploitation de la future infrastructure du projet Tramway2028. Les résultats s'appuient sur une large campagne de caractérisations expérimentales, alimentant des modélisations des niveaux vibratoires et de bruit solidien. Le terme d'excitation utilisé s'appuie sur un gabarit de rugosité faible qui sous-tend une maintenance soutenue du réseau.

Tous les bâtiments riverains du tracé sont étudiés, dont notamment quatre sites dont la sensibilité aux vibrations, ou au bruit solidien, est plus importante.

En l'absence de réglementation, le risque d'impact est évalué via un jeu de valeurs cibles.

Sans solution de réduction des vibrations, le nombre de bâtiments susceptibles d'être soumis à des niveaux vibratoires et/ou de bruit solidien dépassant les valeurs cibles est significatif.

Avec la mise en œuvre de solutions antivibratiles, un risque d'impact faible ou modéré est obtenu pour l'ensemble des bâtiments riverains. A l'exception de la petite scène du Théâtre, les valeurs cibles associées à chaque bâtiment sont respectées.

Les performances des solutions antivibratiles sont définies à partir de typologies de pose de voies antivibratiles, usuellement utilisées en tramway. Le dimensionnement précis de ces solutions reste à réaliser.

7 - REFERENCES

[1] RIVAS Project, Rapport du Work package D1,6: Procedures to predict exposure in buildings and estimate annoyance, 2011.

[2] Guide FTA, Federal Transit Administration, Report N°123: Transit noise and vibration impact assessment manual, 2018.

[3] Définition des programmes d'études, Rapport N° FR23TRANSA-20581, CSTB & ORFEA, 2023.

[4] Caractérisation de l'excitation vibratoire, Rapport d'essais N° FR23TRANSW-23246, CSTB, 2023.

[5] Caractérisation de l'état 0 vibratoire, Rapport d'essais N° FR23TRANSQ-21952, CSTB, 2023.

[6] Tracé, T3214 tracé plateforme VF - AVP, EGIS, 25/01/2024.

[7] Profil des vitesses, T28_Diagrammes vitesses fév2024, EGIS, février 2024.

[8] Les poses de voies, Présentation B1.10-AVP-CR-MOEG-2300785-1, Groupement TRAME, 2023.

[9] Modélisation vibratoire de l'état 0, Rapport d'étude N° FR23TRANSQ-21952, CSTB, 2024.

Le futur en construction

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche et expertise, l'évaluation, la certification et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétence couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

VOLET MILIEU NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT

Caen La Mer
Projet de Tramway pour 2028

Volet Faune-Flore

Inventaires faune, flore et habitats







Avril 2024
(version du 19/04/2024)

Volet préparé par :

SARL Expertise Ecologique de l'Environnement
« ExEco Environnement »
2 Place Patton - 50300 Avranches
Tél. : 02 33 48 12 58 / Fax : 09 81 40 81 40
Mail : contact@execo-env.fr

Illustrations de première page :

- **Mairie de Caen et Abbaye aux Hommes en avril 2023 (E. Morin)**
- **Criquet du genre *Chorthippus* dans le jardin de la maison du Général en septembre 2023 (E. Morin)**
- **Gobemouche gris (*Muscicapa striata*) dans le jardin de la résidence Ste Bernadette en juillet 2023 (E. Morin)**
- **Le collier de corail (*Aricia agestis*) sur la pelouse du Lycée Malherbe en juillet 2023 (E. Morin)**
- **Ophrys abeille (*Ophrys apifera*) sur le parking Beaulieu en mai 2023 (E. Morin)**

A. Table des matières

A. Définition de l'étude 7
A.1. Contexte et objet de la demande 7
A.2. Objectifs 7
A.3. Définition des périmètres d'étude 7
A.4. Définition des focus d'inventaires 10
B. Recueil de données bibliographiques 11
B.1. Contexte Règlementaire 11
B.1.1. Protection réglementaire 11
B.1.2. Documents cadres 13
B.2. Trames bleue, noire et verte 16
B.2.1. La trame bleue 16
B.2.2. La trame noire 16
B.2.3. La trame verte 16
B.3. Gestion contractuelle et engagements internationaux 17
B.4. Inventaires patrimoniaux : les ZNIEFFS 18
B.5. Recueil de données naturalistes 19
B.5.1. Analyse des Bases de données (INPN) 19
B.5.2. Flore 19
B.5.3. Faune 20
B.6. Milieux physique 24
B.6.1. Hydrographie 24
B.6.2. Géologie et hydrogéologie 24
B.6.3. Zones inondables 25
B.6.4. Zones humides 26
B.6.5. Occupation des sols 26
B.7. Synthèse des enjeux écologiques dans la bibliographie 27
C. Etat initial sur le périmètre rapproché 27
C.1. Conditions de mises en œuvre et date des inventaires 27
C.1.1. Modalités de principe 27
C.1.2. Modalités d'application pour l'étude 28
C.2. Méthodologie d'évaluation du niveau d'enjeu écologique 29
C.3. Expertise floristique (habitats et espèces) 30
C.3.1. Méthodologie des inventaires floristiques 30
C.3.2. Résultats 30
C.4. Expertise faunistique 38
C.4.1. Méthodologie des inventaires faunistiques 38
C.4.2. Résultats 40
C.4.3. Habitats d'espèces protégées 52
C.5. Synthèse des enjeux écologiques 53
D. Evaluation des impacts et présentation des mesures de la séquence ERC(A) 55
D.1. Principes de l'évaluation et de sa présentation 55
D.2. Définition des impacts 55
D.2.1. Rappel sur la définition des impacts 55
D.2.2. Définition des effets 55
D.3. Evaluation des impacts bruts globaux ou potentiels sur les espèces et les habitats 55
D.3.1. Analyse des effets directs 55
D.3.2. Effets indirects et induits 57
D.3.3. Effets cumulés 58
D.3.4. Evaluation du niveau d'impacts bruts 59
D.4. Première phase de la séquence ERC(A) 61
D.4.1. Mesures d'évitement (E) 61
D.4.2. Mesures de réduction (R) 63
D.4.3. Synthèse de la première phase de la séquence ERC(A) : impacts résiduels 76
D.5. Seconde phase de la séquence ERC(A) 78
D.5.1. Mesures de compensation (C) 78
D.5.2. Mesures d'accompagnement (A) 78
D.5.3. Synthèse de la seconde phase de la séquence ERC(A) : bilan 80
D.6. Suivis écologiques en appui des mesures ERC(A) 82
D.7. Estimation chiffrée des mesures 83
D.8. Bilan des mesures ERC(A) 83
E. Etude d'évaluation des incidences Natura 2000 84
E.1. Prédiagnostic 84
E.1.1. Présentation du projet 84
E.1.2. Présentation du réseau Natura 2000 local 84
E.1.3. Analyse des incidences potentielles 85
E.1.4. Préconclusion 85
E.2. Incidences 86
E.3. Mesures 86
E.4. Conclusion 88
F. Auteurs 89
G. Bibliographie 89

H. Annexes 93

Table des illustrations

Figure 1. Tracé retenu et stations 7
Figure 2. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Nord) 8
Figure 3. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Ouest) 8
Figure 4. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Est) 9
Figure 5. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Sud) 9
Figure 6. Carte de localisation des focus d'inventaires Faune-Flore 10
Figure 7. Périmètre d'étude éloigné 11
Figure 8. Sites classés et inscrits 12
Figure 9. Espaces Naturels Sensibles 12
Figure 10. Eléments protégés inscrits au PLU 13
Figure 11. Emplacement des éléments de la trame verte (source : Rapport d'approbation - Modification n°3 du PLU de Caen) 14
Figure 12. Emplacement des zones N (source : Rapport d'approbation - Modification n°3 du PLU de Caen) 14
Figure 13. TVB dans le secteur de Caen 15
Figure 14. SRCE de Normandie 15
Figure 15. Trames vertes et bleues (carte de chaleur) 16
Figure 16. Trames vertes et bleues (espaces végétalisés) 16
Figure 17. ZSC (Natura 2000) 17
Figure 18. ZPS (Natura 2000) 17
Figure 19. ZNIEFF de type I 18
Figure 20. ZNIEFF de type II 18
Figure 21. Carte des espèces de ptéridophyte protégées 19
Figure 22. Cartes des espèces d'angiosperme protégées 19
Figure 23. Carte des espèces d'angiosperme présentant un statut de menace au niveau régional (LC : préoccupation mineure, NT : quasi menacée, VU : vulnérable, EN : en danger d'extinction) 19
Figure 24. Couche d'alerte pour la flore (CBNB) 20
Figure 25. Carte des observations d'oiseaux présentant un statut de menace au niveau national (LC : préoccupation mineure, NT : quasi menacée, VU : vulnérable, EN : en danger d'extinction) 20
Figure 26. Carte des observations d'oiseaux inscrites à l'annexe I de la Directive Oiseaux 21
Figure 27 : Localisation en fonction de l'effectif maximum observé dans les sites d'hibernation à chiroptères lors d'un contrôle, toutes espèces confondues, après 2000 (source : GMN) 22
Figure 28 : Hiérarchisation des sites d'hibernation à chiroptères selon la méthodologie nationale 2014 (source : GMN) 23
Figure 29. Bassin versant topographique 24
Figure 30. Géologie (BRGM) 24
Figure 31. Présence de carrières sous le Boulevard Georges Pompidou (Ville de Caen) 25
Figure 32. Remontées de nappes 25
Figure 33. Zones inondables (DREAL) 25
Figure 34. Zones humides (SDAGE-AESN) 26
Figure 35. Zones humides (DREAL) 26
Figure 36.Occupation des sols (Corine Land Cover) 26
Figure 37. Arbre de décision pour la définition des enjeux par espèce (ExEco) 29
Figure 38. Arbre de décision pour la définition des enjeux par habitats (ExEco) 29
Figure 39. Voirie et voie de bus (E. Morin) 32
Figure 40. Focus 2 en mai 2023 (C. Leclerc) 32
Figure 41. Petit parc (E. Morin) 32
Figure 42. Prairie d'espace de loisirs dans le lycée Malherbe (C. Leclerc) 32
Figure 43. Petit parc dans l'hôpital (E. Morin) 32
Figure 44. Parking de la Maladrerie (E. Morin) 32
Figure 45. Focus 2 en juillet 2023 (C. Leclerc) 32
Figure 46. Piste cyclable et piétonne avec alignement d'arbres (E. Morin) 32
Figure 47. Prairie, canal et alignement d'arbres au parking des tritons (C. Leclerc) 32
Figure 48. Espace vert dans l'hôpital (E. Morin) 32
Figure 49. Espace vert en contexte urbain (E. Morin) 32
Figure 50. Espace vert sur échangeur (C. Leclerc) 32
Figure 51. Espace vert en contexte urbain (C. Leclerc) 32
Figure 52. Prairies d'espaces de loisirs boulevard Georges Pompidou (C. Leclerc) 32
Figure 53. Voiries et alignements d'arbres (E. Morin) 32
Figure 54. Jardin ornemental (E. Morin) 32
Figure 55. Site urbain désaffecté au niveau de la Presqu'Île (E. Morin) 32
Figure 56. Voies de tramway actuelles (E. Morin) 32
Figure 57. Canal et espace vert urbain en fin de ligne de tramway actuelle (E. Morin) 32
Figure 58. Parking arboré (E. Morin) 32
Figure 59. Carte des habitats (Saint-Contest – Colline aux oiseaux - Chemin Vert - Molière) 33
Figure 60. Carte des habitats (Chemin Vert – Molière - Stockholm - Dunois) 33
Figure 61. Carte des habitats (Pompidou – Beaulieu - Stade d'Ornano) 33
Figure 62. Carte des habitats (Haie Vigné - Caponière et Stade d'Ornano - Detolle) 33
Figure 63. Carte des Habitats (Detolle – Venoix – Zénith - Prairie) 34
Figure 64. Carte des habitats (Caponière – Hôtel de Ville – Théâtre et Prairie) 34
Figure 65. Carte des habitats (Bernières – Résistance St-Jean - Quai de Juillet - Gare Rives de l'Orne - Presqu'île) 34
Figure 66. Prospection d'une pelouse proche du parking des Tritons (E. Morin) 35
Figure 67. Sedum album (C. Leclerc) 36
Figure 68. Sedum acre (C. Leclerc) 36
Figure 69. Senecio inaequidens (C. Leclerc) 36
Figure 70. Reynoutria japonica (C. Leclerc) 36
Figure 71. Buddeja davidii (C. Leclerc) 36
Figure 72. Cortaderia selloana (C. Leclerc) 36
Figure 73. Robinia pseudoacacia (C. Leclerc) 36
Figure 74. Repousse de Reynoutria japonica (C. Leclerc) 36

Figure 75. Prunus laurocerasus (C. Leclerc) 36
Figure 76. Carte de la flore invasive 36
Figure 77. Emplacement des arbres remarquables potentiellement impactés par le projet 37
Figure 78. Trames vertes et bleues (carte de chaleur) 37
Figure 79. Tableau des 29 espèces protégées observée en période de reproduction et leurs indices de nidification 41
Figure 80. Gobemouche gris dans le parc de la résidence Sainte Bernadette (E. Morin) 41
Figure 81. Carte de localisation des observations des espèces patrimoniales d'oiseaux 42
Figure 82. Deux hérissons en déplacement sur la pelouse de la maison du Général (mai 2023) (E. Morin) 43
Figure 83. Carte de localisation des mammifères patrimoniaux et invasifs (hors chiroptères) 43
Figure 84. Tableau représentatif des focus des points d'écoutes 44
Figure 85. Données brutes des espèces campagne n°1 – 25-26/05/2023 44
Figure 86. Données brutes des espèces campagne n°2 – 05-05/07/2023 44
Figure 87. Données brutes des espèces campagne n°3 – 22-24/09/2023 44
Figure 88. Carte de localisation des points d'écoute pour l'étude des chiroptères 45
Figure 89. Tableau de quantification et d'activité des chiroptères pour la campagne 1 – 25-26/05/20 45
Figure 90. Représentation graphique des chiroptères sur le site de la campagne 1 – 25-26/05/2023 45
Figure 91. Tableau de quantification et d'activité des chiroptères pour la campagne 2 – 05-06/07/2023 45
Figure 92. Représentation graphique des chiroptères sur le site de la campagne 2 – 05-06/07/2023 46
Figure 93. Tableau de quantification et d'activité des chiroptères pour la campagne 3 – 22-24/09/2023 46
Figure 94. Représentation graphique des chiroptères sur le site de la campagne 3 – 22-24/09/2023 46
Figure 95. Table de référence des statuts 46
Figure 96. Contexte et corridor potentiel du Focus 4 47
Figure 97. Boulevard Bertrand la nuit (E. Morin) 47
Figure 98. Cartographie des analyses chiroptérologiques du tracé 48
Figure 99. Lézard des murailles au focus 6 (E. Morin) 49
Figure 100. Exemple d'un milieu rudéral où le lézard des murailles a été observé (E. Morin) 49
Figure 101. Localisation des observations de reptiles 49
Figure 102. Canal où a été observée et entendue la grenouille verte commune (E. Morin) 50
Figure 103. Carte de localisation des observations d'amphibiens 50
Figure 104. Le collier de corail (Aricia agestis) (E. Morin) 51
Figure 105. Un criquet du genre Chorthippus (E. Morin) 51
Figure 106. Carte de synthèse des enjeux écologiques 54
Figure 107. Carte de hiérarchisation des enjeux moyens et forts 54
Figure 108. Carte des arbres impactés par le projet 56
Figure 109. Part des habitats impactés sur l'aire d'étude 57
Figure 110. Liste des mesures ERC(A) et Suivis 61
Figure 111. Carte de l'étude des zones humides sur le zecteur de la Prairie et situation de la future ligne. 61
Figure 112. Passage de la ligne au niveau du boulevard Guillou 62
Figure 113. Passage de la ligne au niveau du boulevard Bertrand 62
Figure 114. Passage de la ligne au niveau de l'échangeur du chemin vert 62
Figure 115. Situation du terminus sur la presqu'île et situation de la flore patrimoniale 62
Figure 116. Carte des arbres conservés 63
Figure 117. Filet "anti-intrusion" pour éviter le passage de la faune sur le chantier 64
Figure 118. Localisation des espèces invasives avérées 64
Figure 119. Recommandations générales (Sources : Guide d'identification et de gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes sur les chantiers de Travaux Publics) 65
Figure 120. Répartition des habitats avant et après projet sur la zone d'étude 65
Figure 121. Revêtement de la ligne dans le secteur SE01 66
Figure 122. Revêtement de la ligne dans le secteur SE02 66
Figure 123. Revêtement de la ligne dans le secteur SE03 66
Figure 124. Revêtement de la ligne dans le secteur SE04 66
Figure 125. Revêtement de la ligne dans le secteur SE05 67
Figure 126. Revêtement de la ligne dans le secteur SE06 67
Figure 127. Carte des arbres replantés 68
Figure 128. Bilans des arbres : secteur SE01 68
Figure 129. Bilans des arbres : secteur SE02 68
Figure 130. Bilans des arbres : secteur SE03 68
Figure 131. Bilans des arbres : secteur SE04 68
Figure 132. Bilans des arbres : secteur SE05 69
Figure 133. Bilans des arbres : secteur SE06 69
Figure 134. Carte des 2 focus présentant une activité chiroptérologique remarquable 70
Figure 135. Vue aérienne de la place Gambetta et du boulevard Bertrand 70
Figure 136. Vue aérienne de la maison du Général 70
Figure 137. Positionnement de la mesure E1 en faveur du hérisson d'Europe 71
Figure 138. Vue aérienne du focus 2 (Google Earth) 71
Figure 139. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE01) 72
Figure 140. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE02) 72
Figure 141. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE03) 72
Figure 142. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE04) 73
Figure 143. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE05) 73
Figure 144. Bilan des micro-trames vertes urbaines avant/après projet (SE06) 73
Figure 145. Carte des corridors écologiques de la ville de Caen avant projet 74
Figure 146. Carte des corridors écologiques de la ville de Caen après projet 74
Figure 147. Estimation du coût de la mesure A3 (installations de gîtes artificiels) 78
Figure 148. Proposition d'emplacements de gîtes artificiels (mesure A3) 79
Figure 149. ZSC (Natura 2000) 84
Figure 150. ZPS (Natura 2000) 84
Figure 151. Contexte et corridor potentiel du Focus 4 85
Figure 152. Boulevard Bertrand la nuit (E. Morin) 85
Figure 153. Passage de la ligne au niveau du boulevard Guillou 86
Figure 154. Passage de la ligne au niveau du boulevard Bertrand 86

Figure 155. Vue aérienne de la place Gambetta et du boulevard Bertrand 87
Figure 156. Bilans des arbres : secteur SE04 (place Gambetta) 87
Figure 157. Tableau des incidences des ampoules sur la biodiversité (Source : DDTM de l'Eure, 2014) 88

A. Définition de l'étude

A.1. Contexte et objet de la demande

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.

Au printemps 2023, un tracé est retenu après une concertation publique.

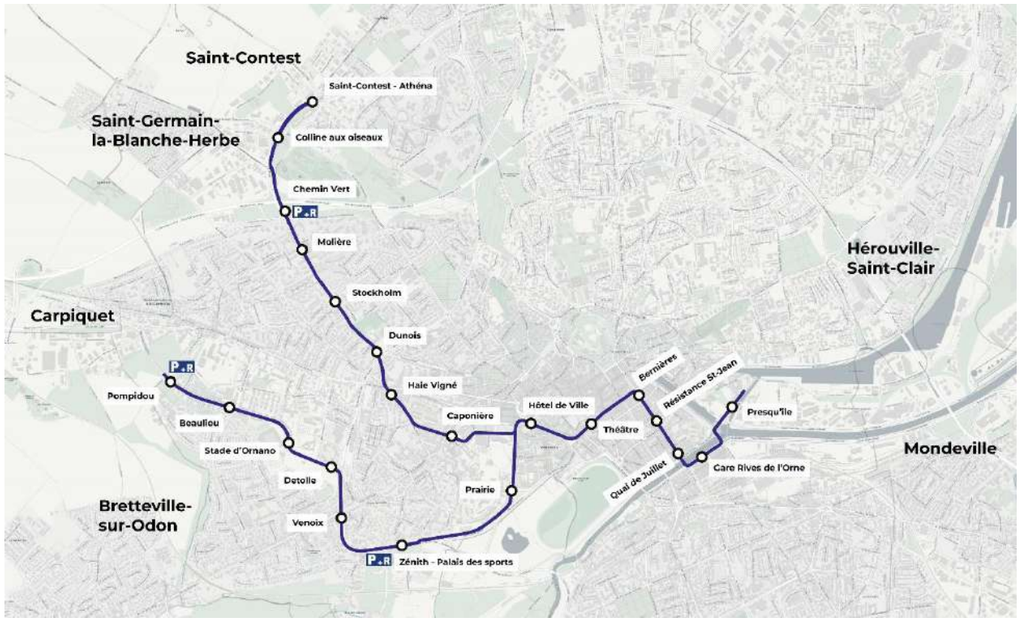


Figure 1. Tracé retenu et stations

A.2. Objectifs

Dans le cadre des études environnementales pour ce projet, le bureau d'études ExEco Environnement a été retenu pour la réalisation du volet faune flore comprenant :

- l'étude habitats-faune-flore, comprenant plusieurs campagnes de terrain pour couvrir les périodes favorables aux différentes saisons et qui concerne le périmètre global d'étude ;
- l'étude des zones humides, intégrant les critères de végétation et de sol (sondages pédologiques) concerne quelques zones ponctuelles (parking des tritons notamment),
- l'évaluation des incidences sur Natura 2000.

Au travers des différentes investigations de terrain et expertises, il s'agit d'appréhender le niveau d'intérêt écologique des différents espaces dans le contexte local pour évaluer ensuite, les enjeux et les contraintes vis-à-vis du projet et enfin dégager les mesures adaptées selon la séquence et typologie dite ERC (Eviter, Réduire, Compenser, comprenant aussi Accompagner et les suivis écologiques).

A.3. Définition des périmètres d'étude

L'étendue géographique prise en considération se décompose de la manière suivante :

- le périmètre du projet, qui comprend un ruban de 40 à 50 mètres sur tout les variantes des tracés pour la première campagne (hiver), puis sur la variante retenue pour les campagnes suivantes,
- le périmètre rapproché (= périmètre de prospection de l'étude faune-flore), qui comprend en plus les franges en périphérie immédiate : il est suffisamment large pour permettre une analyse cohérente des facteurs environnementaux à plusieurs échelles et une prise en compte complète des diverses composantes du site, sans tenir compte des limites administratives,
- le périmètre élargi, qui comprend les réservoirs de biodiversité pouvant être impactés par le projet, pour prendre en compte les interactions principales avec les réseaux écologiques locaux,
- le périmètre éloigné, utilisé pour l'analyse bibliographique, qui s'étend jusqu'à plusieurs km autour, intégrant les grands réservoirs de biodiversité, les zonages du patrimoine naturel (ZNIEFF, Natura 2000…) et les éléments de la Trame Verte et Bleue.

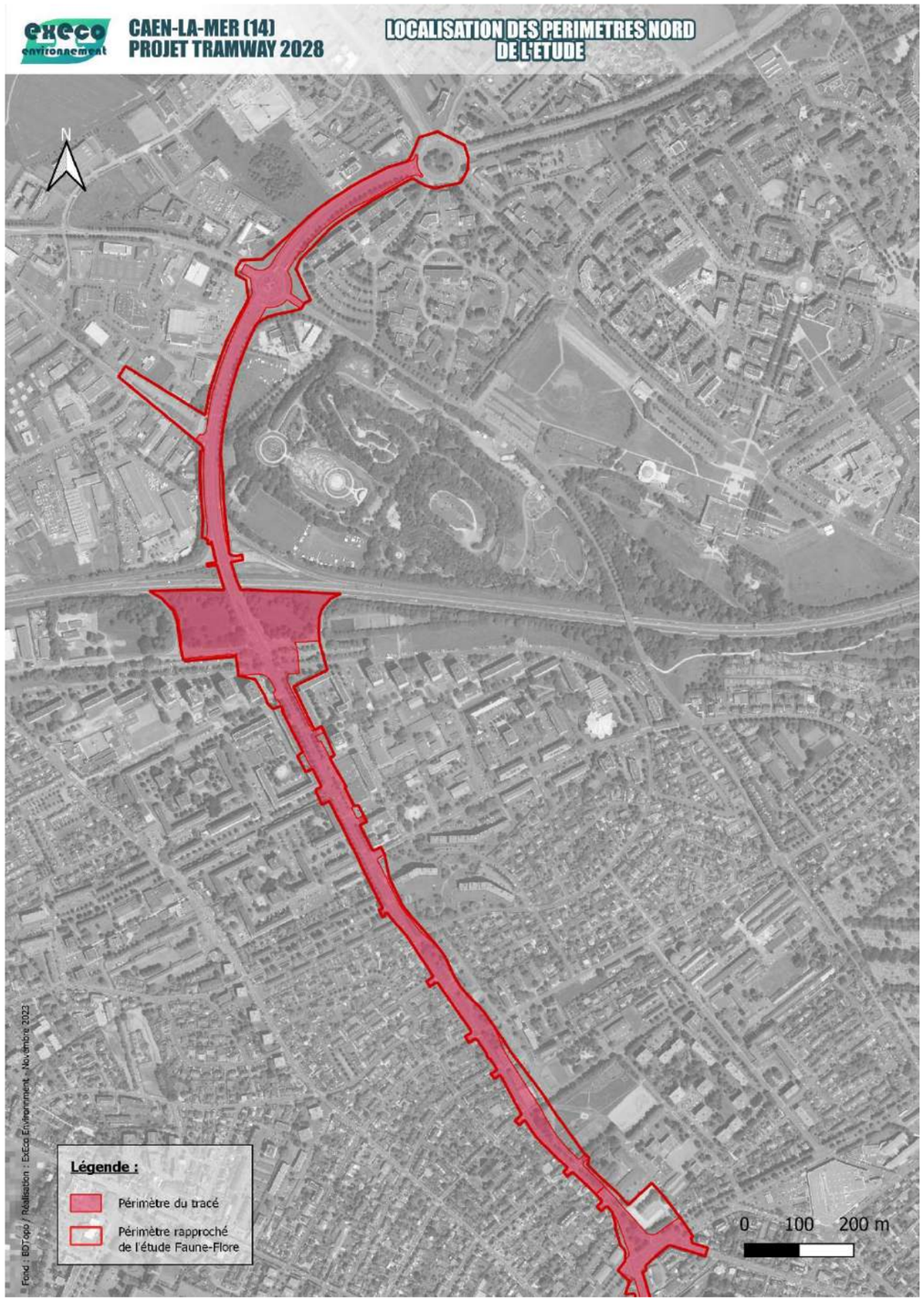


Figure 2. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Nord)

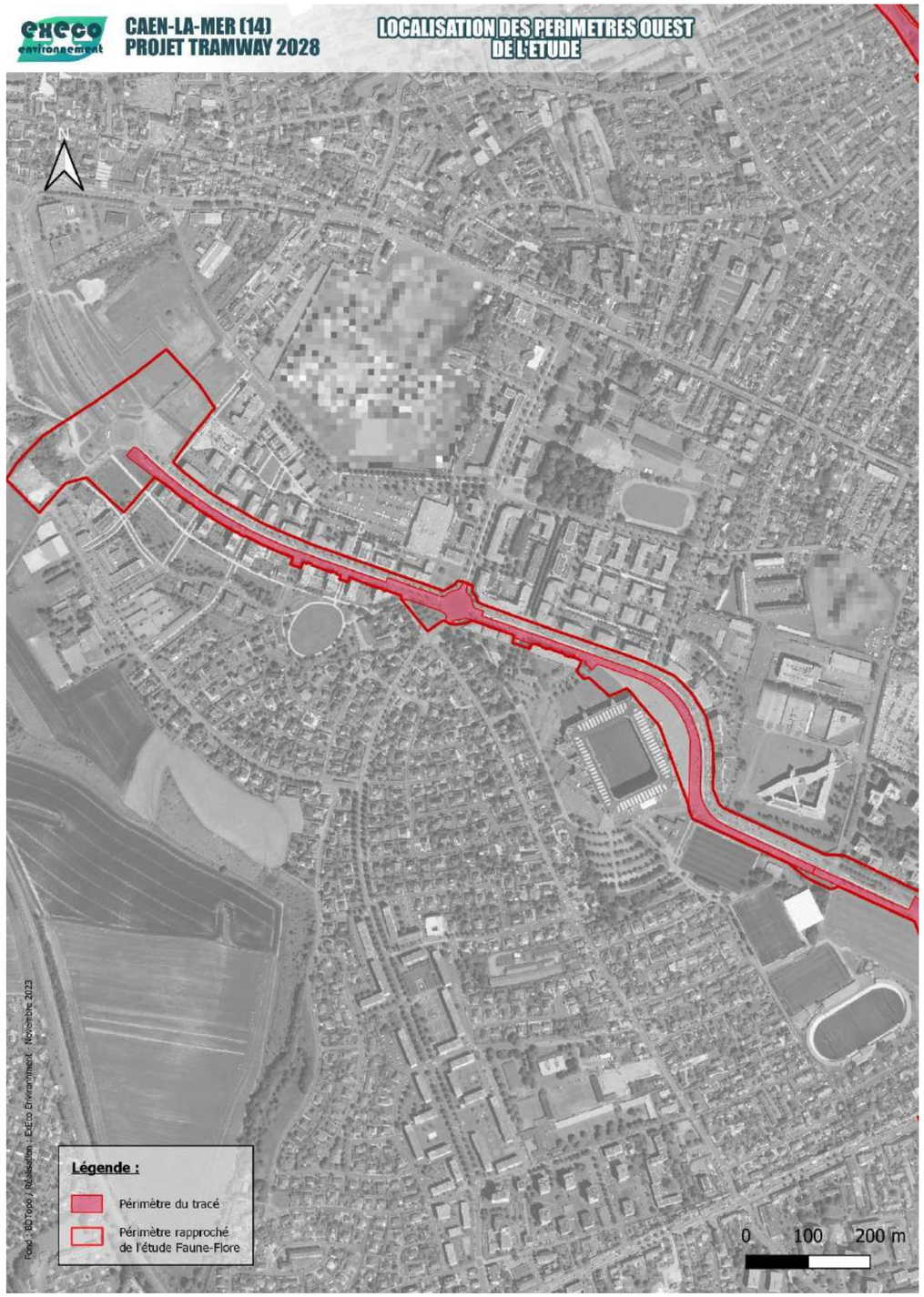


Figure 3. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Ouest)

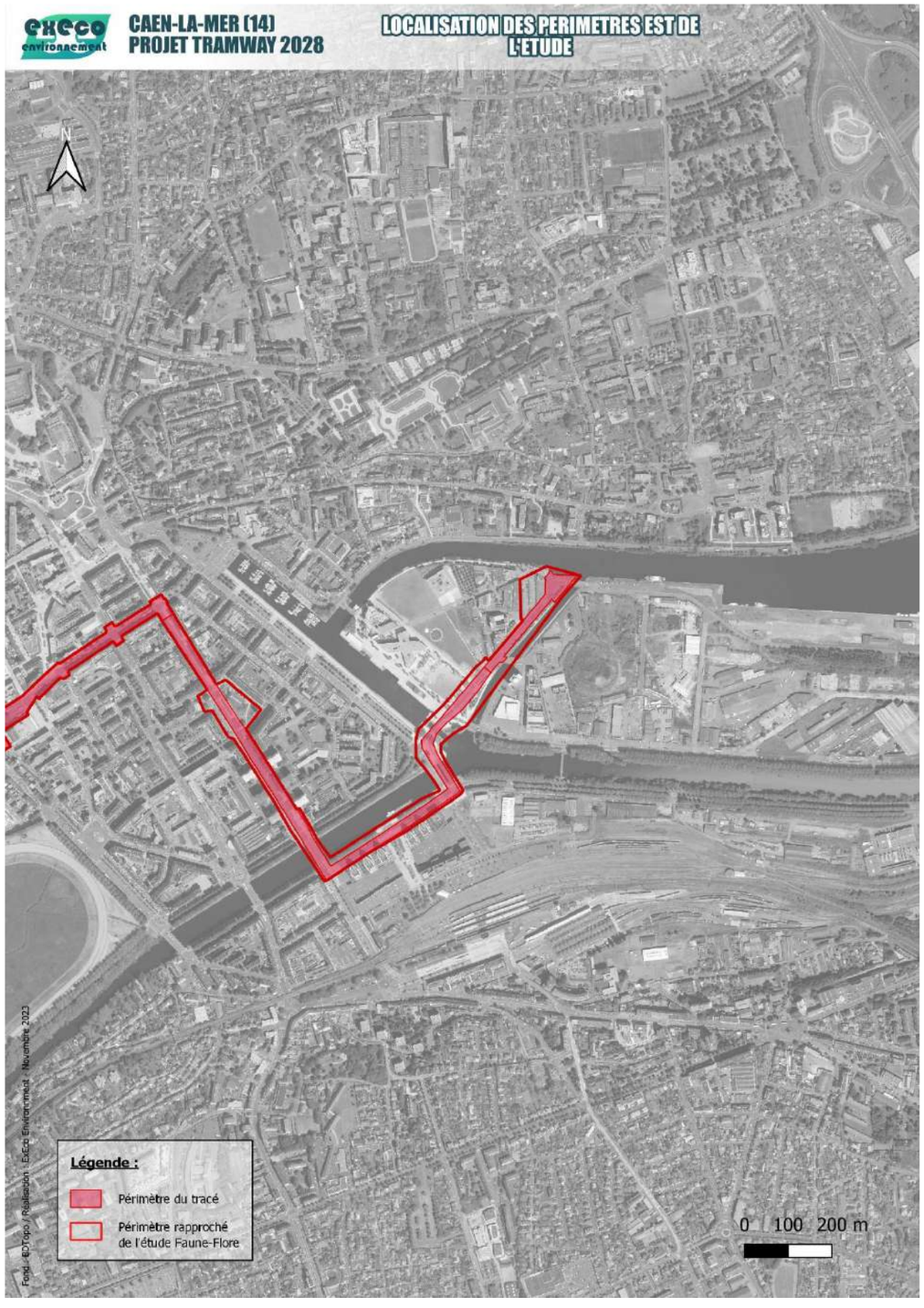


Figure 4. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Est)

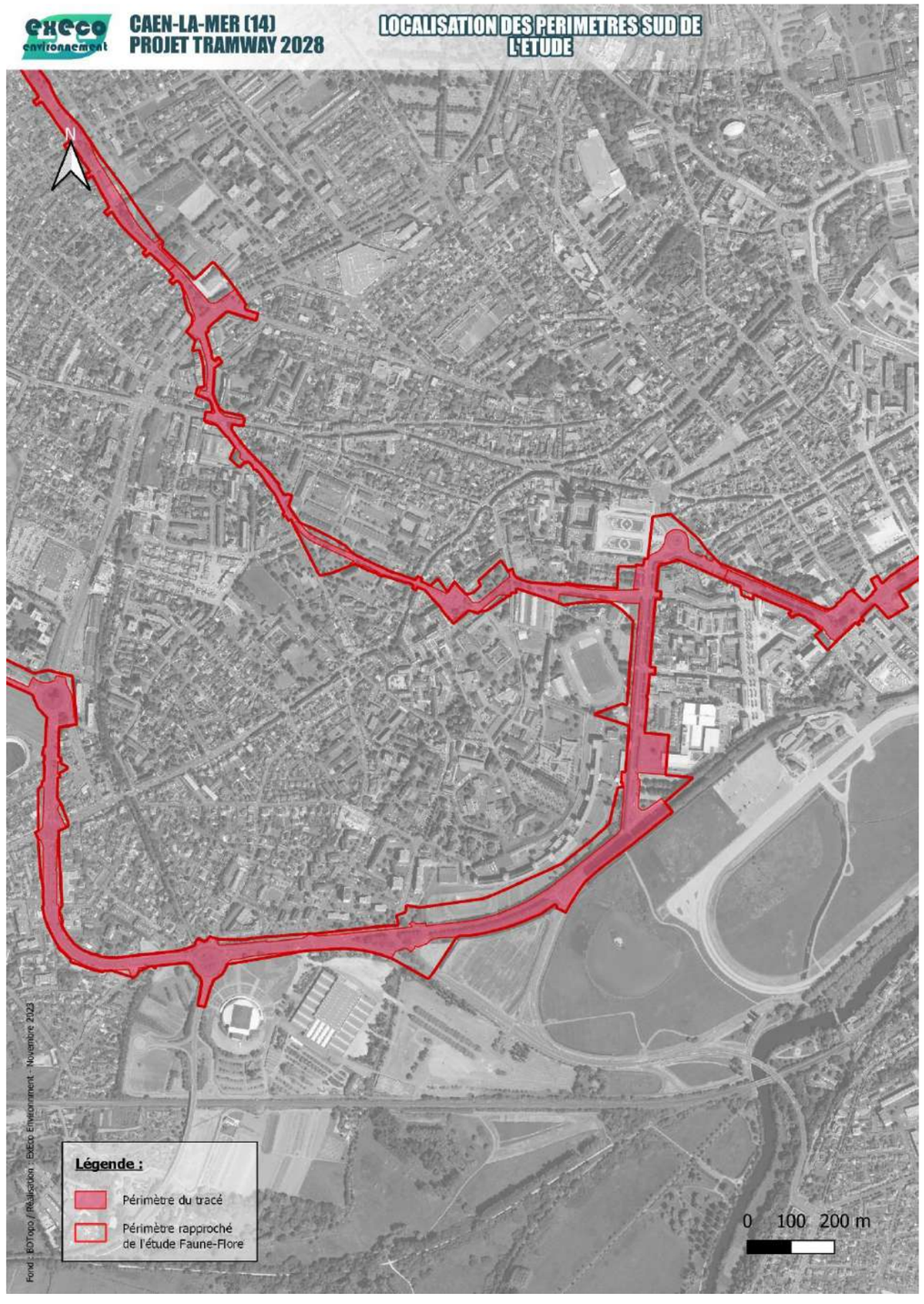


Figure 5. Carte de localisation du périmètre d'étude Faune-Flore (Sud)

A.4. Définition des focus d'inventaires

L'étude faune-flore a porté sur l'ensemble de la zone d'étude (tracé retenu et abords). Des inventaires quatre saisons de la faune et de la flore ont ainsi été réalisés par visite de terrain sur l'ensemble de la zone d'études.

- La flore (espèces protégées, plantes exotiques envahissantes, habitats potentiels d'espèces…) et la faune ont été inventoriées sur l'ensemble du tracé.

Par ailleurs, certaines zones ont fait l'objet d'une attention plus particulière : zones dites « à plus fort intérêt potentiel d'un point de vue faunistique et/ou floristique ». Ces zones présentent des milieux ou un agencement plus accueillant pour la faune et la flore. La probabilité de recenser une diversité d'espèces et/ou des espèces patrimoniales est plus importante. Ces focus ont fait l'objet d'une attention plus poussée lors de toutes les campagnes de terrain. Ainsi, 7 focus ont donc été identifiés :

- **Focus 1** : l'échangeur du Chemin vert et les parkings attenants,
- **Focus 2** : la maison dite « du Général » et son jardin, rue Damozanne,
- **Focus 3** : la périphérie sud du lycée Malherbe et l'ouest de la Prairie (parking des tritons),
- **Focus 4** : le boulevard Bertrand et la place Gambetta,
- **Focus 5** : la zone du Nouveau Bassin sur la Presqu'Île (étudiée mais non conservée pour la suite de l'étude),
- **Focus 6** : Le boulevard Georges Pompidou au niveau du Parking Beaulieu,
- **Focus 7** : les parcs de résidences du Père Jamet et Ste Bernadette à l'Etablissement Public de Santé Mentale de Caen.

Sur ces zones :

- Des points d'écoute de l'avifaune (IPA) et des SM4BAT ont été posées ;
- Des listes d'espèces ont été faite pour chaque focus ;
- Pour certaines, des plaques d'observation de l'herpétofaune ont été posées ;



Figure 6. Carte de localisation des focus d'inventaires Faune-Flore

B. Recueil de données bibliographiques

Cette étape a pour objectif de faire le bilan des connaissances disponibles sur le périmètre d'étude et ses abords immédiats en termes de patrimoine naturel (habitats, faune et flore), de zones humides et de fonctionnalités écologiques (TVB).

Ce prédiagnostic environnemental est réalisé sur les thématiques suivantes :

- les documents cadres tel que le SRCE de Basse-Normandie,
- les inventaires, classements et protections du patrimoine naturel (ZNIEFF de type I et II, Natura 2000 directives Habitats et Oiseaux, RAMSAR, Parcs Naturels – régionaux, nationaux, géoparcs, marins – Réserves, etc),
- les données naturalistes existantes (rapports et bases de données accessibles issues de différentes structures telles que le Conservatoire d'Espaces Naturels, les associations locales (GONm, CBNB, GMN…) ou autres (Cettia, Faune-France)),
- le milieu physique (géologie, relief, hydrologie & zones inondables, zones humides potentielles, remontées de nappes, l'occupation du sol (Corine Land Cover).

Cette approche sur le périmètre éloigné (en moyenne 5 Km) permet, si besoin, d'ajuster le périmètre des investigations de terrain aussi appelé le périmètre rapproché.

Nous remercions Caen la Mer de nous avoir transmis les données suivantes :

- La couche d'alerte « flore vasculaire » du CBN de Brest (Janvier 2022, Bousquet T. et Guyader D.)
- Les données d'inventaire des chiroptères

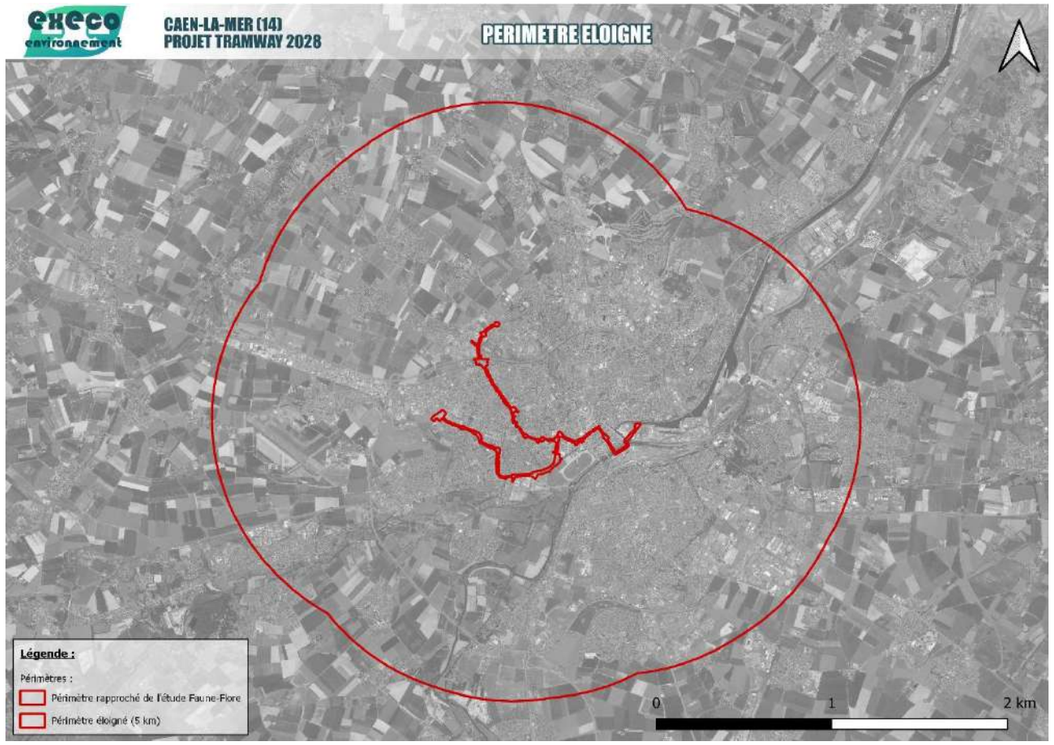


Figure 7. Périmètre d'étude éloigné

B.1. Contexte Règlementaire

B.1.1. Protection réglementaire

B.1.1.1. *Sites Inscrits et classés*

Les sites et monuments naturels de caractère historique, artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque, susceptibles d'être protégés au titre du Code de l'Environnement, sont des espaces ou des formations naturelles dont la qualité appelle, au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état (entretien, restauration, mde en valeur, …) et la préservation des toutes les atteintes graves (destruction, altération, banalisation,…).

En **site inscrit**, les maîtres d'ouvrage ont l'obligation d'informer l'administration de tous projets de travaux de nature à modifier l'état ou l'aspect du site quatre mois au moins avant le début de ces travaux. L'Architecte des Bâtiments de France émet un avis simple et qui peut être tacite sur les projets de construction, et un avis conforme sur les projets de démolition. La commission Départementale des Sites, Perspectives et Paysages (C.D.S.P.P.) peut être consultée dans tous les cas, et le ministre chargé des sites peut évoquer des demandes de permis de démolir.

En **site classé**, tous les projets de travaux sont soumis à autorisation spéciale, selon leur ampleur, soit du ministre chargé des sites après avis de la C.D.S.P.P. voire de la Commission supérieure, soit du préfet du département qui peut saisir la C.D.S.P.P. mais doit recueillir l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France. L'avis du ministre chargé des sites est également nécessaire avant toute enquête aux fins d'expropriation pour cause d'utilité publique touchant un site classé.

En plus de cela, certains sites classés, les plus prestigieux et les plus fréquentés du patrimoine national, sont inscrits dans une politique nationale de réhabilitation et de gestion : la politique **Grand Site de France**.

D'après les recensements de la DREAL Normandie, les sites inscrits et classés concernés par l'aire d'études sont les suivants.

- Le tracé s'insère dans deux sites inscrits :
  - N°14107 : Centre anciens de Caen
  - N°14108 : La Prairie de Caen

On notera qu'étant donné qu'au droit du tracé du projet, les sites inscrits sont par ailleurs compris dans le périmètre du SPR (dispositif Site Patrimonial Remarquable) de Caen, c'est cette procédure qui s'appliquera pour ce projet.

- Le projet ne traverse aucun site classé et n'est donc pas soumis aux procédures susmentionnées.
  On notera cependant la proximité de nombreux sites classés aux alentours : N°14127 : Abbaye d'Ardenne et terrains avoisinants (Grand site de France sous le nom Normandie 44)
- N°14050 : Ancien cimetière Saint-Pierre
- N°14052 : Ancien cimetière des 4 nations de Caen
- N°14054 : Ancien cimetière Saint-Jean de Caen
- N°14056 : Ancien cimetière Saint-Nicolas de Caen
- N°14126 : Cèdre du Liban
- N°14058 : Jardin des Plantes
- N°14051 : Labyrinthe et allées de l'hospice Saint-Louis de Caen
- N°14057 : Place du parvis Notre-Dame de la Gloriette de Caen
- N°14048 : Parc du château de Louvigny
- N°14053 : Parc et jardins de la Préfecture de Caen
- N°14049 : Peupliers bordant le CD n°212, à Caen
- N°14059 : Promenades St-Julien et leurs plantations, à Caen
- N°14055 : Terre-plein du château et douves de Caen

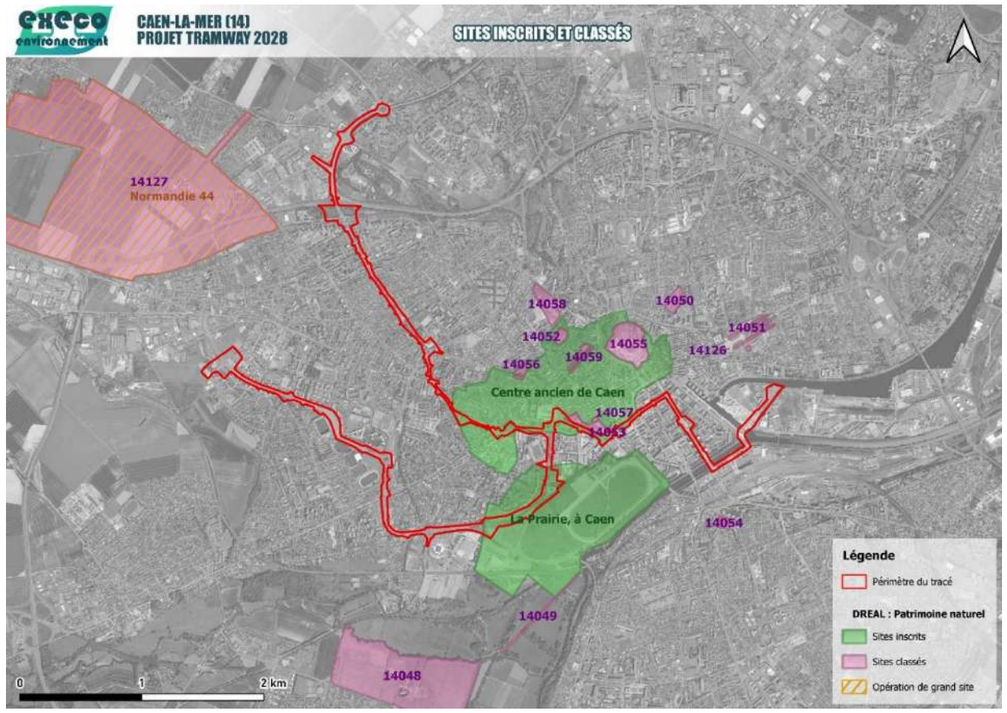


Figure 8. Sites classés et inscrits

B.1.1.2. *Réserves naturelles (naturelles et régionales)*

Une **réserve naturelle nationale** est un outil de protection à long terme d'espaces, d'espèces et d'objets géologiques rares ou caractéristiques, ainsi que de milieux naturels fonctionnels et représentatifs de la diversité biologique en France. Les sites sont gérés par un organisme local en concertation avec les acteurs du territoire. Ils sont soustraits à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader mais peuvent faire l'objet de mesures de réhabilitation écologique ou de gestion en fonction des objectifs de conservation.

Les **réserves naturelles régionales** présentent les mêmes caractéristiques de gestion que les réserves naturelles nationales, à ceci près qu'elles sont créées par les Régions. Elles constituent aujourd'hui à la fois un vecteur des stratégies régionales en faveur de la biodiversité et un outil de valorisation des territoires.

Il n'y a pas de réserve naturelle, que ce soit nationale ou régionale, dans un rayon de 5 km autour du projet.

B.1.1.3. *APB*

Afin de prévenir la disparition des espèces figurant sur la liste prévue à l'article R211.1 (espèces protégées), le préfet peut fixer, par arrêté, les mesures tendant à favoriser, sur tout ou partie de territoire d'un département (à l'exclusion du domaine public maritime), la conservation des biotopes tels que mares, marécages, marais, haies, bosquets, landes, dunes, pelouses ou toutes autres formations naturelles, peu exploitées par l'homme, dans la mesure où ces biotopes ou ces formations sont nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos ou la survie des espèces (art. 4 du décret n°77-1295 du 25 novembre 1977).

Il n'y a pas d'arrêté préfectoral de protection de biotopes dans un rayon de 5 km autour du projet.

B.1.1.4. *Espaces naturels sensibles*

Depuis la loi du 18 juillet 1985 (modifiée par celle du 2 février 1995), les départements sont compétents pour mettre en œuvre une politique en faveur des **espaces naturels sensibles (ENS)**. La nature d'un ENS est précisée par chaque Conseil départemental en fonction de ses caractéristiques territoriales et des critères qu'il se fixe. Généralement, les ENS sont des espaces susceptibles :

- de présenter un fort intérêt ou une fonction biologique et/ou paysagère ;
- d'être fragiles et/ou menacés et devant de ce fait être préservés ;
- de faire l'objet de mesures de protection et de gestion ;
- d'être des lieux de découverte des richesses naturelles

Le projet ne se situe pas sur le périmètre d'un espace naturel sensible.

Les espaces naturels sensibles à proximité du projet sont les suivants :

- La vallée de l'Odon
- Les Berges de l'Orne

Ces deux lieux sont définis comme des espaces naturels sensibles à caractère humide. Dans le cadre du présent pré-diagnostic, le projet doit prévoir une attention particulière pour éviter un impact sur les milieux naturels présents dans ces périmètres et leurs fonctionnalités. Cela concerne la portion de tracé longeant la Prairie. La portion de ligne s'établissant sur le boulevard (déjà existant) du côté du lycée Malherbe, il n'est pas prévu d'artificialisation de sol ou d'impact du cours d'eau dans ces espaces naturels sensibles dans le cadre de ce projet.

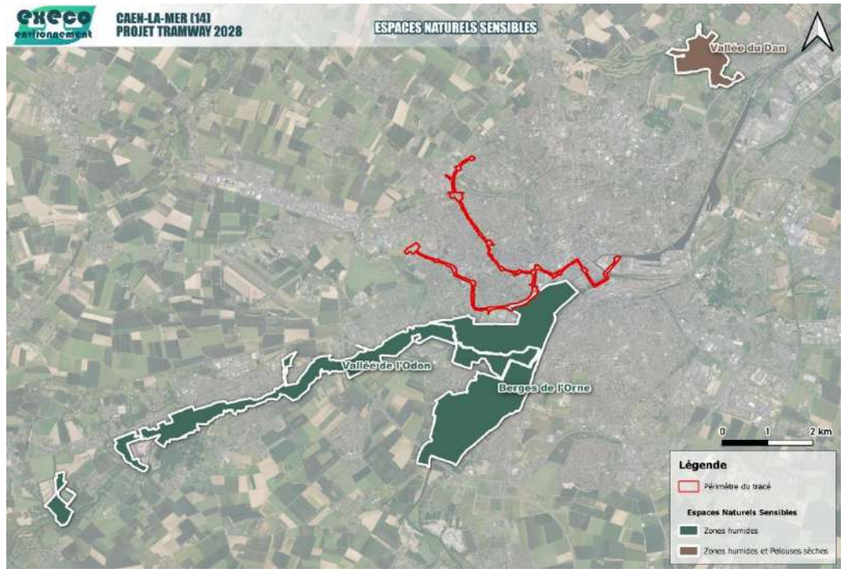


Figure 9. Espaces Naturels Sensibles

B.1.2. Documents cadres

B.1.2.1. *Le PLU*

Le **Plan Local d'Urbanisme** de la ville de Caen a été approuvé le 16 décembre 2013 et établit les règles qui guident le développement de Caen pour 15 à 20 ans (une modification n°7 du PLU a été engagée, enquête publique du 20/03/23 au 21/04/23). L'une des grandes orientations de ce PLU est la défense de la biodiversité : « **la surface d'espaces verts protégés a presque doublé** (644 hectares, contre 450 précédemment), **et la présence de l'eau renforcée**. Par ailleurs, 220 arbres remarquables et remarqués sont listés, contre seulement 22 avant le PLU. » (https://caen.fr/plan-local-durbanisme-plu).

Les conditions de la préservation de ces **arbres remarquables** sont prévues à l'article 13 et leur identification portée dans une liste figurant dans l'annexe du règlement (document n° 4.3.a du PLU) et leur localisation au plan de zonage. La carte ci-dessous renseigne sur l'emplacement de ces arbres remarquables (2022).

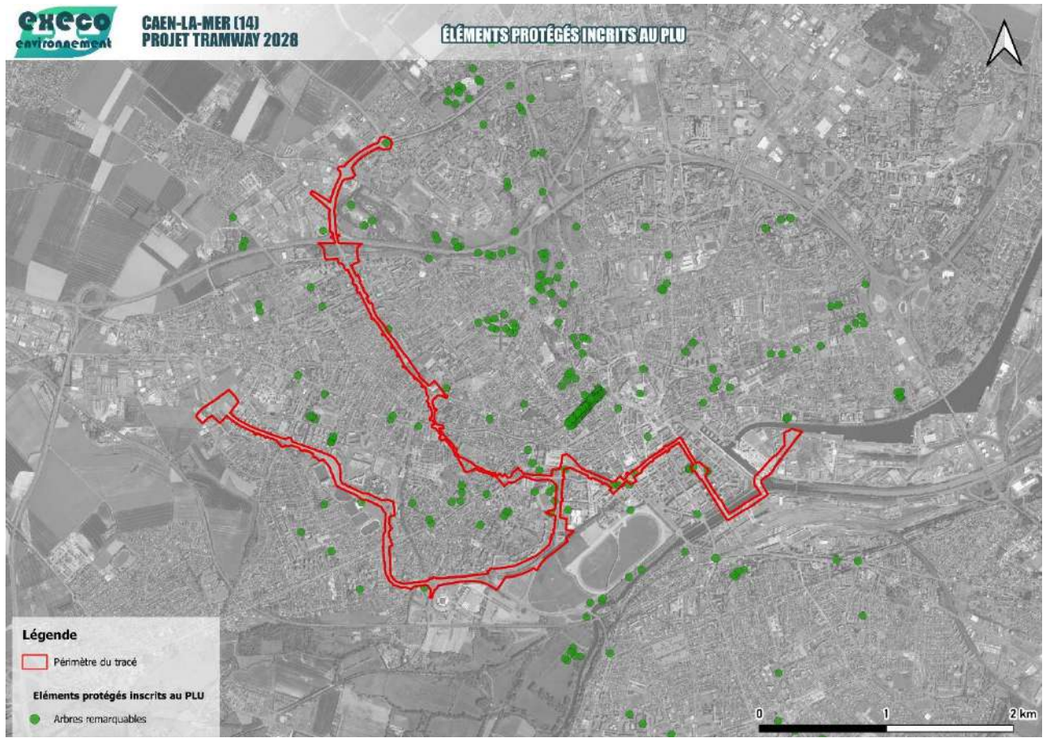


Figure 10. Eléments protégés inscrits au PLU

Les réflexions menant à la construction de ce PLU ont mené à identifier des éléments de continuités écologiques dans le tissu urbain. Il est apparu différents espaces verts qui ont été classés en 5 catégories. Pour chacune de ces catégories a été définie une protection adaptée pour garantir leur maintien et leur gestion :

- la confluence des fonds de jardins privés : « **les cœurs d'îlots verts** ». Ils représentent non seulement des lieux paisibles garants de la qualité de vie des habitants, mais également des « niches écologiques » nécessaires au maintien de la biodiversité dans la ville. Les conditions de leur préservation sont prévues à l'article 13 du règlement des zones urbaines. Ces espaces doivent être préservés et mis en valeur par leur végétalisation et leur maintien en pleine terre. Toutefois, cette obligation ne fait, notamment, pas obstacle, pour chaque terrain concerné, à la possibilité d'y implanter une installation ou une construction légère démontable telle qu'un abri de jardin de 12 m² d'emprise au sol maximum dès lors qu'aucune autre construction existante n'est située sur cet espace, et à la restauration, sans extension, d'une construction existante avant la date d'approbation du présent PLU ;
- les espaces verts communs des grandes résidences ou de sites d'activités : « **les espaces verts résidentiels** ». Les espaces verts résidentiels sont délimités au plan de zonage, au titre de l'article R.123-11,i) du code de l'urbanisme comme « espaces contribuant aux continuités écologiques et à la trame verte et bleue ». Les conditions de leur préservation, prévues à l'article 13 du règlement des zones urbaines, sont conçues dans ce sens ;
- les espaces verts publics et les alignements d'arbres : « **les espaces verts garantis** ». Ils sont identifiés au titre de l'article L.123-1-5, 7° du code de l'urbanisme, qui offre la faculté de préserver des éléments de paysage et de définir dans le PLU les conditions de leur préservation. Ces conditions prévues à l'article 13 du règlement des zones urbaines, visent à préserver leur dominante végétale et/ou leur surface perméable. Ces dispositions ne font pas obstacle à une évolution de l'usage de ces espaces, d'y réaliser des constructions nécessaires à l'accueil du public (équipement d'intérêt général comme le Tramway potentiellement), des installations sportives de plein air, dès lors que la qualité du site n'est pas altérée ;
- « **les jardins familiaux** ». Les trois principaux sites sur lesquels ont été créés des jardins familiaux (8 ha), ont été identifiés dans le PLU. Ces sites, à l'exception de celui de Beaulieu, sont classés en zone naturelle. Toutefois, pour garantir leur maintien, ces espaces font l'objet d'une protection au titre de l'article L.123-1-5, 9° du code de l'urbanisme. Les conditions de leur préservation, sont prévues à l'article 2 du règlement des zones concernées. ;
- les espaces verts ou plantés faisant l'objet d'une protection à l'échelle nationale, au titre des sites et monuments naturels, sont inscrits en « **espaces boisés classés** ». Les espaces boisés classés sont soumis aux dispositions des articles L. 130-1 et suivants du Code de l'urbanisme. Ce classement interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création de boisements.

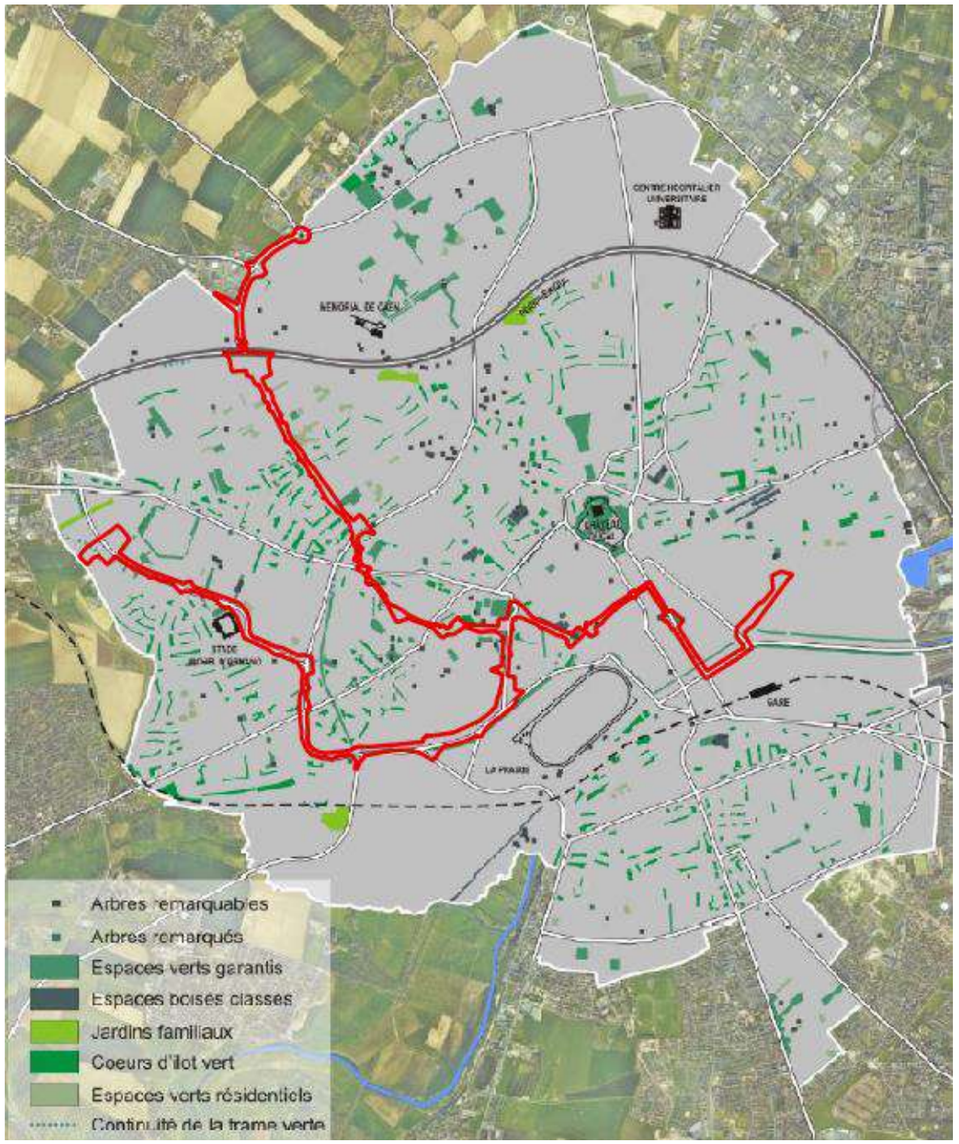


Figure 11. Emplacement des éléments de la trame verte (source : Rapport d'approbation - Modification n°3 du PLU de Caen)

Le PLU renseigne aussi sur l'emplacement des zones N : les espaces à dominante naturelle, protégés en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique, soit du caractère naturel de certains lieux. La zone N, et ses secteurs, représentent environ 497 hectares soit 19 % du territoire communal. Elle regroupe, à l'exception de ses secteurs, les grands espaces naturels, et notamment :

- au Sud, la Prairie, la vallée de l'Orne et les coteaux, qui sont inscrits en espaces naturels sensibles ;
- au Nord, le Mémorial, la Colline aux Oiseaux, ainsi que les abords du périphérique.

Ces grands espaces forment des traversées Est-Ouest de la ville. Ces porosités naturelles dans la ville concourent au maintien de la biodiversité. Une zone naturelle en milieu urbain regroupe des espaces de natures différentes qui supposent des protections adaptées pour garantir leur gestion. C'est pourquoi, au sein de la zone N, cinq secteurs sont identifiés :

- le secteur Nc (35 ha), composé des trois cimetières de la ville (cimetières St Gabriel, de Vaucelles et Nord-ouest) ;
- le secteur Ne (43), destiné aux équipements publics, implantés en bordure des espaces naturels sur de vastes emprises foncières dont l'aménagement doit concourir à constituer une continuité de l'espace naturel ;
- le secteur Nh (5 ha), qui regroupe les constructions isolées au sein d'espaces naturels, ou implantées à leur limite ;
- le secteur No (35 ha), correspondant à l'Orne et au canal de Caen à la mer ;
- le secteur Np (22 ha), recouvrant les grands parcs publics dans la ville.

En ce qui concerne le projet, les pelouses en bordure sud du périphérique nord, inclues dans le périmètre d'étude et où la possibilité de faire un parking relais est étudiée, sont identifiées comme zone Ne.

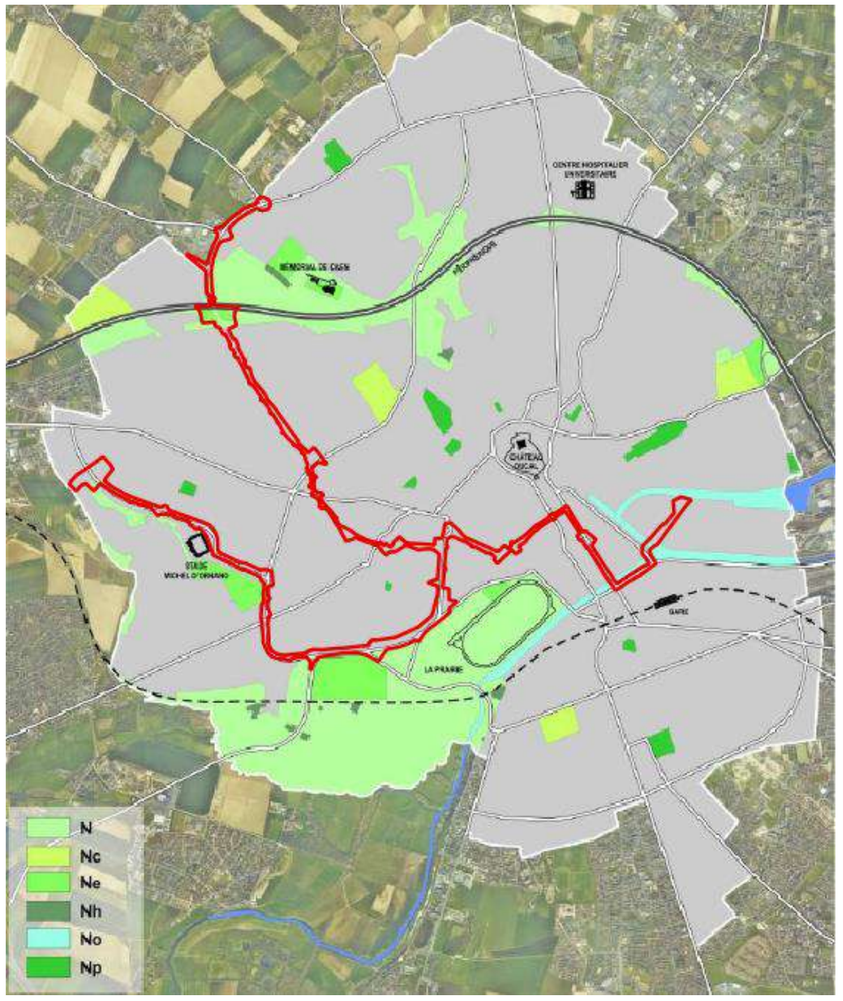


Figure 12. Emplacement des zones N (source : Rapport d'approbation - Modification n°3 du PLU de Caen)

B.1.2.2. *Le SRCE*

Le **Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)** de Basse Normandie a été adopté le 29 Juillet 2014. Il donne une information générale sur les enjeux de continuités écologiques régionales : il identifie les réservoirs et les corridors à l'échelle régionale.

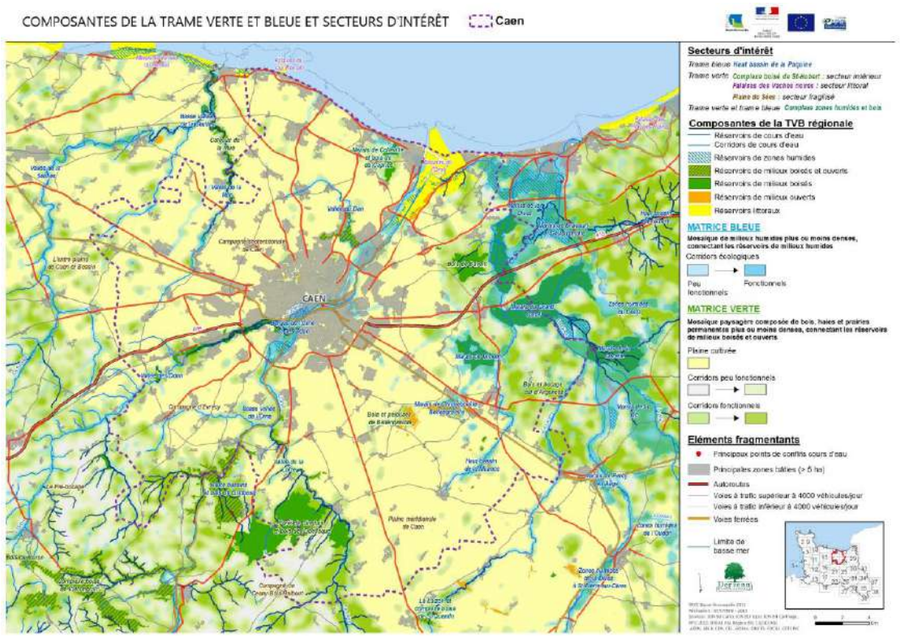


Figure 13. TVB dans le secteur de Caen

D'après les éléments extraits du SRCE et repris sur la carte ci-après, il apparaît que **le périmètre du projet dans le centre-ville de Caen ne se situe pas dans des réservoirs de biodiversité de la trame verte et bleue**.

Le SRCE explique que pour la trame verte « Les plaines agricoles occupent une majorité du territoire et limitent les continuités écologique, cependant à l'est une continuité bocagères s'étend entre les bois et le bocage et « d'Argence et le complexe du bois Bavent vers l'estuaire de l'Orne au nord ». De plus la présence au sud d'une forte densité bocagère et boisée permet d'affirmer cette continuité avec les autres le long des cours d'eau (Basse vallée de l'Orne, l'Odon). Plusieurs autres pôles de réservoirs sont présents aux alentours de Caen mais à faible intérêt pour le tracé à l'étude. A l'inverse, pour la trame bleue, le territoire dispose de plusieurs pôles de zones humides d'intérêt majeur pour les continuités écologiques importantes. En effet les plus proches pour le site sont « les berges de l'Orne et de l'Odon » au sud de Caen, les différents marais sont eux aussi d'intérêt régional regroupant des réservoirs de biodiversités.

Le projet est donc compatible avec ce document de planification : il ne constituera pas un obstacle aux continuités écologiques identifiées sur le secteur du projet.

A une échelle plus fine, la petite faune urbaine au sein de la ville de Caen peut se déplacer de point de verdure en point de verdure (jardins privés, espaces vert, pelouses, etc.). Ses déplacements seront impactés par les ouvertures dans les murs et clôtures, la circulation et la distance entre les habitats préférentiels des espèces.

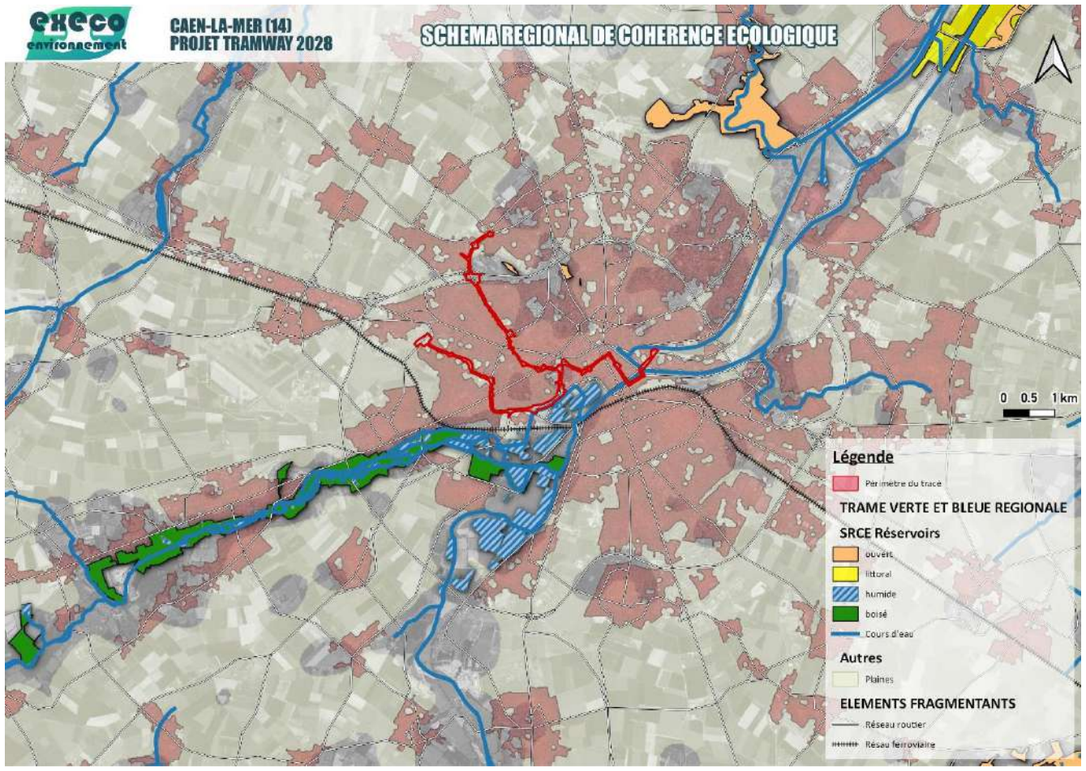


Figure 14. SRCE de Normandie

B.2. Trames bleue, noire et verte

Les alignements d'arbres et les haies en centre-ville constituent généralement des corridors écologiques intéressants pour la faune, notamment l'avifaune et les chiroptères.

C'est pourquoi une analyse particulière centrée sur les trames biologiques est faite ici, afin de mesurer les éventuelles conséquences de l'aménagement d'une structure linéaire anthropique dans le paysage sur les corridors de déplacement de la biodiversité.

B.2.1. La trame bleue

Dans le contexte de la ville de Caen, la trame bleue (éléments du milieu aquatique) est limitée à la vallée de l'Orne et ses cours d'eau, traversant le centre-ville et qui ne vont pas faire l'objet d'aménagements dans le cadre du présent projet.

L'aire d'étude n'est donc pas constitutive de la trame bleue. Seul le cours d'eau de la Noé passe à proximité du tracé retenu (lycée Malherbe et parking des Tritons).

B.2.2. La trame noire

En modifiant les cycles naturels jour/nuit, l'éclairage nocturne perturbe le fonctionnement des espèces vivantes. La pollution lumineuse touche tous les groupes, tous les taxons et tous les milieux, en fragmentant ou supprimant des habitats, en perturbant le comportement des espèces, en altérant les repères des animaux (ANBDD).

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. La mise en place de cette nouvelle ligne n'apportera pas, ou très peu, de pollution lumineuse par rapport à la situation actuelle. Une réflexion pourra être menée sur les sources de lumières à mettre en place ou en remplacement des actuelles, pour qu'elles soient plus respectueuses de la faune nocturne (orientation, chaleur, horaires) : on peut potentiellement attendre une amélioration de la trame noire urbaine le long de la ligne.

Il est souvent signalé que les voiries éclairées constituent des axes de déplacement et surtout d'alimentation pour les chiroptères (regroupement d'insectes autour des points lumineux). En l'occurrence, la plupart des espèces de chiroptères contactées dans l'aire d'étude ne sont pas lucifuges, c'est-à-dire qu'elles ne fuient pas la lumière. Au contraire, pour les espèces lucifuges, les espaces environnant l'aire d'étude sont plus favorables à ces espèces que l'aire d'étude elle-même.

B.2.3. La trame verte

La trame verte urbaine est notoirement très dense à Caen d'après l'observatoire des villes vertes dont le dernier palmarès (2023) classe la ville à la 7ème place (sur 50) des villes les plus vertes de France (https://www.observatoi-revillesvertes.fr/le-palmares-2023/). Cependant, cette trame urbaine de Caen, de par sa nature très anthropisée, remaniée par l'homme et défavorable aux éléments naturels, ne présente pas de corridor ou de réservoir de biodiversité notable. Elle peut même être représentée comme une zone d'obstacle pour certaines espèces.

Une analyse des espaces végétalisés a été réalisée afin de **caractériser les « micro-trames » vertes urbaines**. Ces micro-trames vertes présentes dans l'espace urbanisée ont été extraites via l'orthophotographie de l'IGN « Infra-Rouge » (IRC pour InfraRed Colors), sans chercher à distinguer les type de couverts (plaines/cultures, parcs, jardins, arbres). L'image est constituée de plusieurs Bandes (image classique : Rouge, Vert, Bleu ; IRC : Infrarouge, Rouge, Vert), et il a été réalisé un filtrage sur la Bande Infrarouge correspondant à la végétation (plus exactement à l'activité photosynthétique de la végétation). La précision a été ajustée à environ 5 m pour écarter les valeurs trop basses (objet ténus).

Cette carte révèle une trame verte horizontale au nord, suivant le périphérique nord, se terminant perpendiculairement avec une trame verte nord-sud pénétrant la trame urbain via la Vallée des Jardins. A l'ouest, un noyau vert est caractérisé par une trame plus végétalisé liée à la voie férrée et à une zone agricole. Enfin, au sud du tracé, une réelle trame à la fois verte et bleue est définie par la vallée de l'Orne, ses prairies humides, entrant jusque dans le centre ville via la zone dite de la Prairie.

En ce qui concerne le projet, il traverse la trame nord qui suit le périphérique mais la future ligne de tramway va suivre un boulevard déjà existant. Les deux prairies de l'échangeur du chemin vert appartenant à cette trame ne sont que très peu concernées par ce projet. **Globalement, le projet ne fait que longer ces trames vertes et bleues présentes au sein de l'agglomération.**

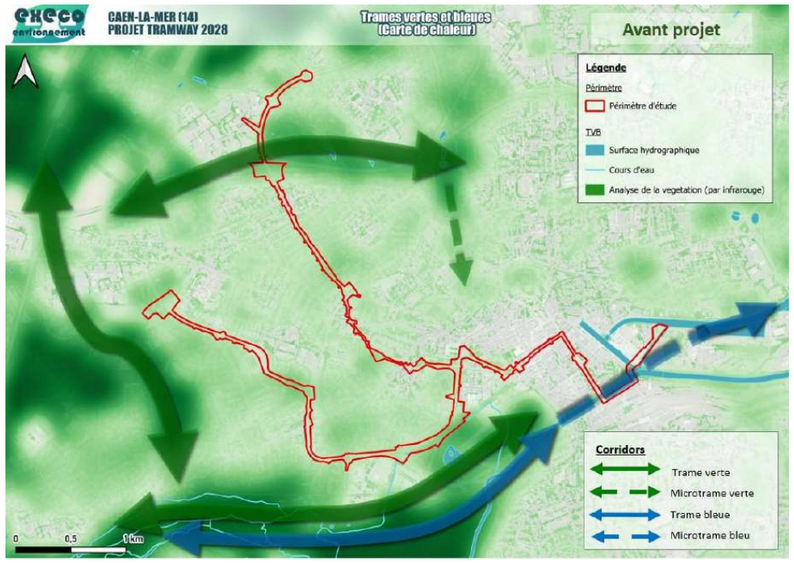


Figure 15. Trames vertes et bleues (carte de chaleur)

L'aire d'étude du projet évite donc naturellement les micro-trames vertes et noires du territoire, ainsi que la trame bleue.



Figure 16. Trames vertes et bleues (espaces végétalisés)

B.3. Gestion contractuelle et engagements internationaux

B.3.1.1. *Parc nationaux et naturels régionaux*

En France, **les parcs nationaux** ont été initiés par la loi du 22 juillet 1960. Il s'agit de territoires de protection de la nature, gérés par l'État, inspirés par les préconisations de l'UICN (IUCN, World Conservation Union) qui les décrit ainsi : « territoires relativement étendus, qui présentent un ou plusieurs écosystèmes généralement peu ou pas transformés par l'exploitation et l'occupation humaine, où les espèces végétales et animales offrent un intérêt spécial du point de vue scientifique et récréatif ». Ils font l'objet de mesures de protection.

Les **parcs naturels régionaux** ont été créés par décret du 1er mars 1967. Ils ont pour vocation d'asseoir un développement économique et social du territoire, tout en préservant et valorisant le patrimoine naturel, culturel et paysager. La richesse des Parcs réside dans la transversalité dont ils font preuve, en intégrant les enjeux de biodiversité à leurs projets de territoire.

Il n'y a pas de parc national ni de parcs naturel régional en Normandie.

B.3.1.2. *Natura 2000*

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.

Plusieurs sites sont présents aux environs de Caen mais restent en dehors de l'aire d'étude. Ils en sont assez éloignés pour que le projet n'ait pas d'impact y compris sur leur fonctionnalité écologique, au regard aussi de la nature du projet.

Sur les interactions entre espèces de l'aire d'études et des sites Natura 2000, se référer au chapitre E.

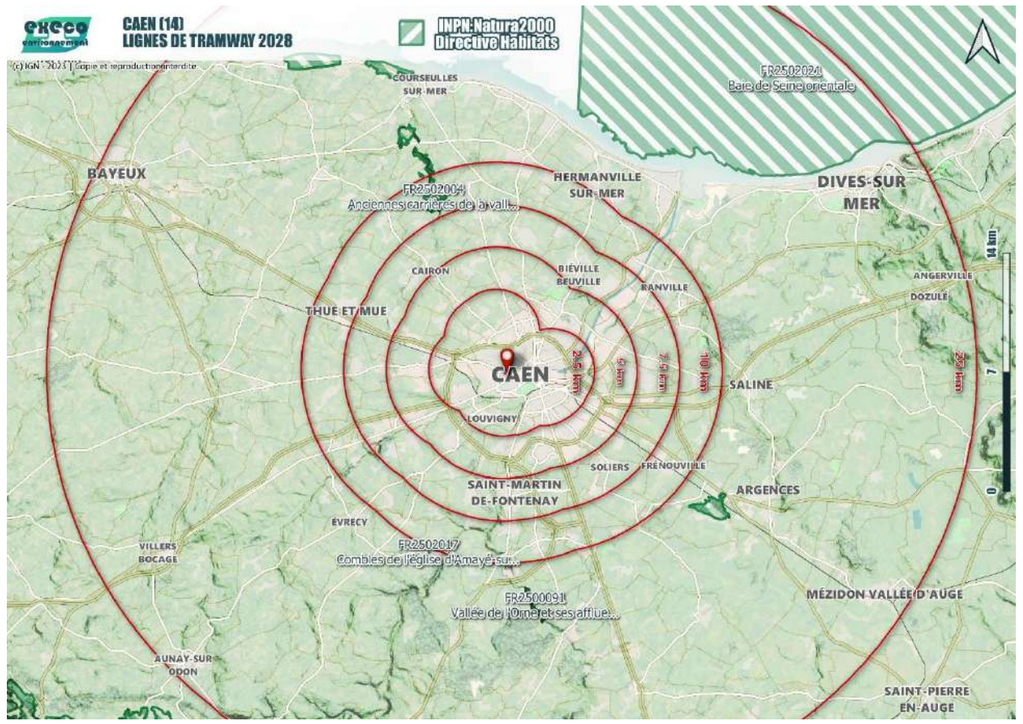


Figure 17. ZSC (Natura 2000)

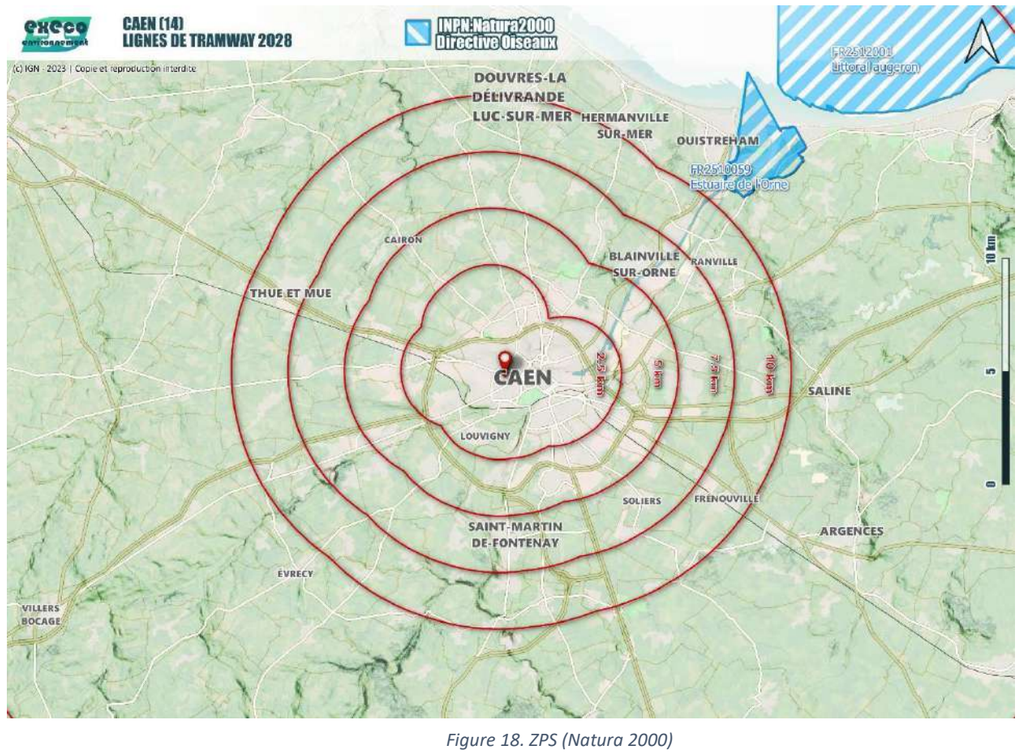


Figure 18. ZPS (Natura 2000)

B.3.1.3. *Ramsar*

La convention Ramsar, relative à la conservation des zones humides d'importance internationale a été signée le 2 février 1971 à Ramsar en Iran et ratifiée par la France en octobre 1986. Elle vise à favoriser la conservation des zones humides de valeur internationale du point de vue écologique, botanique, géologique, limnologique ou hydrographique et en premier lieu les zones humides ayant une importance internationale pour les oiseaux d'eau en toute saison.

Il n'y a pas de zone d'application de la convention Ramsar à proximité du projet (dans un rayon de 5 km).

B.4. Inventaires patrimoniaux : les ZNIEFFS

Lancé en 1982, l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue 2 types de ZNIEFF :

- les **ZNIEFF de type I** : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ;
- les **ZNIEFF de type II** : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Type	Nom	Identifiant	Distance du site
Zone d'inventaire ZNIEFF, ZICO, RAMSAR	***ZNIEFF 1*** *: "Canal du Pont de Colombelles à la mer"*	250013133	4 km
	ZNIEFF 1 *: "Vallée du Dan"*	250015075	5 km
	ZNIEFF 1 *: "Pelouse calcaires du nord de Caen"*	250020122	0.5 à 1 km
	ZNIEFF 1 *"Carrière Charlemagne"*	250030037	2.5 km
	ZNIEFF 1 *"Marais de Fleury-sur-Orne"*	250012333	2.5 km
	ZNIEFF 1 *"Talus calcaire du bas de Venoix"*	250030131	0.5 à 1 km
	ZNIEFF 1 *"Pelouse calcicole du plateau"*	250030112	2 km
	ZNIEFF 2 *"Basse-vallée et estuaire de l'Orne"*	250006472	6 km
	ZNIEFF 2 *"Vallée de l'Orne"*	250008466	2 km
	ZNIEFF 2 *"Bassin de l'Odon "*	250008464	2 km

Les ZNIEFF les plus proches du tracé sont des pelouses et talus calcaires (250020122 et 250030131) qui vont être intégralement évités : elles ont été définies par leur habitat et leur flore particulière. D'autres ZNIEFF concernent des milieux humides liés à la vallée de l'Orne et de l'Odon (250012333, 250006472 et 250008464) : les espèces spécifiques à ces milieux ne fréquentent pas l'environnement urbain du projet.

Aucun de ces périmètres n'est concerné par le tracé du projet. Ils en sont assez éloignés pour que le projet n'ait pas d'impact y compris sur leur fonctionnalité écologique, au regard aussi de la nature du projet.

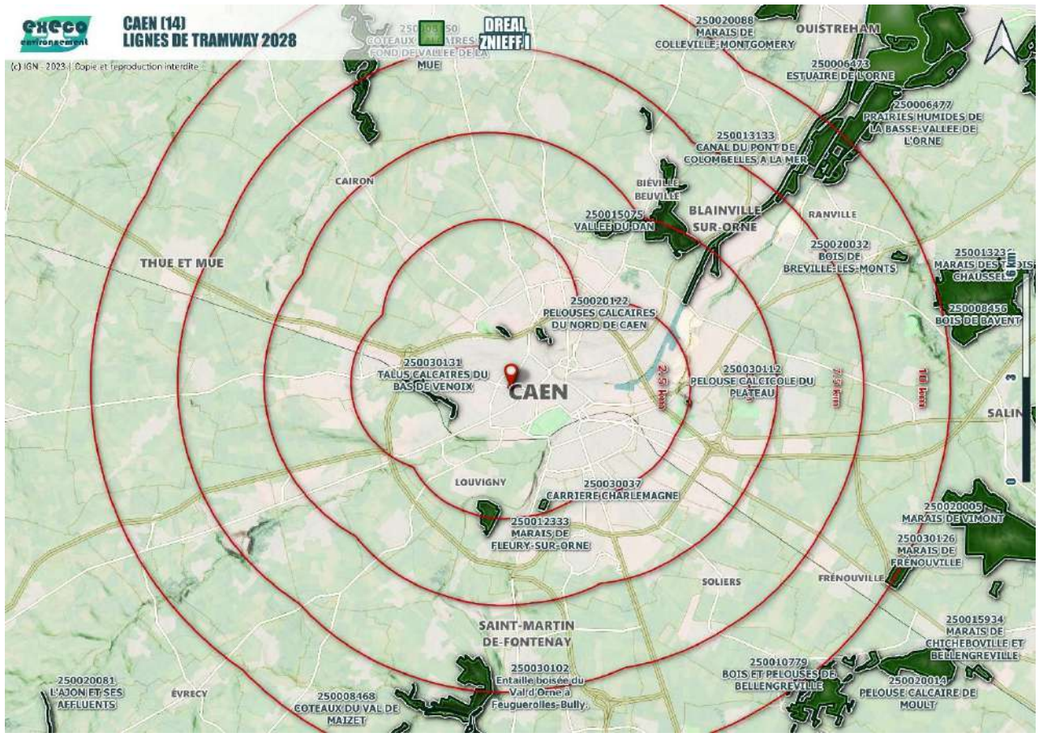


Figure 19. ZNIEFF de type I

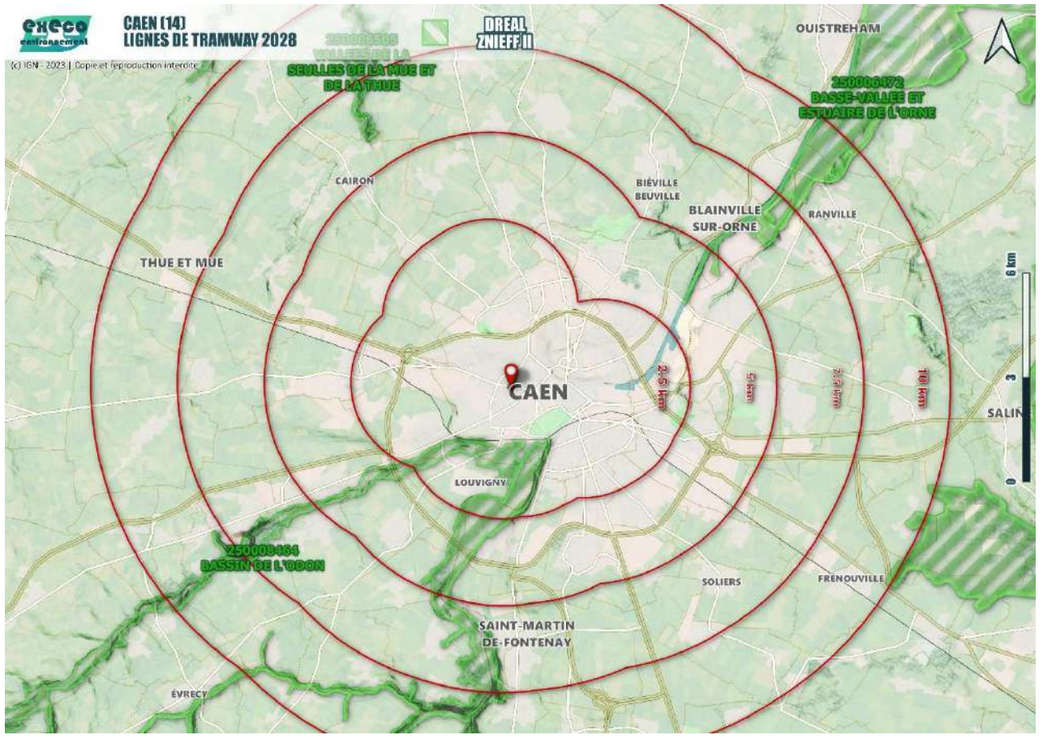


Figure 20. ZNIEFF de type II

B.5. Recueil de données naturalistes

B.5.1. Analyse des Bases de données (INPN)

Les données analysées sont celles de la Base de Données OpenObs de l'INPN (Licence Ouverte etalab), mises en valeurs avec une analyse de statuts issue de la BD-STATUTS de l'INPN (v16). Attention : la BD Statuts n'a pas vocation à être utilisée aux phases suivant le Pré-Diagnostic car elle n'est pas nécessairement à jour des dernières évolutions ou pré-validations ; de même la Base OpenObs contient les inventaires de la plateforme SINP (Système d'Information de l'iNventaire du Patrimoine naturel), aussi il ne s'agit pas d'inventaires exhaustifs, et toutes les données ne font pas l'objet d'une validation ; ces bases constituent toutefois un outil qui vise une analyse globale et de dégager les enjeux d'un territoire.

Les cartes et les listes d'espèces concernées sont mises en annexe à ce document.

B.5.2. Flore

Les extractions de la base OpenObs font ressortir un certain nombre de plantes patrimoniales dont certaines se trouvent à l'intérieur de la zone d'étude (périmètre rapproché). Les enjeux les plus notables sont :

- Une espèce de ptéridophyte, *Equisetum hyemale,* est concernée par le projet au niveau de la rue de Bayeux, une espèce à la fois protégée (en Basse-Normandie) et vulnérable sur la liste rouge régionale des plantes menacées, mais il est fort probable que les observations de cette espèce ne correspondent pas à des spécimens sauvages des boisements humides (sous-espèce ornementale achetable en jardinerie) : ces statuts ne s'appliqueraient donc pas. Durant la rédaction de ce rapport, la décision de retenir le tracé B a été rendue publique (mars 2023) : ce tracé ne passe pas par la rue de Bayeux et n'aura donc pas d'impact sur cette plante.

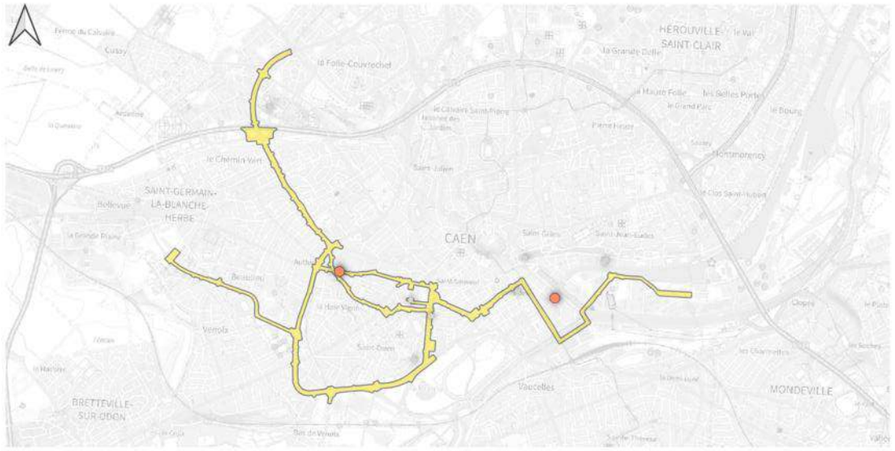


Figure 21. Carte des espèces de ptéridophyte protégées

- Quelques espèces d'angiospermes présentes à proximité du tracé sont protégées au niveau régional (ex-Basse-Normandie) : *Carthamus lanatus*, *Geranium sanguineum* (indigénat à vérifier) et *Polypogon monspeliensis*. Les espèces inscrites à la Directive Européenne Habitat Faune Flore sont assez éloignées du projet. Certaines de ces espèces présentent aussi un statut de vulnérabilité (listes rouges).

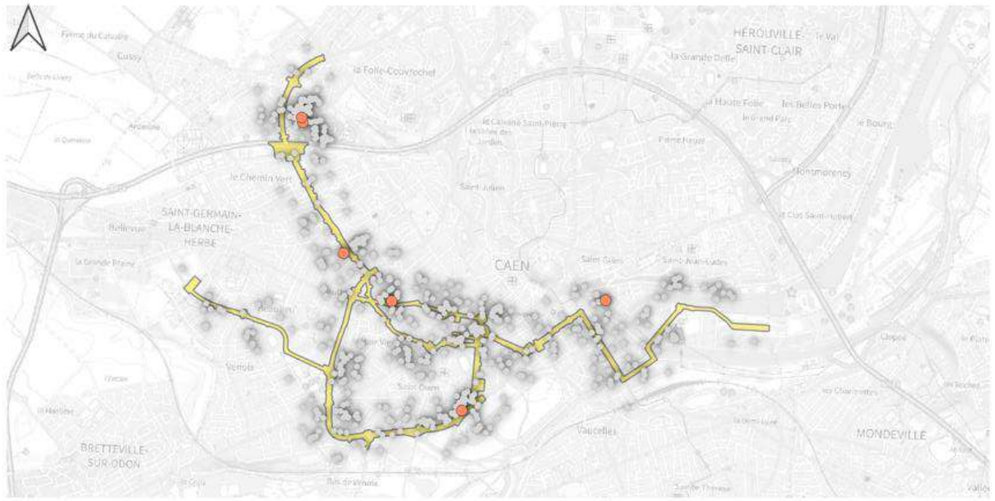


Figure 22. Cartes des espèces d'angiosperme protégées

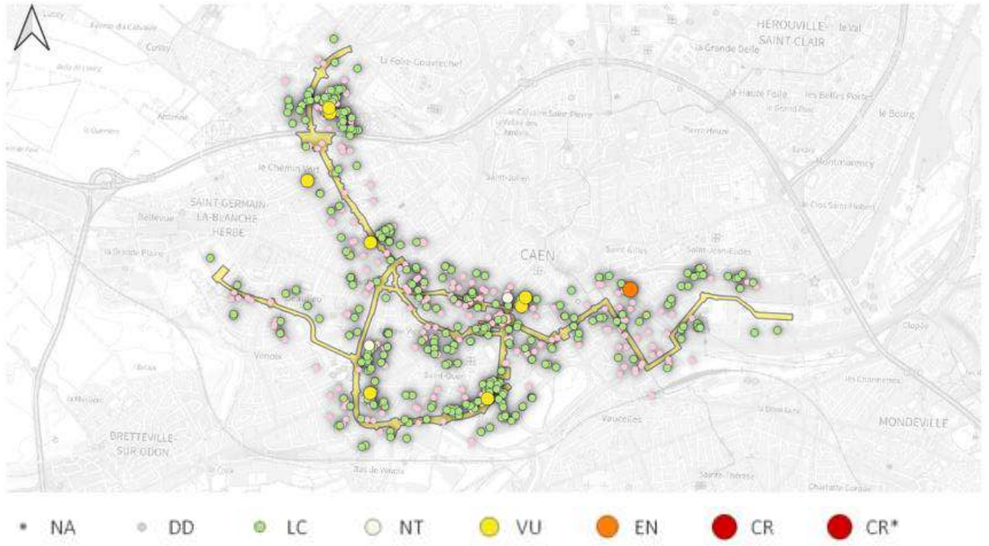


Figure 23. Carte des espèces d'angiosperme présentant un statut de menace au niveau régional (LC : préoccupation mineure, NT : quasi menacée, VU : vulnérable, EN : en danger d'extinction)

En mars 2022, le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB) a édité une **couche d'alerte cartographique représentant des informations synthétiques sur les enjeux liés à la présence d'espèces végétales à forte valeur patrimoniale** sur le territoire de la ville. Elles traduisent **l'état des connaissances** intégrées à la base d'information géographique du CBN de Brest (base *Calluna*), dans le cadre de ses missions générales de **connaissance de la flore** : ces données ne peuvent en aucun cas être considérées comme exhaustives, elles reflètent un état des connaissances à un moment donné.

L'élaboration de la couche d'alerte s'appuie sur la définition d'un cortège de plantes à fort enjeu patrimonial. **Une plante est considérée à fort enjeu patrimonial si elle est concernée par au moins un des cas suivants** :

- Espèce/taxon relevant de la **directive Habitats** (annexe II et IV)

Directive Habitats-Faune-Flore, *Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée par la directive 97/62/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.*

- Espèce/taxon **protégé(e) à l'échelle nationale**
  Arrêté du 20 janvier 1982 modifié relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national (1) (JONC du 13 mai 1982) - (1) titre modifié par Arr. du 31 août 1995, art.1er.
- Espèce/taxon **protégé(e) en Basse-Normandie**
  Arrêté du 27 avril 1995 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Basse-Normandie complétant la liste nationale. NOR: ENVN9540070A. Version consolidée au 16 mai 1995.
- Espèce/taxon jugé(e) « en danger critique (CR), en danger (EN), vulnérable (VU) ou quasi menacé (NT) » dans la **liste rouge de la flore vasculaire de France métropolitaine (2018)**
- Espèce/taxon jugé(e) « en danger critique (CR & CR*), en danger (EN), vulnérable (VU) ou quasi menacé (NT) » dans la **liste rouge de la flore vasculaire en Basse-Normandie (2015)**
- Espèce/taxon appartenant à la **Liste « rouge » régionale des plantes vasculaires rares et/ou menacées en Basse-Normandie (2008).**

Ainsi, sur la carte ci-dessous, nous pouvons voir que le projet n'est que peu concernés par des milieux accueillant des espèces végétales à forte valeur patrimoniale. Outre quelques espaces dans le centre-ville, les zones où une attention particulière sera portée lors du diagnostic écologique sont en particulier sur les bords de la Prairie (enjeu très limité car le tracé passera côté lycée Malherbe), sur la presqu'île et sur le site de la Maladrerie.

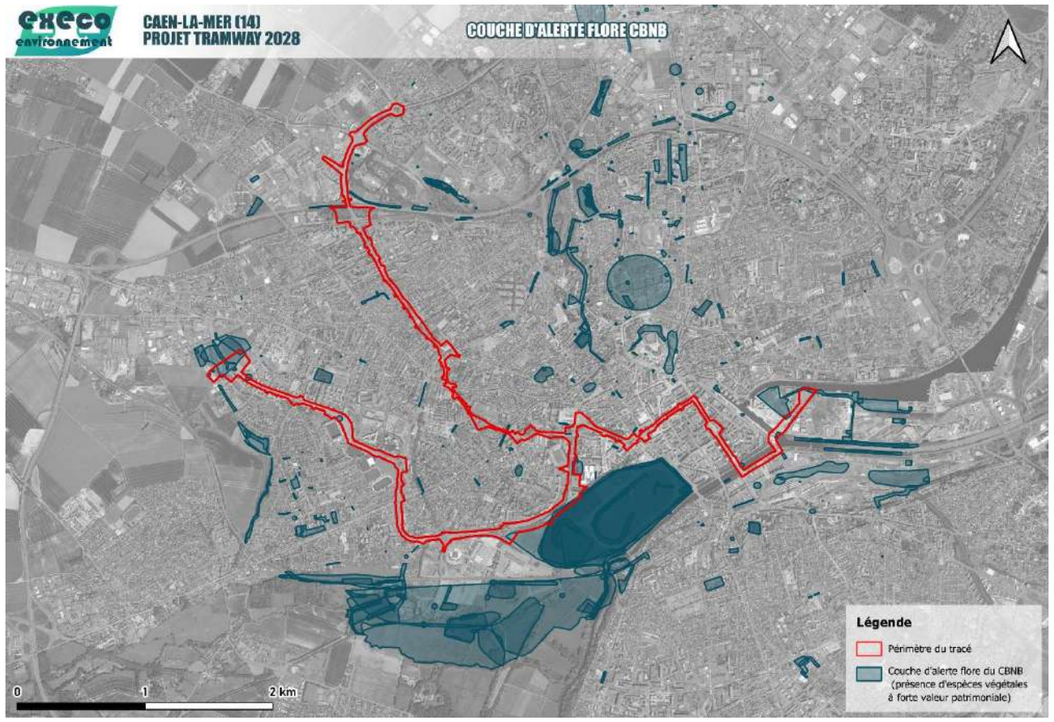


Figure 24. Couche d'alerte pour la flore (CBNB)

B.5.3. Faune

Les groupes d'espèces les plus documentés sur la commune, et donc traités ci-après, sont les **oiseaux** (avifaune), les **mammifères** dont les **chiroptères**, les **amphibiens** et les **reptiles**.

Les insectes sont l'objet d'assez peu de suivis et d'observations en milieu urbain, mis à part le suivi des nids de frelons asiatiques. Il en va de même pour les reptiles et les amphibiens qui peuvent potentiellement être contactés lors du diagnostic écologique à la faveur de points d'eau ou de murets bien ensoleillés.

B.5.3.1. *Avifaune*

Les extractions de la base OpenObs font ressortir un certain nombre d'espèce d'oiseaux patrimoniaux dont certaines ont été observées à proximité de la zone d'étude (périmètre rapproché). Les enjeux les plus notables sont :

- Des espèces ayant un statut de menace au niveau national, concentrées notamment sur le site de la Prairie
- Des observations d'espèces protégée par la Directive Européenne « Oiseaux » : cela concerne l'aigrette garzette, le faucon pèlerin et la cigogne blanche.

Les oiseaux étant des organismes très mobiles, les points d'observation ne définissent pas un site de nidification, mais bien une fréquentation à un instant précis. Néanmoins, certains espaces, comme la Prairie, offrent des sites de reproduction pour plusieurs espèces patrimoniales et peuvent être reconnus d'intérêt en tant que tels.

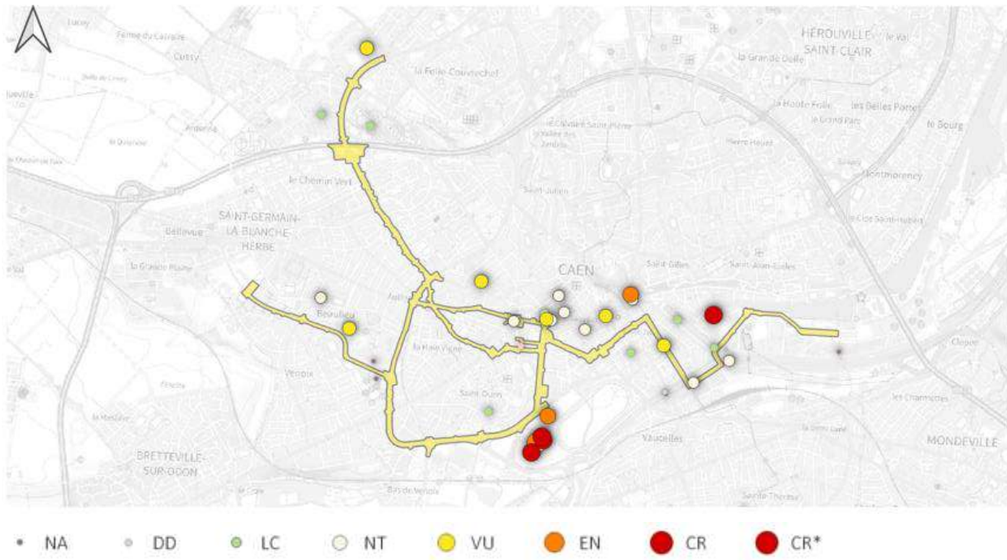


Figure 25. Carte des observations d'oiseaux présentant un statut de menace au niveau national (LC : préoccupation mineure, NT : quasi menacée, VU : vulnérable, EN : en danger d'extinction)

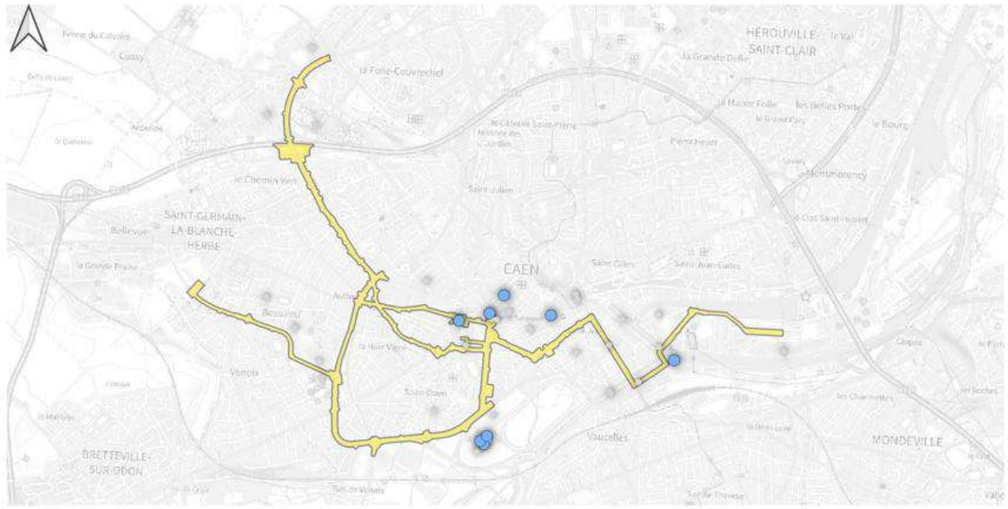


Figure 26. Carte des observations d'oiseaux inscrites à l'annexe I de la Directive Oiseaux

Extraits du CORMORAN, revue scientifique du Groupe Ornithologique Normand (GONm), concernant la ville de Caen :

- De 1971 à 2015, plus de 24 000 observations ont été intégrées à la base de données Ornithologique. Pendant ses nombreuses années, il a pu être perçu des variations de populations. La ville bénéficie de deux atouts, des milieux variés (urbain, parcs, espaces verts et la Prairie de Caen, ensemble de prairies humides conservées) et un nombre important d'observateurs. La Prairie, avec sa mare, est le site le plus accueillant.
- Avec 216 espèces, la répartition taxonomique représente 60 % d'espèces non passereaux et 40 % de passereaux. Les plus observées sont : pouillot véloce, merle noir, verdier d'Europe, bruant des roseaux, grive musicienne, pie bavarde, étourneau sansonnet, rougequeue noir.
- Trois espèces de goélands nicheurs ont été recensées sur l'agglomération de Caen. Une colonisation progressive se réalise au sein de la ville : plus de 2000 couples, dont une forte majorité de goélands argentés, se sont reproduits en 2015 dans l'agglomération.

B.5.3.2. *Mammifères*

Les extractions de la base OpenObs font ressortir que certaines espèces protégées mais discrètes peuvent fréquenter les jardins et espaces verts du centre-ville de Caen : le hérisson et l'écureuil par exemple (espèces protégées).

Deux autres espèces patrimoniales emblématiques peuvent fréquenter les milieux à proximité du projet comme la Prairie et ses cours d'eau : la loutre et le campagnol amphibie. Le projet restant de l'autre côté du boulevard, il n'est pas pressenti que le projet ait potentiellement des impacts significatifs sur ces espèces en phase d'exploitation. En phase de travaux ces surfaces devront être préservées de toute activité de chantier.

Plusieurs espèces invasives ont été observées sur le territoire de la ville : le rat musqué, le ragondin et le rat surmulot.

Chiroptères

Les chiroptères sont des mammifères mais sont traités à part de par leur spécificité.

L'analyse suivante intègre les données produites et transmises par le Groupe Mammalogique Normand sur la commune de Caen. La période de recueil des données s'étale de septembre 1999 à septembre 2018. 99,4 % des observations sont postérieures à 2000.

Les données recueillies par le GMN s'étendent de 1999 à mars 2018 et se montent au nombre de 173 données sur la commune de Caen. Ce sont des données en grande partie récoltées par dénombrement en hibernation, par sessions de capture et par détecteur à ultrasons. Treize espèces sur les 21 présentes en Normandie ont été recensées sur la commune.

Liste des taxons

La liste suivante détaille les espèces rencontrées sur la commune de Caen (**P**), le nombre de données (**NbD**) pour chaque espèce, leur statut ainsi que leur vulnérabilité en Normandie (Liste Rouge de 2022) d'après les travaux du GMN (1998, 2000, 2004, 2013). Sur la commune de Caen, **13 espèces et 4 groupes d'espèces de chauves-souris** (dans lesquels peuvent figurer des espèces non listées individuellement ici comme *Myotis alcathoe*) ont été **recensées**, sur les 21 présentes en Normandie.

Tableau 1 : Liste des espèces de chiroptères de la commune de Caen (source : GMN)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	P	NbD	LRBN
Le Murin de Bechstein	*Myotis bechsteini*	✓	10	NT
La Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	✓	7	NT
Le Grand Rhinolophe	*Rhinolophus ferrumequinum*	✓	13	LC
Le Petit Rhinolophe	*Rhinolophus hipposideros*	✓	5	LC
Le Grand Murin	*Myotis myotis*	✓	12	LC
Le Murin à oreilles échancrées	*Myotis emarginatus*	✓	16	LC
Le Murin de Daubenton	*Myotis daubentoni*	✓	19	LC
Le Murin de Natterer	*Myotis nattereri*	✓	14	LC
Le Murin à moustaches	*Myotis mystacinus*	✓	12	LC
(Murin indéterminé)	*(Myotis species)*	(✓)	7	-
La Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*	✓	3	LC
La Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	✓	17	LC
La Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	✓	8	LC
(Pipistrelle indéterminée)	*(Pipistrellus species)*	(✓)	14	-
L'Oreillard roux	*Plecotus auritus*	✓	8	LC
(Oreillard indéterminé)	*(Plecotus species)*	(✓)	3	-
(Chiroptère indéterminé)	*Chiroptera species*	(✓)	5	-

Les espèces patrimoniales apparaissent en grisé

Vulnérabilité :
CR = En danger critique
EN = en Danger
VU = Vulnérable
NT = Quasi menacé
LC = Préoccupation mineure
DD = Données insuffisantes
NA = Non applicable

Présence :
✓ = espèce contactée
? = espèce dont la présence est possible
(✓) = groupe d'espèces contacté

Sites d'hibernation

Quatre sites d'hibernation sont connus et contrôlés sur la commune de Caen (tab. 2). Les sites accueillant le plus grand nombre de chiroptères sont des carrières souterraines (la Maladrerie et rue Vaubenard).

Les espèces présentes au sein des 4 sites d'hibernation de la zone d'étude sont le Grand Rhinolophe, le Petit Rhinolophe, le Grand Murin, le Murin de Bechstein, le Murin à oreilles échancrées, le Murin de Natterer, le Murin de Daubenton, le Murin à moustaches, la pipistrelle commune et les oreillards.

L'importance des gîtes d'hibernation est présentée dans le tableau ci-dessous et sur la carte ci-après.

Tableau 2 : Importance des sites d'hibernation connus d'après la hiérarchisation nationale, effectifs maximum observés pour chaque espèce et effectif maximum observé toutes espèces confondues lors d'un contrôle après 2000 (source : GMN)

Site	Importance	Grand Rhinolophe	Petit Rhinolophe	Grand Murin	Murin de Bechstein	Murin à oreilles échancrées	Murin de Natterer	Murin de Daubenton	Murin à moustaches	Murin indéterminé	Pipistrelle commune	Oreillard indéterminé	Eff. max.
Carrière de la Maladrerie	Départ.	5	1	5	2	25	16	65	43				**121**
Cavité rue Vaubenard	Locale	3				27	1	1	1				**30**
Abri sous roche	Locale										2		**2**
Château	Locale									1		1	**2**

Dans la zone d'étude, un site d'hibernation est concerné : la carrière de la Maladrerie.

Les effectifs observés à la carrière de la Maladrerie sont considérés comme assez élevés d'où son classement d'intérêt départemental en utilisant la méthode de hiérarchisation nationale de 2014. **Il est à noter que les suivis de la carrière de la Maladrerie ne sont pas exhaustifs car seulement une partie de ce site est prospecté**. Les 3 autres sites d'hibernation étant d'importance locale.

Le site d'hibernation de la Carrière de la Maladrerie a été classé **d'importance départementale** par la méthode de hiérarchisation nationale de 2014 (cf Tableau 2) : elle est fréquentée en hiver par plus de **100 chauves-souris** dont plus d'une vingtaine de **murins à oreilles échancrées**, plus de **60 murins à moustaches,** plus d'**une quarantaine de murins de Natterer, d'une quinzaine de Murin de Daubenton et de 5 grands rhinolophes et de 5 grands murins**.

Le site de la Carrière de la Maladrerie à Caen est un site d'hibernation **aussi fréquenté en automne** par certaines chauves-souris pour s'accoupler (Murin de Bechstein, Murin de Natterer).

Rappelons que la méthode de hiérarchisation nationale de 2014 n'a pas pris en compte les sites dits d'accouplement, sites de swarming (sites d'accouplement), mais précise que ces sites sont d'importance majeure pour les espèces de chauves-souris s'y accouplant et ont donc une importance nationale (Figure 28). Les sites d'accouplement sont d'une **importance capitale** pour la reproduction de certaines espèces et **le brassage génétique des populations** (Kerth et al., 2003). En effet, ils sont alors fréquentés par un grand nombre d'individus dont certains peuvent faire **plus de 30 km** pour venir s'y accoupler (Parsons & Jones, 2003).

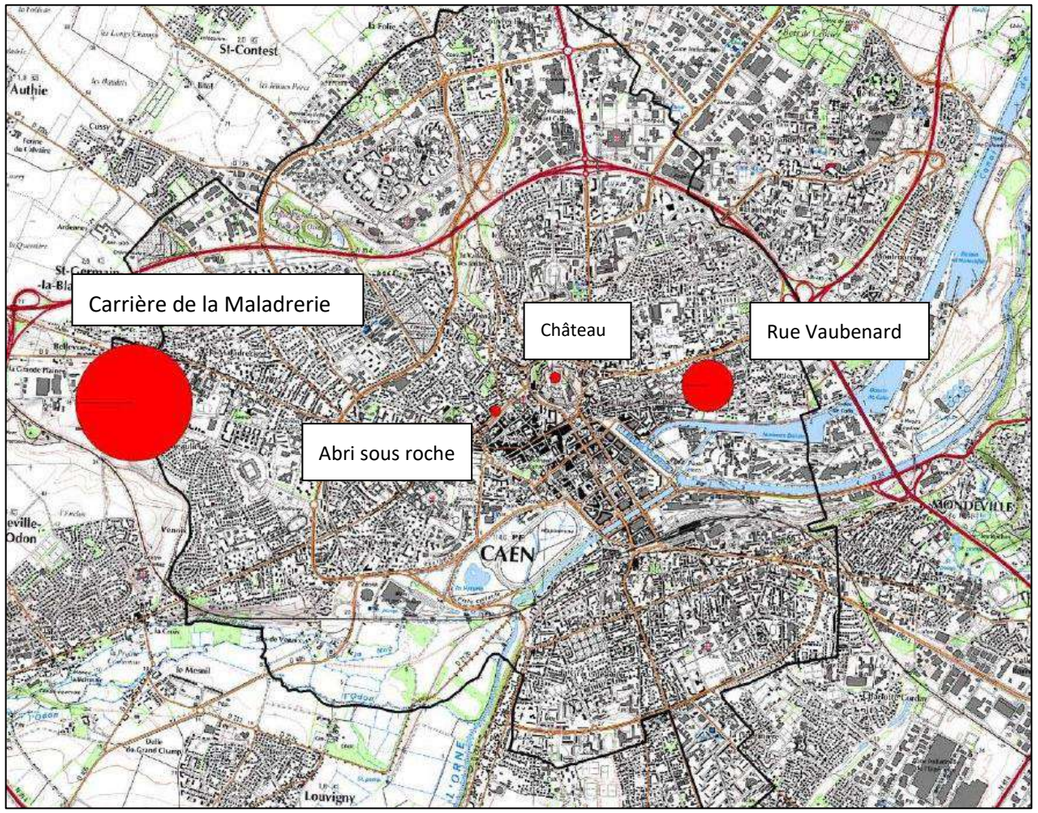
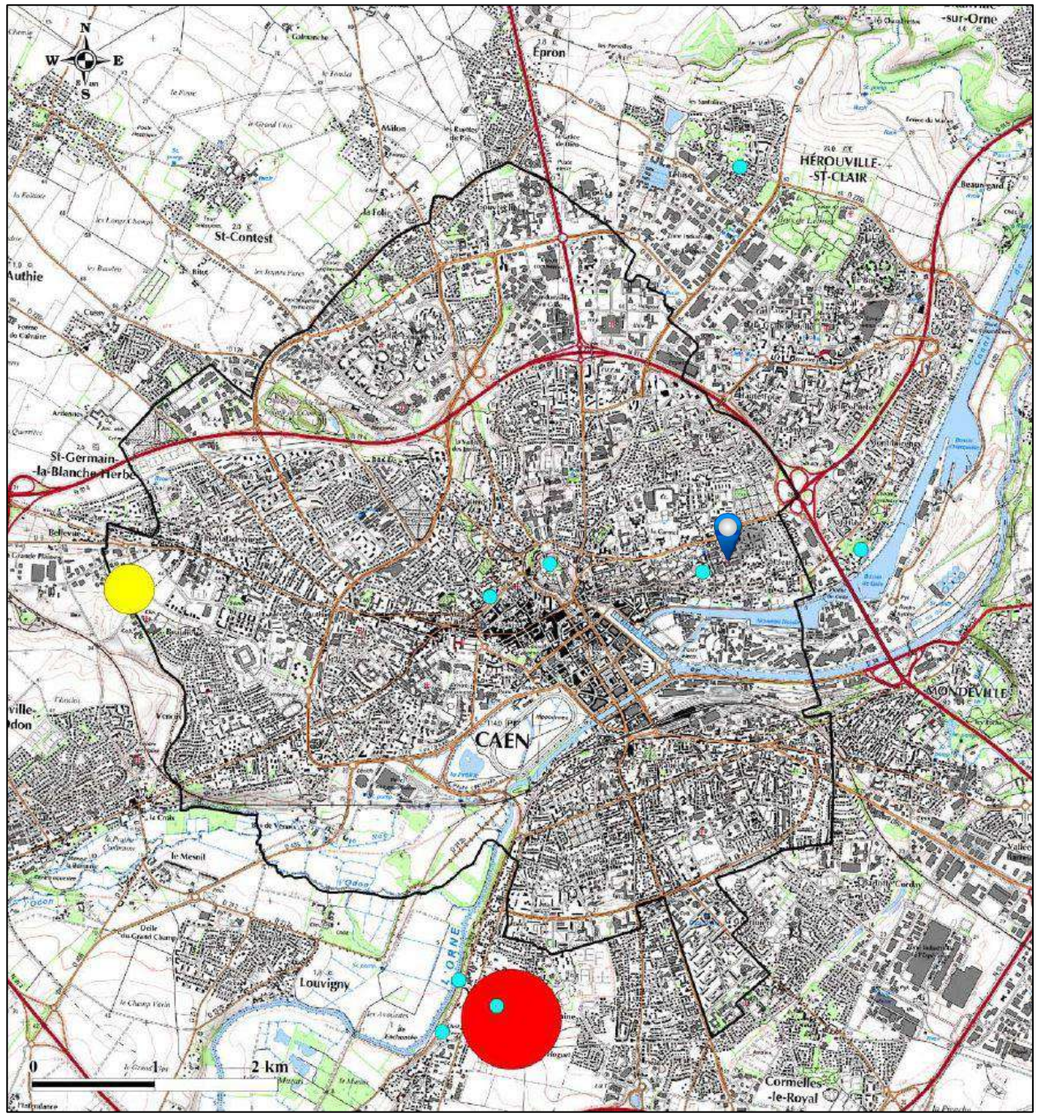


Figure 27 : Localisation en fonction de l'effectif maximum observé dans les sites d'hibernation à chiroptères lors d'un contrôle, toutes espèces confondues, après 2000 (source : GMN)



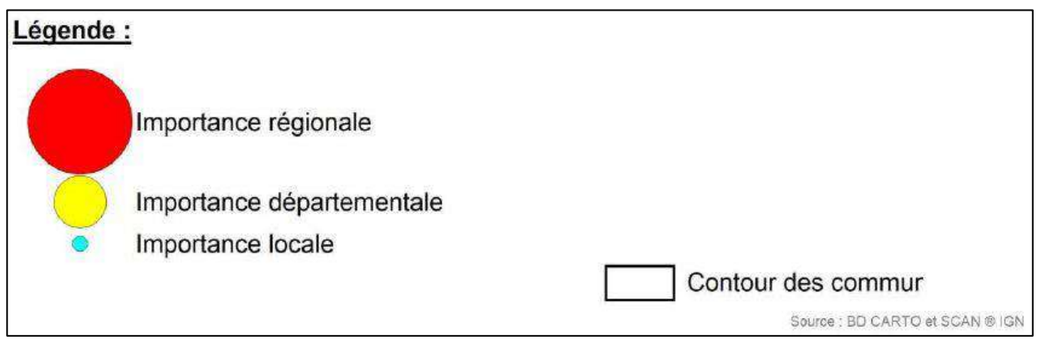


Figure 28 : Hiérarchisation des sites d'hibernation à chiroptères selon la méthodologie nationale 2014 (source : GMN)

Sites de reproduction

Aucune colonie de chauves-souris n'est connue localement, faute de prospection adaptée.

Synthèse des données du groupe mammalogique normand

Ces données attirent donc l'attention sur l'importance du site de la Maladrerie pour les chiroptères. Or ce site est à proximité du projet (parking relais notamment). Bien que le site soit déjà situé en milieu urbain et à proximité de la RN et donc a priori qu'il soit fonctionnel malgré les bruits et vibrations engendrés par la route, les travaux du tramway pourraient, en période de reproduction et d'hibernation, représenter une gêne pour les chiroptères (ex: vibrations).

B.5.3.3. *Amphibiens*

La consultation des données présentes sur le site de l'INPN nous indique la présence de plusieurs espèces d'amphibiens sur le territoire de la ville :

- L'alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*) (1984 à 2020)
- La grenouille rousse (*Rana temporaria*) (2020)
- Le triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) (2019 à 2022)
- Le triton palmé (*Lissotriton helveticus*) (1995 à 2021)

Le périmètre d'étude n'accueille à première vue pas de point d'eau favorable à la reproduction de ces amphibiens. Néanmoins une attention particulière sera portée aux milieux pouvant potentiellement être temporairement en eau une partie de l'année, notamment sur la presqu'île et à la Maladrerie (zone enherbée).

B.5.3.4. *Reptiles*

La consultation des données présentes sur le site de l'INPN nous indique la présence de deux espèces indigènes de reptiles sur le territoire de la ville :

- Le lézard des murailles (*Podarcis muralis*)
- L'orvet fragile (*Anguis fragilis*)

Ces 2 espèces sont assez communes dans la région et s'accoutument de milieux anthropiques.

Une espèce invasive est mentionnée : la tortue de Floride (*Trachemys scripta*).

B.6. Milieux physique

B.6.1. Hydrographie

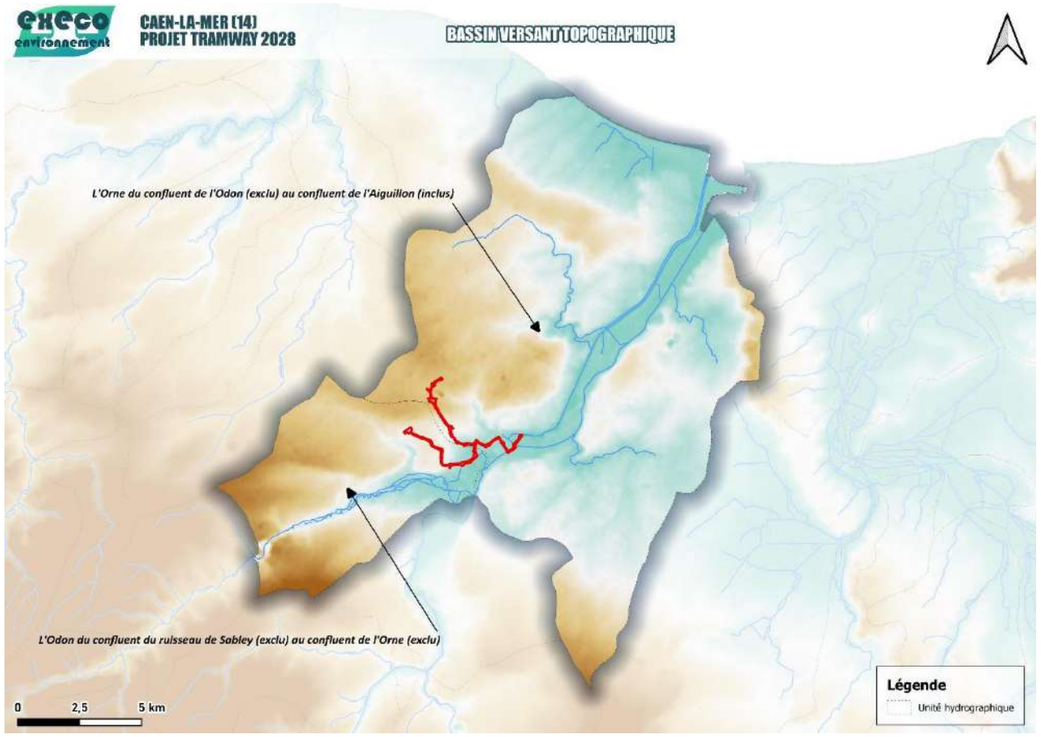


Figure 29. Bassin versant topographique

Les bassins versants topographiques représentés ci-dessus sont des sous bassins versants de l'Odon (délimité en rouge sur la carte), regroupant le confluent du ruisseau de Sabley (exclu) au confluent de l'Orne (exclu) et en vert sur la carte le sous bassin versant de L'orne du confluent de l'Odon (exclu) au confluent de l'Aguillon (inclus). Les deux sous bassins représentent une superficie totale de 251 km². Pour le sous bassin versant de l'Odon, le point haut est situé vers 102 m NGF (N), tandis que le point bas est environ à 4 m NGF (SO). Pour celui de l'Orne, le point haut est situé vers 77 m NGF (S), tandis que le point bas est situé au niveau de la mer ce qui signifie au niveau 0 m NGF (N).

Le fleuve l'Orne et la riviere de l'Odon ont un linéaire total de 216 km, cependant les deux ne passent de manière proche de la zone d'étude que sur quelques mètres bordant le tracé.

La filiation au réseau hydrographique est la suivante :

L'Orne ➔ La Manche

L'Odon ➔ L'Orne ➔ La Manche

B.6.2. Géologie et hydrogéologie

L'examen de la carte géologique et de sa notice permet de déterminer le contexte géologique local. Le tracé du projet traverse plusieurs entités géologiques naturelles du massif du Calvados, sur majoritairement des Loess weichséliens non carbonatés ou indifférenciés, sur du calcaire de Caen et des dépôts anthropiques. De plus, le tracé vient longer ou toucher des dépôts fluvio-marins et des épandages préquaternaires.

Il existe 5 sites classés à l'inventaire du Patrimoine Géologique Naturel situés dans la zone d'étude éloignée :

N°	Nom
BNO-0430	Carrières de pierre de Caen de l'est de Caen
BNO-0343	Pierre et château de Caen
BNO-0344	Carrières souterraines de Fleury-sur-Orne
BNO-0345	Carrières souterraines de la Maladrerie à Caen
BNO-0425	Série bathonienne des carrières de Ranville

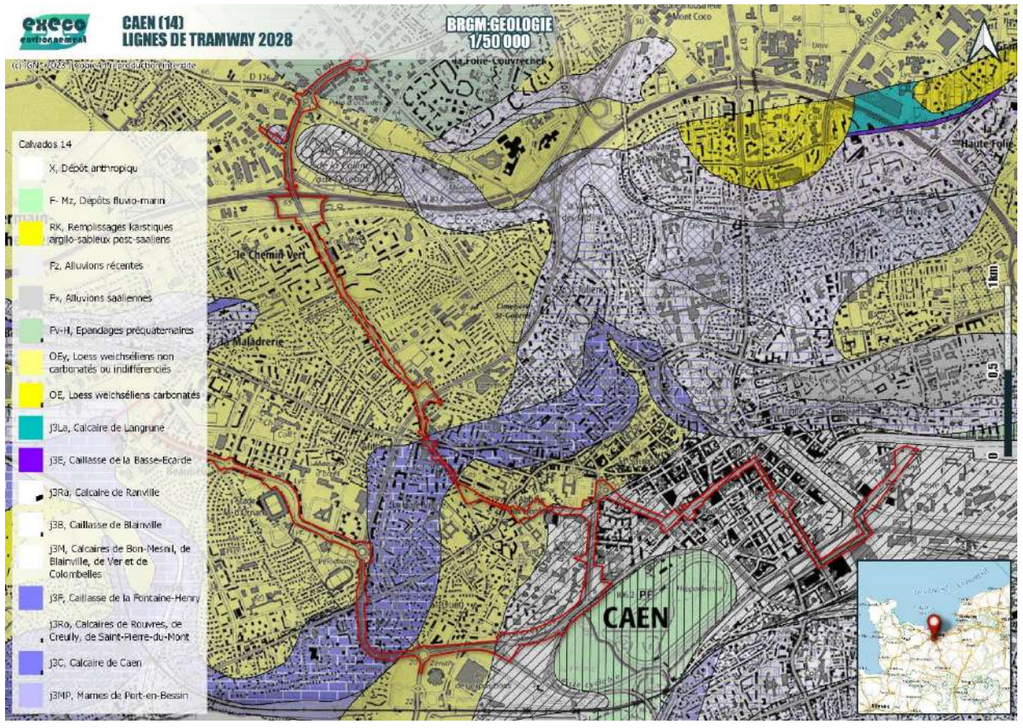


Figure 30. Géologie (BRGM)

La carte suivante indique plus précisément la présence de carrières sous le Boulevard Georges Pompidou (2020, Ville de Caen) :

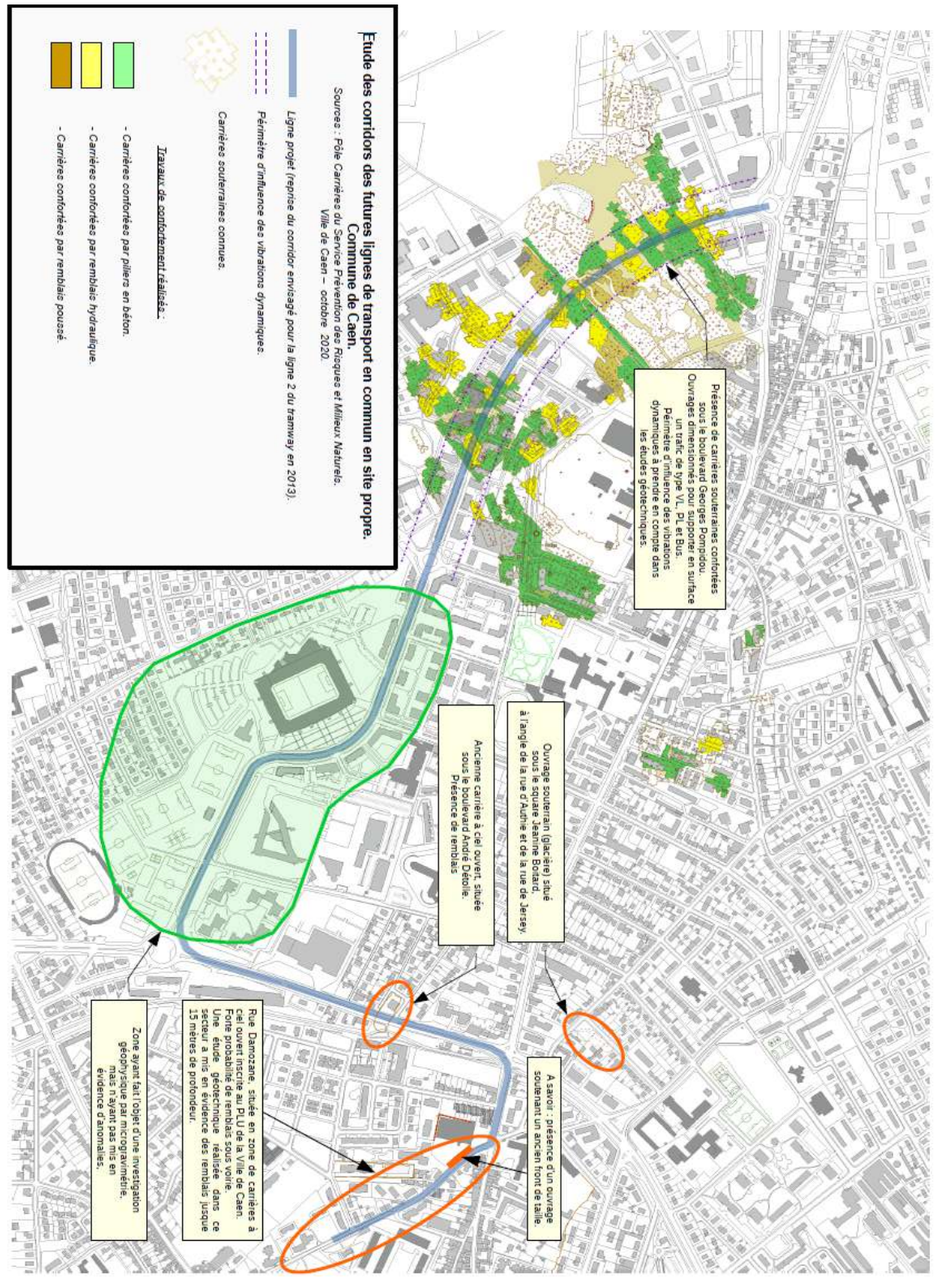


Figure 31. Présence de carrières sous le Boulevard Georges Pompidou (Ville de Caen)

Plusieurs zonages centralisés par la DREAL de Normandie permettent une approche du contexte hydrogéologique et hydroécologique de la zone d'étude :

- la *carte des remontées de nappes phréatiques* montre que la zone d'étude du projet est concernée par endroits par des remontées pour les réseaux et sous-sols de 0 à 1 m (■), pouvant provoquer des risques pour les sous-sols de 1 à 2,5 m (■) et pour les infrastructures profondes de 2,5 à 5 m (■).

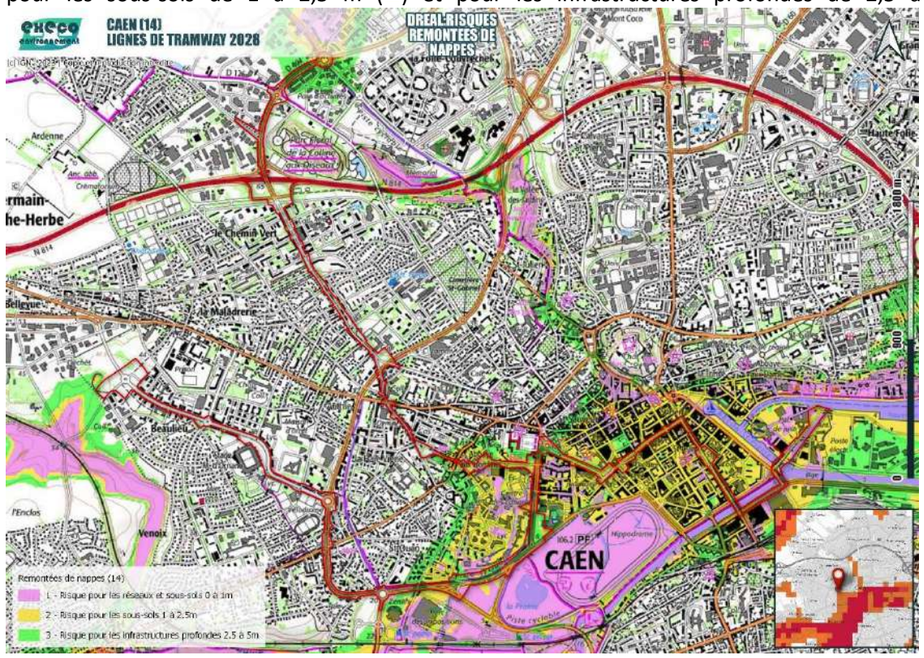


Figure 32. Remontées de nappes

B.6.3. Zones inondables

Le site du projet est en partie (moitié est) dans une zone inondable qui suit la topographie et le lit de l'Orne et ses affluents.

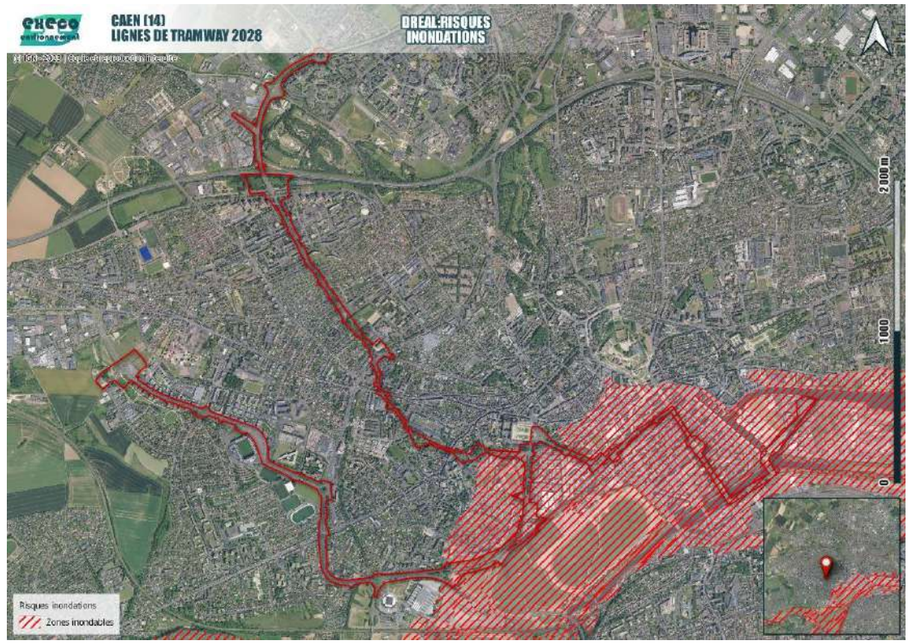


Figure 33. Zones inondables (DREAL)

B.6.4. Zones humides

Des prédispositions de zones humides définies par le SDAGE-AESN sont présentes dans le centre-ville de Caen. Elles suivent le lit de l'Orne et de ses affluents. Le tracé du projet se trouve en partie sur ces zones humides, notamment la partie commune avec les autres lignes déjà existantes.

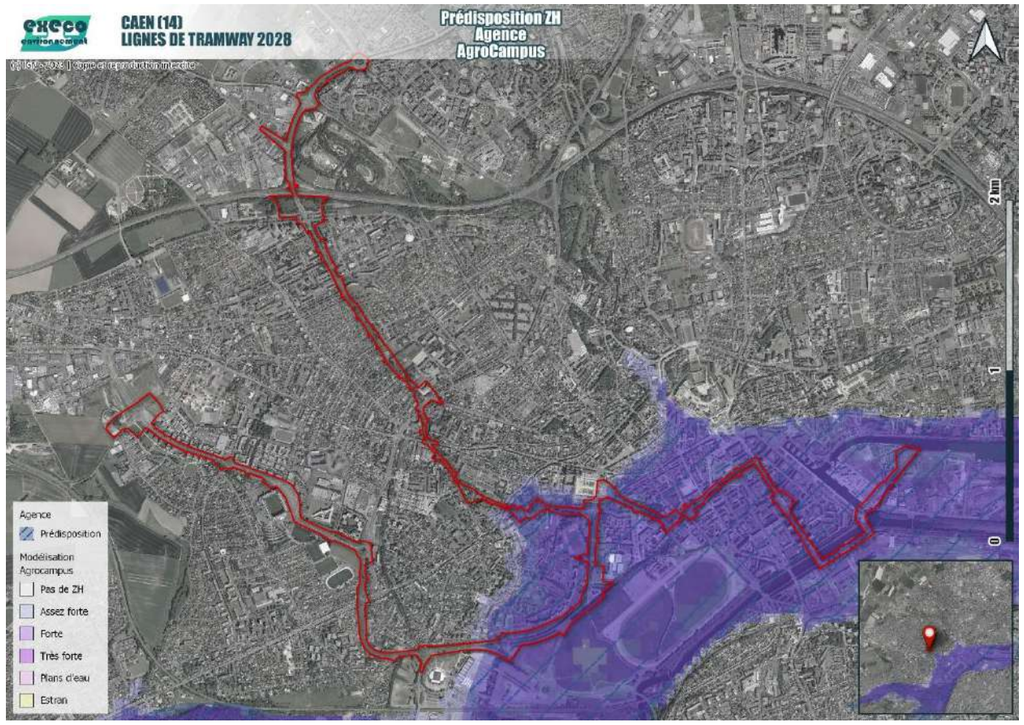


Figure 34. Zones humides (SDAGE-AESN)

La DREAL a identifié des zones humides définies par photo-interprétation (Figure 35). La carte des zones humides et des territoires humides ne montre pas de présence de zones humides (■) sur le tracé du projet, mais des zones à prédispositions fortes (■) et à prédispositions faibles (▨).

Il est peu probable que ces zones humides soient effectives. En effet, le centre-ville ayant été totalement remanié, il n'existe, a priori, plus de sol naturel caractéristique de zone humide sur le périmètre du projet. Au plus proches, elles sont encore présentes sur le site de la Prairie. Une étude des zones humides plus spécifique au projet a été réalisée dans le diagnostic écologique dont les sondages ne montrent pas de sol de zone humide (rapport en annexe).

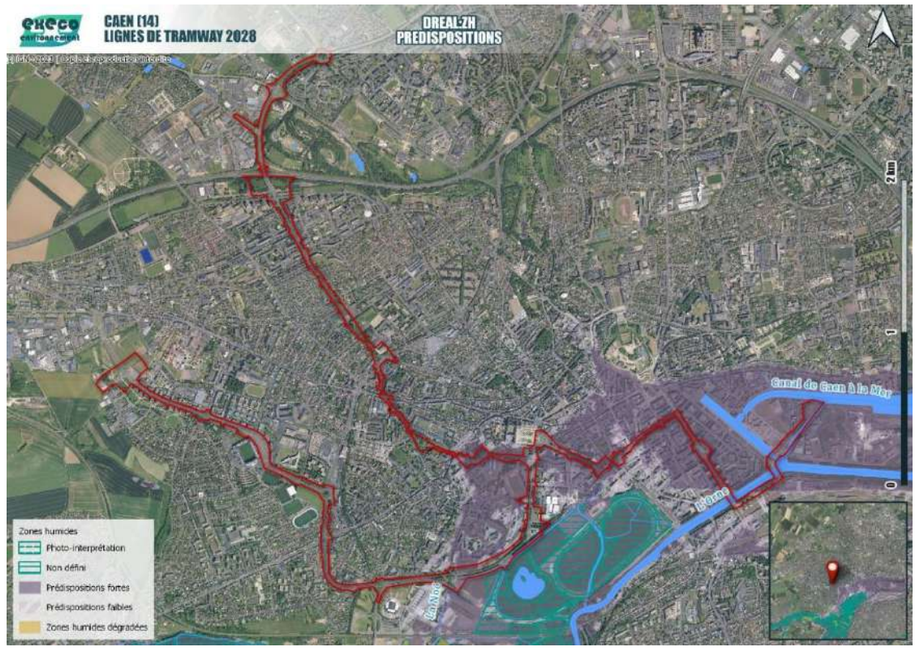


Figure 35. Zones humides (DREAL)

B.6.5. Occupation des sols

Dans ce contexte urbain, l'occupation du sol est essentiellement artificielle (bâtis, voirie) pouvant être accompagnée d'espaces « verts » (pelouses, massifs, parcs et jardins). Les espaces les plus végétalisés se trouvent aux extrémités du tracé : à la Maladrerie (à l'extrémité ouest du boulevard Pompidou) et les pelouses en bordure du périphérique nord (délaissé routier).

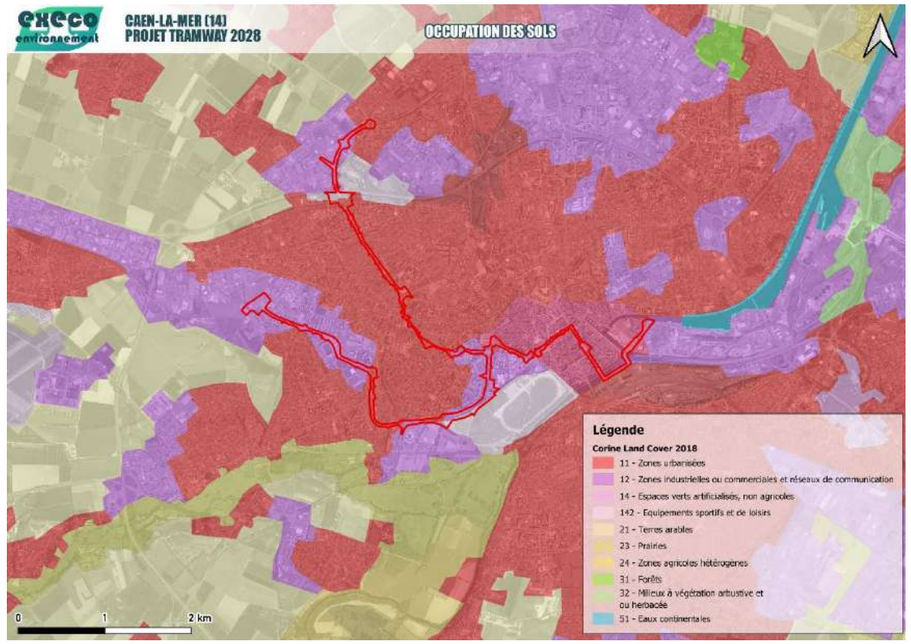


Figure 36.Occupation des sols (Corine Land Cover)

B.7. Synthèse des enjeux écologiques dans la bibliographie

Cette étude bibliographique s'est composée d'un rappel du contexte réglementaire, d'un recueil des données naturalistes et d'un état des lieux du milieu physique.

Grâce à cette étude de la bibliographie, le diagnostic pourra être orienté et montrer une attention particulière sur les éléments d'enjeu écologique relevé par les différents documents, périmètres, et données environnementales existantes.

Ainsi, le contexte réglementaire nous apprend que les documents cadres ont pris en compte la trame verte et bleue dans le développement urbain (PLU). Certaines dispositions ont été prises comme **la protection d'arbres remarquables** (sous conditions), pour certains concernés par le projet notamment dans l'hyper-centre de la ville, ou la protection par catégorie **d'espaces verts identifiés comme éléments des continuités écologiques**. En parallèle, **des zone « N »** ont été identifiées notamment, en ce qui concerne le projet, au niveau des pelouses en délaissé routier sur **la bordure sud du périphérique nord ou un parking relais est prévu**. Concernant les autres zonages réglementaires à proximité du projet, **c'est le site de la Prairie qui est le plus mentionné** (site inscrit, Espace Naturel Sensible,…) : le projet restant de l'autre côté du boulevard, les impacts seront d'emblée limités sur cet espace.

Le recueil de données naturalistes conduit va aussi dans ce sens : la Prairie accueille plusieurs espèces patrimoniales et est mentionnée sur la couche d'alerte du Conservatoire Botanique de Brest. Néanmoins, les données bibliographiques font mention de plusieurs autres secteurs à intérêt. En ce qui concerne la flore, c'est le cas par exemple **de la presqu'île, qui propose des milieux pionniers où une flore particulière et singulière peut se développer**. C'est aussi le cas pour des milieux plus ponctuels à l'image de certains espaces verts accueillant des stations d'orchidées sauvages, ou plantes protégées. En ce qui concerne la faune, **l'enjeu le plus notable est le site d'hibernation de chiroptères à l'ancienne carrière de la Maladrerie**, au bout du boulevard Pompidou où un terminus et un parking relais sont prévus. Des travaux trop proches du site ou dans une mauvaise période pourraient porter atteinte à ces espèces protégées. Certains oiseaux protégés ou menacés ayant une écologie particulière fréquentent le centre-ville (faucon pèlerin par exemple) et la Prairie (oiseaux typiques des zones humides) : le projet n'aura probablement que peu d'impact sur ces derniers.

L'analyse par infrarouge du territoire montre que le projet s'inscrit dans un milieu urbain très arboré, mais que l'aire d'étude en elle-même s'insère entre les micro-trames vertes et la trame noire. L'analyse ne révèle donc pas de point de vigilance liée à des corridors écologiques.

Enfin, l'étude du milieu physique montre qu'une partie du projet se réalisera sur des **prédispositions fortes de zones humides avec des risques de remontées de nappes**. Néanmoins, il n'existe a priori plus de sol naturel caractéristique de zone humide sur le périmètre du projet. Au plus proche, elles sont présentes sur le site de la Prairie. Une étude des zones humides plus spécifique au projet sera réalisée dans le diagnostic écologique.

C. Etat initial sur le périmètre rapproché

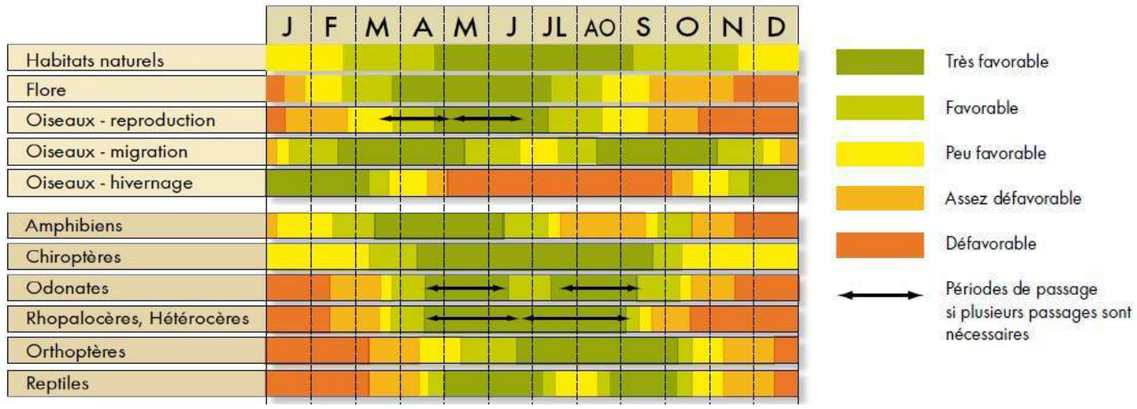
C.1. Conditions de mises en œuvre et date des inventaires

C.1.1. Modalités de principe

Sur le principe, une étude portant sur les milieux naturels, la flore et la faune repose sur des investigations de terrain qui doivent couvrir une période représentative du cycle biologique. Cela signifie qu'il faut rechercher à y intégrer des périodes au moins favorables.

Le tableau ci-après résume les périodes plus ou moins favorables pour l'observation de différents groupes biologiques de la flore et de la faune. Ce calendrier peut faire l'objet d'ajustements en fonction des conditions climatiques particulières d'une année sur l'autre ou bien en fonction du secteur géographique concerné.

Par ailleurs, selon la nature et la variété des habitats représentés dans la zone d'étude et ses abords immédiats, des choix peuvent s'opérer sur le degré de diversité des groupes biologiques à inventorier et sur l'ampleur de la pression de prospection à mettre en œuvre (nombre de campagne de terrain).



(ADAM Y. et al., 2015 : Guide des méthodes de diagnostic écologique des milieux naturels)

Les campagnes de terrain mobilisent, le plus souvent, 2 écologues du bureau d'études ExEco environnement. Cela vise à obtenir une **pression de prospection adaptée tant en quantité qu'en qualité** en mobilisant des écologues naturalistes dotés d'un certain niveau de polyvalence mais aussi de compétences spécifiques pour certains groupes biologiques.

C.1.2. Modalités d'application pour l'étude

Les dates des campagnes de terrain, le personnel mobilisé et les conditions météorologiques sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Dates	Observateurs	Conditions météorologiques
Le **2 février 2023**	MORIN Elodie CHESNEL Maxime ROMET Martin	Températures diurnes : de 5 à 10°C Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Nuageux avec quelques rayons de soleil
Du **20 au 21 avril 2023** Incluant nocturne le **20 avril 2023**	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : de 5 à 10°C le matin, de 10 à 15°C l'après-midi (nocturnes : de 5 à 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Ciel dégagé
Du **25 au 26 mai 2023** Incluant nocturne le **25 mai 2023**	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 13°C le matin, 20°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Calme/léger avec quelques brises Pluie : Aucune Couverture nuageuse : Ciel dégagé
Du **4 au 6 juillet 2023** Incluant nocturnes les **4 et 5 juillet 2023**	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 15 à 20°C le matin, 20 à 25°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Quelques averses notamment dans la nuit du 4 Couverture nuageuse : Passages nuageux Remarques : Températures basses par rapport aux moyennes de saison. Beau temps dans l'ensemble le 5 juillet 2023
Le **22 septembre 2023** Incluant nocturnes les **22 et 23 septembre 2023**	MORIN Elodie LECLERC Céline	Températures diurnes : 15 à 20°C le matin, 20 à 25°C l'après-midi (nocturnes : de 10°C) Vent (moyen) : Modéré/brise Pluie : Quelques pluies éparses Couverture nuageuse : Passages nuageux

Les groupes biologiques investigués de manière plus spécifique en fonction de la saisonnalité de leur exigence écologique lors des différentes campagnes de terrain sont repris dans le calendrier ci-après. Cela n'empêche pas de noter également quelques observations opportunistes pour d'autres groupes biologiques.

Campagnes	Groupes ciblés	Observations opportunistes
Le **2 février 2023**	Oiseaux hivernants Amphibiens précoces Chiroptères (gîtes d'hiver) Insectes (indices de présence du grand capricorne)	Mammifères
Du **20 au 21 avril 2023** Incluant nocturne le **20 avril 2023**	Oiseaux nicheurs (IPA) Amphibiens Flore printanière	Mammifères Reptiles Insectes (odonates, lépidoptères, autres)
Du **25 au 26 mai 2023** Incluant nocturne le **25 mai 2023**	Oiseaux nicheurs (IPA) Mammifères chiroptères Habitats Flore printanière Reptiles Insectes (odonates, lépidoptères, autres)	Mammifères
Du **4 au 6 juillet 2023** Incluant nocturnes les **4 et 5 juillet 2023**	Oiseaux (dont nocturnes) Mammifères chiroptères Flore estivale Insectes (lépidoptères, odonates, orthoptères)	Mammifères Amphibiens Reptiles
Le **22 septembre 2023**	Flore tardive Oiseaux migrateurs Insectes (orthoptères) Reptiles Sondages pédologiques	Insectes (lépidoptères, odonates) Mammifères Amphibiens

En parallèle de cette mobilisation de terrain, les écologues ont eu recours à des protocoles particuliers sur un certain nombre de focus en fonction de leurs potentialités, afin de compléter les inventaires terrain portant sur l'ensemble du tracé. Ces protocoles ont été les suivants.

Date	IPA	Ecoutes et prospections nocturnes	SM4BAT	Visite des plaques à reptiles
20 au 21 avril 2023	Tous les focus	Tous les focus		Focus 1, 3 et 5
25 au 26 mai 2023	Tous les focus	Tous les focus	Focus 2, 6, 7	Focus 1, 3 et 5
4 au 6 juillet 2023			Focus 1, 3, 4	Focus 1, 3 et 5
22 septembre 2023			Focus 3 et 4	Focus 1, 3 et 5

C.2. Méthodologie d'évaluation du niveau d'enjeu écologique

Dans les différents chapitres du diagnostic écologique, l'analyse de l'intérêt patrimonial des différents groupes biologiques (habitats et espèces) est fondée notamment sur une combinaison des critères relatifs à leurs statuts (Figure 37 et Figure 38) : protection, menace (liste rouge), rareté, déterminante de ZNIEFF, sensible pour la Trame Verte et Bleue (TVB), ceci à différentes échelles administratives (européenne, nationale, régionale) et selon l'état des connaissances. Ainsi les enjeux écologiques sont répartis entre un enjeu très fort, un enjeu fort, un enjeu moyen ou encore un enjeu faible. Dans certaines situations, il y a peu ou pas d'enjeu.

La problématique des espèces exotiques envahissantes (thématique abrégée en EEE) est également prise en compte en combinant le potentiel invasif de cette espèce (avéré, potentiel) et l'expression de celle-ci sur le site d'étude (habitat fréquenté et étendue de la présence/abondance).

A l'échelle du site étudié, le niveau de l'intérêt effectif et de l'enjeu écologique associé reposent aussi sur des éléments de pondération liés à la nature des données biologiques : superficie et naturalité des habitats, partie du cycle biologique accompli dans le site d'étude (reproduction effective ou très probable valorisée, gite effectif…), ampleur des effectifs, récurrence et ancienneté des observations, diversité des espèces patrimoniales (cortège).

Les niveaux d'enjeu par ordre croissant sont ainsi : **peu ou pas d'enjeu**, **enjeu faible**, **enjeu moyen**, **enjeu fort** et **enjeu très fort**.

C'est à partir de ces éléments et de ceux relatifs au projet que vont être évalués ensuite les impacts des activités. Différentes mesures selon la typologie et séquence ERC (Eviter-Réduire-Compenser) sont ensuite développées pour a minima maintenir voire si possible améliorer globalement l'intérêt écologique local.

Il est repris sur les cartes de synthèse des enjeux les espèces et les habitats patrimoniaux qui ont montré une présence locale significative et une récurrence démonstrative.

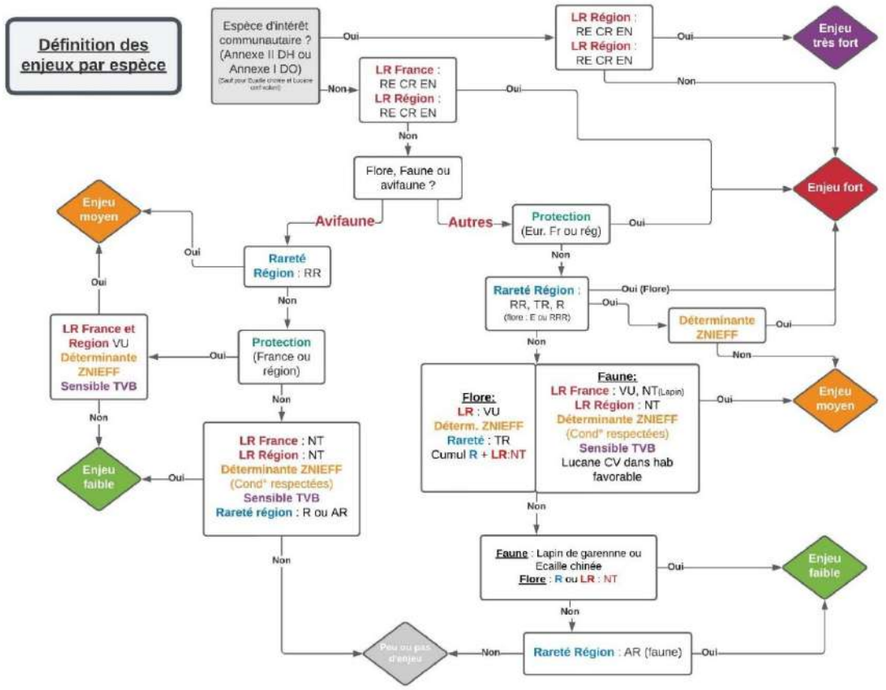


Figure 37. Arbre de décision pour la définition des enjeux par espèce (ExEco)

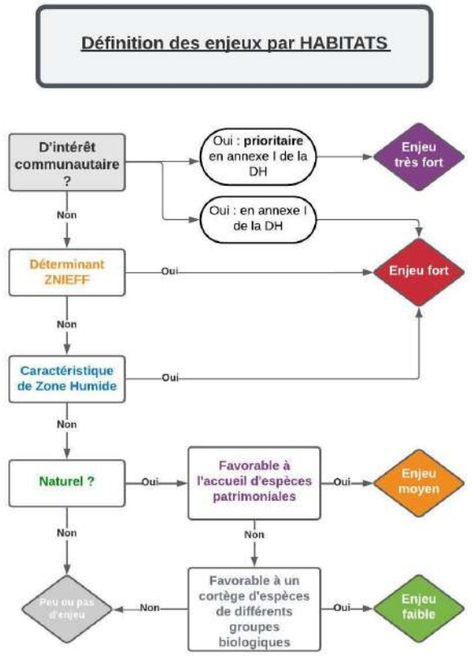


Figure 38. Arbre de décision pour la définition des enjeux par habitats (ExEco)

C.3. Expertise floristique (habitats et espèces)

C.3.1. Méthodologie des inventaires floristiques

C.3.1.1. *Habitats*

Une étape préliminaire à l'aide de photographie aérienne permet de préparer et optimiser le parcours préférentiel *in situ* de l'aire d'étude parmi les grands types d'habitats distinguables. En parallèle à l'étude de la flore proprement-dite, le parcours sur le terrain de la zone d'étude en saison favorable permet de relever les espèces caractéristiques des différentes formations végétales représentées et de définir leur délimitation géographique.

Les formations végétales sont ensuite rattachées aux référentiels typologiques de référence que sont CORINE Biotopes (BISSARDON et *al.* 1997) et EUNIS (LOUVEL et *al.*, 2013). En fonction de leur nature et de leur typicité, il est également indiqué si elles peuvent correspondre à des habitats de l'Union Européenne (pré-codés UE) tels que listés dans le manuel d'interprétation EUR15 et sa mise à jour EUR28 ainsi que dans les cahiers d'habitats au titre de la Directive « Habitats » pour le réseau Natura 2000.

C.3.1.2. *Flore*

L'ensemble de la zone d'étude est parcouru lors de campagnes de terrain en saison favorable afin de relever les listes floristiques. Les espèces floristiques recensées sont celles de la flore vasculaire c'est-à-dire les spermaphytes et les ptéridophytes dans les formations végétales représentées.

La localisation des espèces végétales à statut particulier, c'est-à-dire celles qui sont considérées comme patrimoniales et celles qui sont considérées comme invasives ou exotiques envahissantes est également notée.

C.3.2. Résultats

C.3.2.1. *Habitats*

Liste et typologie des habitats

Le tableau ci-après reprend les habitats présents, parfois en mélange, à l'échelle de la zone d'étude (le tracé retenu et ses abords). Certains regroupements ont pu être opérés pour la retranscription cartographique.

La carte des habitats intègre le résultat du diagnostic typologique des haies.

Dénomination de l'habitat	Code CORINE biotopes	Code EUNIS	UE (N2000)	Total
Prairies	38.2	E2.2	-	9400 m²
Petits parcs	85.2	I2.23	-	36 200 m²
Espaces verts en contexte urbain	85	I2	-	106 975 m²
Prairies d'espace de loisirs	85.12	E2.6	-	40 935 m²
Friches et fourrés anthropiques	31.8	F3.1	-	2 935 m²
Zone rudérales x dépôts	86 x 87.2	J6 x E5.12	-	8 230 m²
Jardins ornementaux	85.1	I2.1	-	9 545 m²
Haies diverses et alignements d'arbres	84.2 x 84.1	FA x G55.1	-	11930 ml
Canal de Caen à la mer	24	C2	-	5 760 m²
Voiries et stationnements	86	J4.2	-	391 985 m²
Entreprises en activité	86.3	J1.4	-	2 515 m²
Bâtiments divers (dont résidentiels)	86.1	J1.1	-	2 810 m²

Description

Analyse à l'échelle de la zone d'étude (tracé retenu et abords)

La majeure partie de la zone d'étude est occupée par un ensemble de milieux urbanisés et notamment recouverte de voiries et stationnements de type routes, voies de Tramway déjà existantes ou encore parkings (avec ou sans arbres plantés). La partie urbanisée du tracé est occupée par :

- des bâtiments divers (essentiellement résidentiels), entreprises en activité, skate-park,
- des sites urbains désaffectés ou en cours de réaménagement et donc accompagnés de friches rudérales,
- des parcs et jardins ornementaux avec parterres de fleurs comme celui observé au niveau de la mairie de Caen ou au niveau de la piscine avenue Albert Sorel,
- le canal de Caen à la mer observé dans certaines zones du site d'étude, notamment au niveau du quartier des rives de l'orne.

L'autre partie du site est occupée par des milieux à tendance plus « naturelle » mais restant toujours très liés aux espaces urbains, de type :

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

Les habitats hors focus ne représentent pas ou peu d'intérêt écologique.

Ils ne sont pas constitutifs d'éléments de la trame verte, bleue ou noire (cf. paragraphe Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).**

Analyse à l'échelle des focus

L'étude des habitats a été plus précise sur les focus, des zones à plus fort intérêt potentiel d'un point de vue faunistique et/ou floristique. Les différents focus et les habitats en présence sont décrits ci-dessous :

- le **focus 1** est composé de deux petits parcs urbains séparés par une voirie. Ces derniers sont entretenus de manière plus extensive par une fauche tardive à part sur quelques zones de chemins fauchées régulièrement afin de pouvoir s'y promener.
- le **focus 2** est composé d'un parc urbain accueillant quelques zones arborées (avec quelques espèces exotiques envahissantes de type arbres à papillons, robinier faux-acacia ou renouée du Japon) et une zone de prairie pouvant être intéressante pour la faune.

- le **focus 3** est composé d'une zone de prairies plus naturelles au niveau du parking des tritons et de prairies d'espaces de loisirs présentes dans le lycée Malherbe. Longeant la voirie, on retrouve également une zone d'espaces verts ainsi que des alignements d'arbres et arbustes en contexte urbain.
- le **focus 4** est composé de deux alignements d'arbres entre les voiries (route et trottoirs). Au nord de la voirie est retrouvé un parc urbain arboré ainsi que des petits espaces verts à l'ouest et à l'est.
- le **focus 6** est composé d'espaces verts en contexte urbain fauchés tardivement, de fourrés et friches anthropiques ainsi que d'une zone de dépôts rudéraux au sud. Des individus d'arbres à papillons (espèce invasive) sont notamment observés çà et là sur ce focus. Quelques prairies d'espaces de loisirs (accueillant des espèces d'orchidées) et servant ponctuellement de parkings (pour les matchs du SM Caen) se retrouvent au nord de ce focus.
- le **focus 7** est situé au niveau de l'EPSM de Caen et est composé de petits parcs urbains plus ou moins entretenus. La partie ouest est très entretenue car elle accueille toujours des patients tandis que la partie est est entretenue de manière moins fréquente ; cela permet donc une flore plus diversifiée de se développer.

Diagnostic des haies

Un diagnostic des haies a été réalisé et il en ressort les catégories suivantes :

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

Typologie	Longueur	%
Alignements d'arbres à houppiers libres	160	1,1%
Alignements d'arbres	11300 m	78%
Haies ornementales plantées	100 m	0.7%
Haies arbustives taillées	900 m	6.2%
Total	14460 m	100%

L'analyse des haies nous montre que la plupart de ces linéaires sont en réalité des alignements d'arbres (80% des haies), distants les uns des autres et souvent d'essence ornementale (Cf. C.3.2.3Diagnostic des arbres). Ces alignements ont une très faible valeur écologique car ne proposent que très peu de nourriture et seulement les oiseaux d'une certaine taille peuvent éventuellement y nicher (pigeons, tourterelle turque, choucas des tours, corneille noire, corbeau freux, pie bavarde). Très peu de nid y ont été noté (seulement pour des espèces non protégées), et aucune cavité pouvant servir de gîte à chiroptères n'a été observée.

Les alignements d'arbres et les haies de l'aire d'étude ne constituent donc pas d'habitats potentiellement favorables à la reproduction d'espèces protégées.

Par ailleurs, ils ne constituent pas des corridors écologiques constitutifs de la trame verte et bleue urbaine à l'échelle de la ville de Caen (cf. paragraphe B.2.3**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Synthèse de l'intérêt des habitats biologiques

Les formations végétales caractérisant les principaux habitats dans le périmètre d'étude ne montrent pas un intérêt écologique particulier en eux-mêmes. Il s'agit de zones urbaines essentiellement avec quelques habitats plus « naturels » de type parcs arborés, espaces verts ou prairies. Aucun habitat ne correspond à un habitat d'intérêt communautaire, que ce soit dans les focus d'étude ou le long de l'ensemble du tracé.

De plus, aucun habitat caractéristique de zone humide n'a été observé sur le tracé mais la proximité d'une zone humide importante (la Prairie) est réelle et doit être prise en compte pour éviter les impacts indirects sur cette zone sensible.

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

Les haies sont essentiellement représentées par des alignements d'arbres : l'intérêt principal repose sur la trame de déplacement qu'elles peuvent caractériser (pour les oiseaux et les chiroptères principalement). **Elles ne représentent pas un habitat d'intérêt pour des espèces protégées**.

Ainsi, les inventaires flore et faune vont permettre d'apprécier plus en détail le niveau d'attractivité et d'intérêt des différents habitats.

L'enjeu lié aux habitats peut être défini comme « faible » globalement et « moyen » en ce qui concerne la zone humide de la Prairie.



Figure 39. Voirie et voie de bus (E. Morin)



Figure 40. Focus 2 en mai 2023 (C. Leclerc)



Figure 41. Petit parc (E. Morin)



Figure 42. Prairie d'espace de loisirs dans le lycée Malherbe (C. Leclerc)



Figure 43. Petit parc dans l'hôpital (E. Morin)



Figure 44. Parking de la Maladrerie (E. Morin)



Figure 45. Focus 2 en juillet 2023 (C. Leclerc)



Figure 46. Piste cyclable et piétonne avec alignement d'arbres (E. Morin)



Figure 47. Prairie, canal et alignement d'arbres au parking des tritons (C. Leclerc)



Figure 48. Espace vert dans l'hôpital (E. Morin)



Figure 49. Espace vert en contexte urbain (E. Morin)



Figure 50. Espace vert sur échangeur (C. Leclerc)



Figure 51. Espace vert en contexte urbain (C. Leclerc)



Figure 52. Prairies d'espaces de loisirs boulevard Georges Pompidou (C. Leclerc)



Figure 53. Voiries et alignements d'arbres (E. Morin)



Figure 54. Jardin ornemental (E. Morin)



Figure 55. Site urbain désaffecté au niveau de la Presqu'Île (E. Morin)



Figure 56. Voies de tramway actuelles (E. Morin)



Figure 57. Canal et espace vert urbain en fin de ligne de tramway actuelle (E. Morin)



Figure 58. Parking arboré (E. Morin)



Figure 59. Carte des habitats (Saint-Contest – Colline aux oiseaux - Chemin Vert - Molière)



Figure 60. Carte des habitats (Chemin Vert – Molière - Stockholm - Dunois)



Figure 61. Carte des habitats (Pompidou – Beaulieu - Stade d'Ornano)



Figure 62. Carte des habitats (Haie Vigné - Caponière et Stade d'Ornano - Detolle)

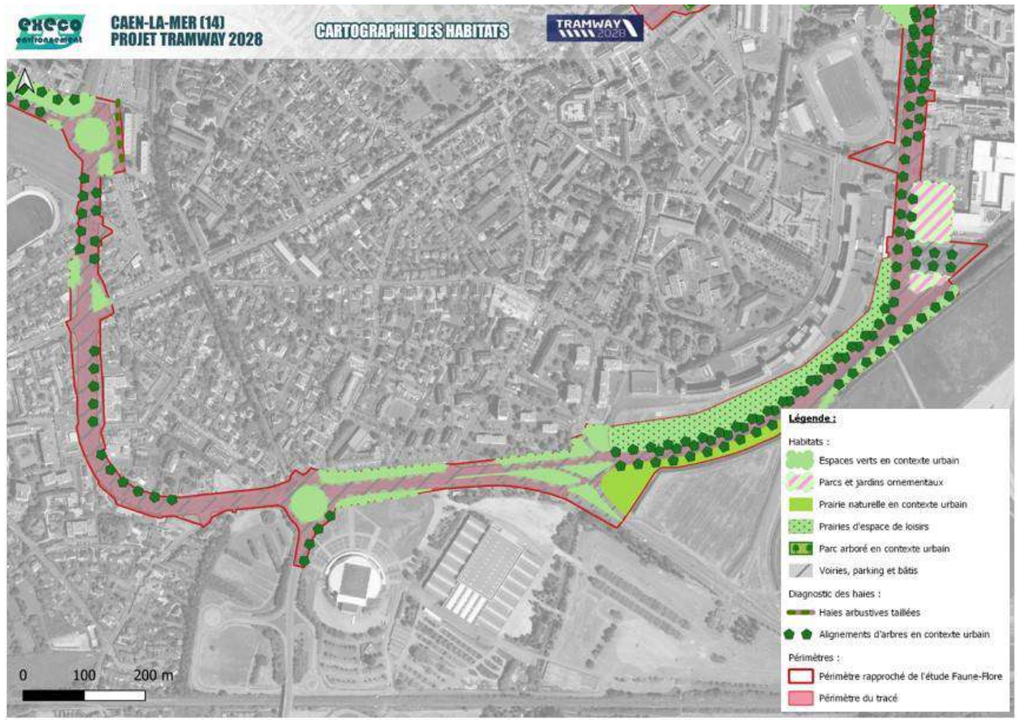


Figure 63. Carte des Habitats (Detolle – Venoix – Zénith - Prairie)

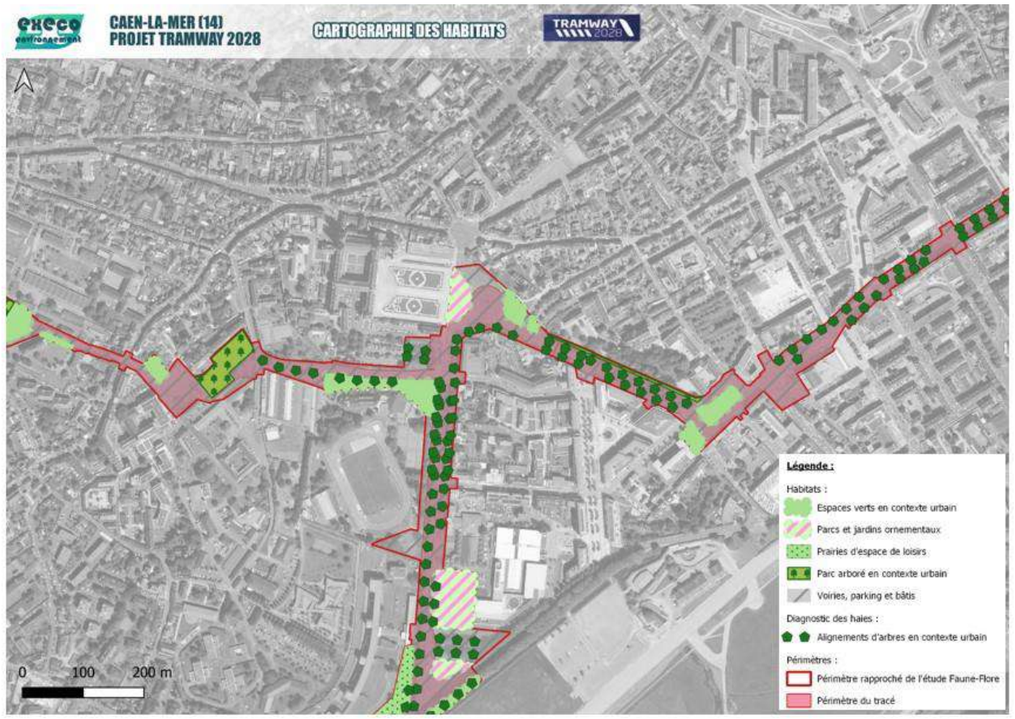


Figure 64. Carte des habitats (Caponière – Hôtel de Ville – Théâtre et Prairie)

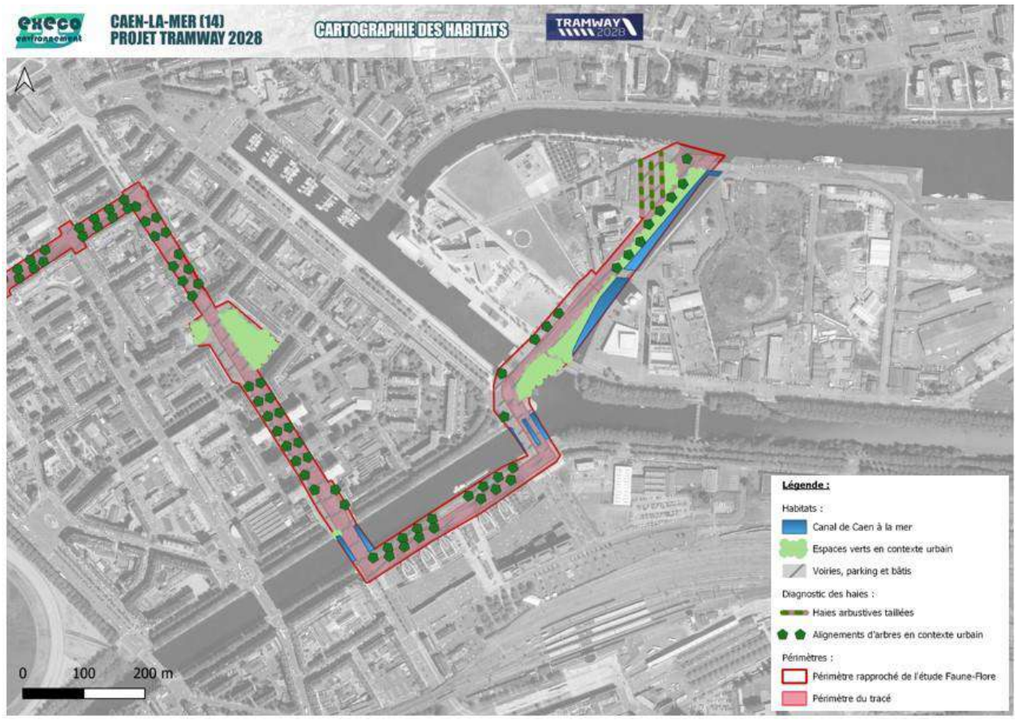


Figure 65. Carte des habitats (Bernières – Résistance St-Jean - Quai de Juillet - Gare Rives de l'Orne - Presqu'île)

C.3.2.2. *Flore*

Diversité

La diversité floristique à l'échelle de la zone d'étude est de 220 taxons (espèces ou sous-espèces, cf. liste en annexe) ce qui est une diversité assez bonne compte tenu de la faible diversité d'habitats dits « naturels » inventoriés sur le périmètre d'étude.

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

Protection

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

Menace

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

Rareté

En examinant les espèces rentrant dans les catégories assez rares à très rares dans la région selon les statuts établis par le Conservatoire Botanique National de Brest et datant de 2010, cela concerne 17 espèces recensées :

- une espèce notée « rare » : le torilis noueux (*Torilis nodosa*) observé assez régulièrement sur les prairies ou espaces verts au niveau des échangeurs du chemin vert, dans le parc de l'hôpital ou autres zones prairiales proches des feux tricolores notamment au niveau du parking des tritons (focus 3). Caen et ses environs sont le secteur préférentiel de rencontre de l'espèce.
- 16 pour la catégorie « assez rare » (AR) : la canche caryophyllée (*Aira caryophyllea*), le géranium pourpre (*Geranium purpureum*), l'orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), le millepertuis androsème (*Hypericum androsaemum*), la Mauve à feuilles rondes (*Malva neglecta*), la matricaire maritime (*Tripleurospermum maritimum*), l'ophrys abeille (*Ophrys apifera*), la renoncule sarde (*Ranunculuis sardous*), la réséda jaune (*Reseda lutea*), la sauge verveine (*Salva verbenaca*), l'orpin âcre (*Sedum acre*), l'orpin blanc (*Sedum album*), la rubéole des champs (*Sherardia arvensis*), le trèfle des champs (*Trifolium arvense*), la vulpie queue-d'écureuil (*Vulpia bromoides*) et la vulpie queue-de-rat (*Vulpia myuros*).

Espèces exotiques envahissantes

Globalement, 16 des espèces recensées figurent parmi les différentes catégories de la liste régionale des plantes exotiques envahissantes de Basse et Haute Normandie parue en 2019, plus précisément dans les sous-catégories suivantes indépendamment de l'expression du caractère invasif plus localement :

- 6 espèces notées « IA : invasives avérées » :
  - l'arbre à papillons (*Buddleja davidii*) observé çà et là dans les focus 2, 3 (sous la forme d'un fourré anthropique), 6 et 7 mais également hors focus,
  - le cytise faux-ébénier (*Laburnum anagyroides*) observé hors focus dans un bosquet anthropique (donc individu probablement planté),
  - le laurier palme (*Prunus laurocerasus*) observé dans les focus 1, 2, 6 et 7 sous la forme d'individus échappés des jardins et se développant,
  - la renouée du Japon (*Reynoutria japonica)* a été observée dans les focus 2, 3, 5 et également hors focus,
  - le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) inventorié dans les focus 2 plantés dans les haies bordant la zone, 3 mais également hors focus sous forme planté ou échappé des jardins,
  - le séneçon du cap (*Senecio inaequidens*) observé çà et là dans les focus 2, 5, 6 mais également hors focus.
- 3 espèces notées « IP : invasives potentielles » :
  - l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) observé dans les zones arborées ou plantées au niveau des focus 1, 2, 3, 5, 6 et hors focus,
  - l'herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*) inventorié dans le focus 3 sous la forme de repousses échappées des jardins,
  - la vergerette de Sumatra (*Erigeron sumatrensis*) observé hors focus.
- 7 espèces notées « V : veille » :
  - le marronnier (*Aesculus hippocastanum*) observé sous la forme d'individus plantés dans le focus 3 et hors focus,
  - l'ail triquètre (*Allium triquetrum*) inventorié dans le focus 4,
  - le brome purgatif (*Bromus catharticus*) noté dans le focus 3,
  - la vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) observée hors focus,
  - la vergerette à fleurs nombreuses (*Erigeron floribundus*) observée dans les focus 5 et 7,
  - le galinsoge cilié (*Galinsoga quadriradiata*) noté dans le focus 7,
  - la passerage drave (Lepidium draba) inventoriée dans les focus 3, 6 et hors focus.

Bilan floristique

La diversité floristique apparaît dans l'ensemble assez bonne malgré une faible diversité d'habitats représentés.

Au regard des différents statuts**, aucune espèce** ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité même si le torilis noueux est rare à l'échelle bas-normande. Il est bien plus fréquent sur Caen et ses environs. L'enjeu lié aux espèces floristiques patrimoniales est **« faible »**.

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

Pour ce qui est de la problématique des espèces exotiques envahissantes, c'est parmi les « invasives avérées » que l'attention lors de la phase de travaux doit se porter en priorité afin de limiter les risques de dissémination. Les risques pressentis comme les plus importants concernent l'arbre à papillons, la renouée du Japon et le séneçon du Cap.

Excepté l'aspect « espèces exotiques envahissantes», il n'a pas été mis en évidence d'enjeu floristique particulier dans la zone d'étude. L'enjeu lié aux espèces exotiques envahissantes est défini comme « moyen ».



Figure 66. Prospection d'une pelouse proche du parking des Tritons (E. Morin)

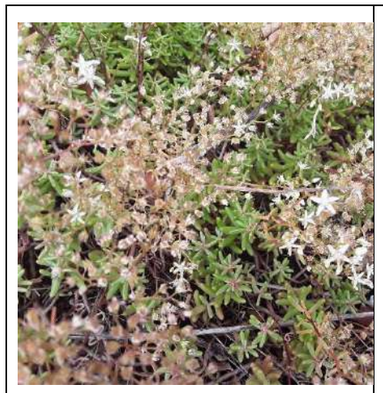


Figure 67. Sedum album (C. Leclerc)



Figure 68. Sedum acre (C. Leclerc)



Figure 69. Senecio inaequidens (C. Leclerc)



Figure 70. Reynoutria japonica (C. Leclerc)



Figure 71. Buddeja davidii (C. Leclerc)



Figure 72. Cortaderia selloana (C. Leclerc)



Figure 73. Robinia pseudoacacia (C. Leclerc)



Figure 74. Repousse de Reynoutria japonica (C. Leclerc)



Figure 75. Prunus laurocerasus (C. Leclerc)

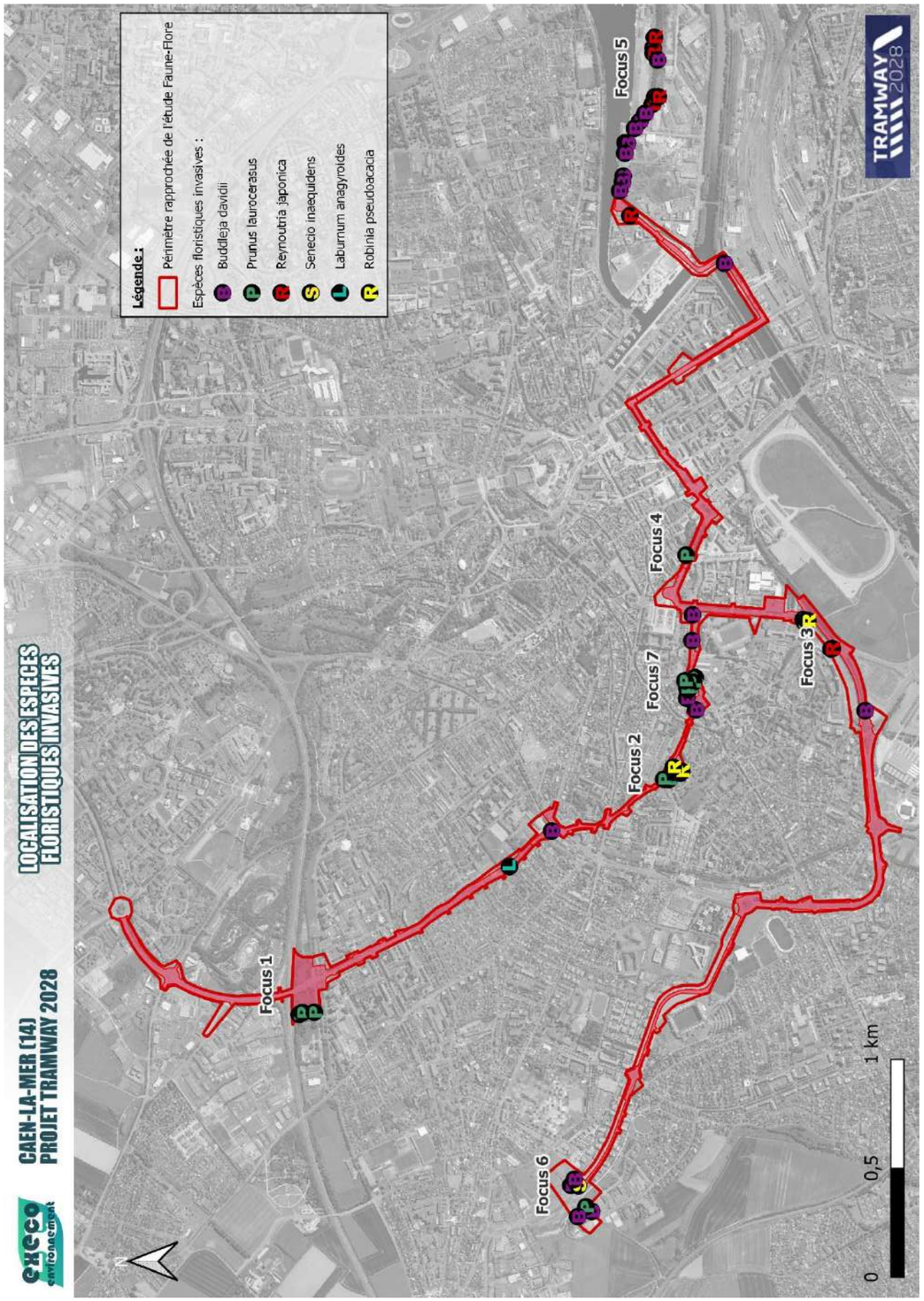


Figure 76. Carte de la flore invasive

C.3.2.3. *Diagnostic des arbres*

Outre le caractère qualitatif du paysage urbain, les arbres sont essentiels pour le maintien d'une biodiversité urbaine. Ils permettent de constituer l'architecture des corridors biologiques, de favoriser la présence de très nombreuses espèces végétales et animales par son rôle de refuge, de lieu de nidification, de source de nourriture, permet la production de sols et d'oxygène, …

C'est pourquoi ils ont été le sujet d'une attention particulière dans cette étude. **Chaque arbre situé sur le périmètre d'étude et plus particulièrement ceux situés sur le tracé du projet, a été observé et analysé d'un point de vue écologique à chacune des campagnes** : la présence ou l'absence de nid (d'oiseaux, d'écureuil,…) et de cavité ont été relevées.

Aucun arbre n'a présenté de cavité pouvant représenter un gîte à chiroptère ou de nid d'oiseaux. Certains nids de pigeons ou de tourterelle turque ont été observés mais ces espèces ne sont pas protégées et ne représentent donc pas un enjeu particulier.

En parallèle, un diagnostic phytosanitaire a été réalisé par ONF Vegetis en 2023. Ces études portent sur 1024 sujets réparties en 56 essences. Les espèces les plus représentées sont l'arbre aux quarante écus (*Ginko biloba*) (22%), le tilleul commun (*Tilia cordata*) (22%) et le platane à feuilles d'Erable (*Platanus x acerifolia*) (20%). Ces 3 espèces sont des espèces horticoles, planté principalement pour leur valeur paysagère. Ecologiquement, elles ont une valeur moyenne à faible car ne représentent pas une source de nourriture idéale pour les oiseaux, ne permet pas ou peu la formation de cavité favorable aux chiroptères et oiseaux, et sont donc assez peu fonctionnelles en elle-même pour la faune urbaine par rapport à des essences autochtones.

Le diagnostic phytosanitaire préconise l'abattage de 18 sujets pour des raisons de sécurité et sanitaires.

Il est ici rappelé que certains arbres sont inscrits au PLU en tant qu'arbres remarquables, et bénéficient donc d'une protection. Ces arbres concernés par le projet se trouvent sur la place Gambetta : un platane ayant pour statut « arbre de la libération » (valeur historique) et un marronnier (valeur paysagère).



Figure 77. Emplacement des arbres remarquables potentiellement impactés par le projet

Aucun des arbres présent sur le périmètre de l'étude (incluant tout le tracé et ses abords) 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.

L'enjeu pour les arbres présents à proximité du tracé est donc « faible » dans sa globalité mais peut être « moyen » ponctuellement comme support de la trame verte urbaine.

C.3.2.4. *La trame verte*

La trame verte urbaine est notoirement très dense à Caen d'après l'observatoire des villes vertes dont le dernier palmarès (2023) classe la ville à la 7ème place (sur 50) des villes les plus vertes de France (https://www.observatoi-revillesvertes.fr/le-palmares-2023/). Cependant, cette trame urbaine de Caen, de par sa nature très anthropisée, remaniée par l'homme et défavorable aux éléments naturels, ne présente pas de corridor ou de réservoir de biodiversité notable. Elle peut même être représentée comme une zone d'obstacle pour certaines espèces.

Les investigations de terrain dans l'aire d'étude du projet n'ont pas permis de recenser de déclinaison locale de la trame verte :

- Les alignements d'arbres de l'aire d'étude sont constitués d'individus éloignés les uns des autres, sur des voiries éclairées la nuit ; et ce dans un contexte de ville très arborée, avec une micro-trame verte et une trame noire denses.
- Seuls deux alignements d'arbres ont été identifiés comme corridors empruntés par les chiroptères et l'avifaune :
    - L'alignement d'arbres du boulevard Bertrand, qui longe le parc de la préfecture et constitue donc une lisière d'un corridor plus large ;
    - L'alignement d'arbres du boulevard Guillou, le long du site inscrit de la Prairie, qui constitue également une lisière d'un corridor plus large.

De la même façon, dans ce contexte urbain où l'aire d'étude est constituée de voiries assez minérales et éclairées au sein d'un environnement plus vert et moins éclairé la nuit, les haies inventoriées n'ont pas été identifiées comme des corridors écologiques intéressants. Le potentiel écologique de ces haies, rapporté à un contexte environnant plus riche, n'est pas avéré. Dans l'absolu, ces haies permettent le déplacement des espèces ; elles sont cependant environnées d'une végétation plus riche hors voirie.

L'analyse par infrarouge et par inventaire de terrain de la trame verte et bleue locale montre que l'aire d'étude ne fait que longer des trames présentes au sein de l'agglomération sans être elle-même constitutive de la trame verte et bleue.

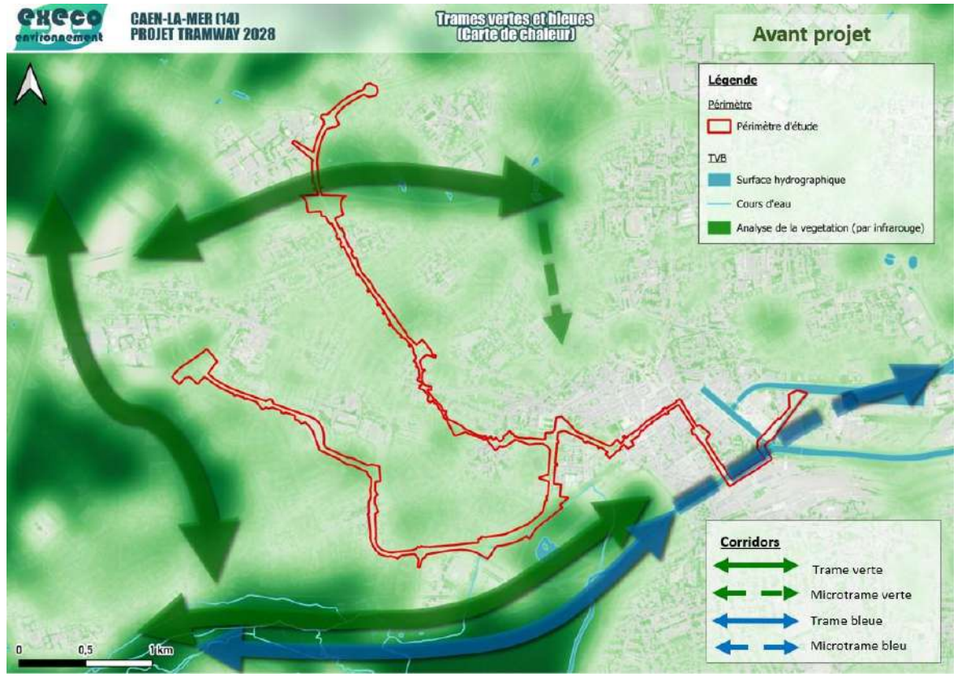


Figure 78. Trames vertes et bleues (carte de chaleur)

C.4. Expertise faunistique

C.4.1. Méthodologie des inventaires faunistiques

C.4.1.1. *Oiseaux*

Les investigations de terrain du point de vue qualitatif mettent en œuvre des observations directes d'individus à vue, à l'œil nu et aux jumelles ainsi qu'à l'oreille. Ces observations se font, d'une part, lors de **parcours itinérants en se déplaçant sur l'ensemble du tracé** (ensemble de l'aire d'étude), et d'autre part, sur **des points fixes (au focus) via des protocoles de type IPA** (Indice Ponctuel d'Abondance) afin d'échantillonner des zones à plus fort intérêts en période de nidification.

Les observations notées concernent également les signes de présence tels que plumes, nids, coquilles d'œufs, pelotes de rejection, fientes, empreintes. Les pelotes de rejection sont d'ailleurs un bon indice pour appréhender la fréquentation du site par les rapaces nocturnes en complément des écoutes nocturnes et, de par l'examen de leur contenu, cela renseigne sur les populations de micromammifères chassés.

Les types de contact (individu isolé, couple, poussin…) sont indiqués pour pouvoir évaluer la nature de la fréquentation du site selon la période d'inventaire considérée (nidification, hivernage, migration). Les observations portant sur des espèces à statut patrimonial font l'objet d'une précision plus forte en termes de localisation et de quantification des effectifs. Lors des campagnes de reproduction (printemps et été), un « code atlas nicheur » est attribué à chaque espèce. Ce code est un outil utilisé par les atlas des oiseaux nicheurs (régionaux ou nationaux) et permet d'être plus précis dans la caractérisation de la reproduction des espèces sur un site ou une maille standardisée d'un atlas. Les codes atlas disponibles sont standardisés et suivent l'architecture classique : nicheur possible (codes 2 à 3), nicheur probable (codes 4 à 10), nicheur certain (codes 11 à 19). Le code atlas le plus élevé observé sera celui qui sera retenu pour chaque espèce.

C.4.1.2. *Mammifères*

- ***Mammifères non chiroptères***

Les grands et moyens mammifères sont recensés lors de **parcours itinérants en se déplaçant sur l'ensemble du tracé** avec des observations directes d'individus à vue à l'œil nu et aux jumelles, des moyens indirects de type auditif ou via des relevés d'indices de présence tels que des empreintes, des coulées, des passages préférentiels, des reliefs de repas, des fèces, des terriers… Pour les micromammifères, cela repose notamment sur la recherche puis l'examen du contenu de pelotes de réjection de rapaces nocturnes. Des prospections nocturnes ont été réalisées deux fois sur tous les focus, durant les deux campagnes de printemps.

- ***Mammifères chiroptères***

Précisions sur le matériel

Pour ce type d'écoute, des enregistrements d'ultrasons sont réalisés grâce à un système de détecteur/enregistreur automatique, composé d'un boitier de modèle SM4BAT FS Wildlife Acoustics raccordé à un microphone SMM-U2 par un câble. Cet équipement est paramétré pour fonctionner durant toute la nuit plus une marge d'une heure par rapport au lever et au coucher du soleil. Ces appareils ont été posés au moins une nuit sur chaque focus (excepté le focus 5 écarté de l'étude) entre le printemps et l'automne. Afin de confirmer un résultat, les focus 3 et 4 ont été échantillonnés 2 fois.

Cette approche permet de caractériser assez précisément la diversité (nombre d'espèce) des chiroptères fréquentant la zone du point d'écoute.

Analyse via le logiciel SonoChiro®

Après chaque nuit d'enregistrement, les données au format WAV stockées sur cartes SD par le détecteur automatique sont transférées sur l'ordinateur. En une nuit, la quantité d'information récoltée peut être très importante.
De façon à réaliser un premier tri des données, celles-ci sont d'abord traitées par un logiciel spécialisé (SonoChiro®) qui attribue à chaque séquence un groupe d'espèces et une espèce avec un indice de confiance « espèce » (ISp) allant de 0 à 10. Plus l'indice de confiance est haut, plus il y a de probabilité que la détermination de l'espèce et du groupe d'espèces soit juste. Les taux d'erreur d'identification sont variables selon les groupes d'espèces. Par exemple, ils sont faibles pour le genre *Pipistrellus* et très élevés pour le genre *Myotis*.

Validation de l'espèce ou du groupe d'espèces

La vérification d'enregistrements résultant du traitement automatique réalisé par SonoChiro® est indispensable. Un observateur confirme donc les groupes d'espèces et espèces manuellement à l'aide du logiciel Chirosurf® pour la prise de mesures et l'utilisation du manuel d'écologie acoustique des chiroptères d'Europe. Les vérifications ne pouvant pas être réalisées pour l'ensemble des enregistrements, le protocole ci-après est suivi :

- ✓ un contact par espèce identifiée par SonoChiro® est vérifié : celui qui a récolté l'indice de confiance « espèce » (ISp) le plus fort et qui, par conséquent a le plus de chance d'appartenir à l'espèce. Soit l'identification de SonoChiro® est juste, l'espèce est alors bien présente, soit SonoChiro® a fait une erreur et l'espèce peut alors être jugée absente.
- ✓ par prudence et souci d'exhaustivité, quand cela est possible, au total ce sont au minimum 3 fichiers correspondant aux valeurs d'indice les plus fortes qui sont vérifiés pour valider l'espèce.

Quantification de l'activité

La quantification de l'activité est réalisée pour les chiroptères ayant pu être déterminés à l'espèce. Le but consiste à trouver la limite de valeur d'indice de confiance à partir de laquelle les déterminations automatiques réalisées par le logiciel SonoChiro® ne sont plus fiables.
Pour chaque espèce, 2-3 séquences ayant l'indice de confiance le plus bas sont vérifiées afin de confirmer si le logiciel s'est trompé ou non pour cet indice.
Si la prédiction est bonne, l'ensemble des séquences au-dessus de cet indice sont validées. Si la prédiction est mauvaise, l'analyse se poursuit sur des indices de confiance intermédiaires jusqu'à arriver à un indice de confiance « seuil » où l'on considère qu'il y a 100% d'attribution à la bonne espèce par le logiciel SonoChiro®.
Une fois la "limite de fiabilité"" repérée (valeur d'indice au-dessous de laquelle les déterminations sont douteuses), on valide toutes les séquences ayant un indice supérieur.

Détermination des niveaux d'activité

Dans le cadre de cette étude, le référentiel National Vigie-Chiro (2020) porté par le Muséum National d'Histoires Naturelles de Paris (MNHN) a été utilisé. Cette grille est communément utilisée pour évaluer le niveau d'activité des chiroptères sur un site donné et présente un niveau de confiance « très bon » pour la majorité des espèces. Elle permet d'évaluer le niveau d'activité d'une espèce en comparant le nombre de contacts enregistrés sur une nuit (protocole « point fixe »). Lorsque l'analyse est réalisée sur deux nuits consécutives, alors la moyenne des deux est retenue.

Activité mesurée	Niveau d'activité
Activité < Q25 %	Faible
Q25 % < Activité < Q75 %	Modéré
Q75 % < Activité < Q98 %	Fort
Activité > Q98 %	Très fort

Limite méthodologique

Même si ce type de matériel est récent et performant, il faut cependant noter que la détectabilité des espèces présente des différences marquées. Par exemple, les pipistrelles sont détectables en moyenne à 25 m tandis que les rhinolophes le sont à moins de 10 m (Barataud M., 2020).
L'utilisation de détecteur d'ultrasons offre des résultats qui sont à relativiser en fonction des distances de détectabilité et des milieux dans lesquels évoluent les différentes espèces concernées. En effet, dans des milieux

encombrés, en présence de parasites ou avec des paramétrages sensibles destinés à détecter des signaux lointains et/ou faibles, la qualité des sons enregistrés ne permet pas systématiquement une analyse bioacoustique fiable. De même, certaines espèces sont difficilement indentifiables ou différenciables, comme les murins. Néanmoins, même si les contacts enregistrés ne peuvent conduire à une détermination spécifique, ils traduisent un niveau de fréquentation du site.

Il est également important de noter que, comme le précise l'auteur du livre « Ecologie acoustique des *chiroptères* d'Europe », le recours à un référentiel standard pour juger de l'abondance d'activité des chiroptères peut présenter certains biais, notamment liés à la zone géographique, à l'habitat, à la saison, au type de matériel de détection... Par exemple :

- les abondances d'activité et les richesses spécifiques sont très différentes entre les forêts fraîches et les forets méridionales ;
- les milieux ouverts secs (prairies, landes, cultures) ont en moyenne 3 à 5 fois moins d'activité que les milieux forestiers ;
- les plantations de résineux ou de peupliers ont 2 à 3 fois moins d'activité que les forêts sub-naturelles ;
- jusqu'à mi-juillet seuls les adultes sont contactés, puis le nombre de chiroptères augmente de 40 à 60 % avec l'arrivée des juvéniles ;
- certains types d'activité, comme les chants sociaux peuvent générer un nombre très important de contacts…

Dans le cadre de la recherche de gîte potentiel, les arbres et les structures urbaines ont été étudiés : l'ensemble du tracé à fait l'objet d'une prospection itinérante.

C.4.1.3. *Reptiles*

Les investigations de terrain reposent sur le parcours de la zone d'étude en saison favorable et dans de bonnes conditions climatiques. Elles procèdent d'observations directes effectuées de manière discrète pour ne pas faire fuir les individus en phase d'insolation parmi les habitats d'exposition les plus favorables (talus, lisières, murets…) mais aussi de recherches d'indices tels que mue de serpent. Elles sont également accompagnées d'examens parmi des caches potentiellement favorables telles que des abris dans des anfractuosités ou bien aussi sous des substrats artificiels tels que des plaques diverses… Les observations effectives sont localisées, qualifiées (adultes, jeunes) et quantifiées. **L'ensemble du tracé à fait l'objet d'une prospection itinérante.**

En complément, il est également mis en œuvre la technique de mise en place volontaire initiale d'un ensemble de « plaques-abris à reptiles » qui sont relevées lors des campagnes de terrain ultérieures, notamment sur les focus 1, 3 et 5 Quatre plaques au total ont été mises en place.

C.4.1.4. *Amphibiens*

Les investigations pour ce groupe sont de trois types :

- la recherche de sites potentiels de reproduction (mares, fossés, ornières, plans d'eau, bassins…). Ces sites sont prospectés en journée durant la période favorable avec des observations directes visuelles, des écoutes et, le cas échéant, des captures temporaires et ponctuelles au filet troubleau le temps de l'identification *in situ* (avec une attention particulière au nettoyage du troubleau face au risque de propagation de maladie telle que les chytrides). Selon les enjeux ou la plus ou moins grande facilité de prospection en journée, des prospections complémentaires en début de nuit durant la période favorable sont mises en œuvre avec les mêmes modalités techniques. Les observations effectives sont qualifiées avec le nom de l'espèce, si possible le sexe, le stade de développement (pontes, larves, têtards…) et quantifiées (effectifs réels ou classes d'effectifs),
- la recherche de sites de repos potentiels (estivages et/ou hivernages) par l'examen des habitats potentiels favorables offrant des caches par exemple parmi des tas de bois ou des souches, des anfractuosités ou des cavités...,
- les observations d'individus en migrations pré ou postnuptiales ou en simple transit lors du parcours général de terrain de la zone d'étude.

L'ensemble du tracé à fait l'objet d'une prospection itinérante avec une attention particulière lorsqu'il y avait des zones en eau (exemple du focus 3, la zone de la Prairie).

C.4.1.5. *Entomofaune*

Pour ce groupe, une prospection itinérante s'est effectuée sur l'ensemble du tracé. Il n'y a pas eu de méthode d'inventaire différente entre les focus et l'ensemble de l'aire d'étude.

- ***Lépidoptères***

Les investigations portent essentiellement sur les rhopalocères dits « papillons de jour » complétées par la recherche en journée de quelques hétérocères dont l'écaille chinée qui est une espèce à statut particulier. Elles ont lieu en saison favorable et reposent sur le parcours de la zone d'étude avec des observations directes visuelles et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons le temps de l'identification *in situ*. Les investigations concernent majoritairement des adultes mais les chenilles sont également notées et identifiées *in situ* ou sur photographie quand des critères de détermination fiables sont présents.

- ***Orthoptères et groupes proches (phasmes, mantes)***

Les investigations reposent sur le parcours de la zone d'étude avec des observations directes visuelles, des écoutes pour les espèces stridulantes et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons ou via un filet fauchoir le temps de l'identification *in situ*. Le recours au filet fauchoir renforce si besoin la détectabilité des espèces présentes en effectifs plus limités dans des milieux herbacés favorables.

- ***Odonates***

Les investigations pour ce groupe sont de deux types :

- la recherche d'exuvies dans les habitats aquatiques et leurs bordures si ce type d'habitat est représenté. L'exuvie d'une espèce est le meilleur témoin de son autochtonie sur le site considéré. Des exuvies sont collectées pour une identification au laboratoire du bureau d'études à l'aide d'ouvrages spécifiques et de matériel adapté de type loupe binoculaire,
- le parcours de la zone d'étude intégrant une focalisation plus poussée au niveau des milieux aquatiques avec des observations directes à vue et ponctuellement la capture temporaire au filet à papillons le temps de l'identification *in situ* pour les adultes volants. Les observations sont qualifiées : sexe, comportement (vol, tandem, ponte…).

- ***Coléoptères saproxylophages patrimoniaux***

Les investigations privilégient les quatre espèces suivantes : <u>lucane cerf-volant, rosalie des Alpes, grand capricorne et pique-prune</u>. L'état des connaissances bibliographiques sur ces espèces permet de cerner les aires de répartition et les potentialités globales de présence dans la zone d'étude. Deux types d'investigations sont mises en œuvre sur le terrain :

- les observations directes visuelles d'individus au niveau de leur habitat préférentiel (troncs d'arbres) ou de manière opportuniste lors du parcours de la zone d'étude,
- la recherche d'existence d'habitats larvaires favorables tels que la présence de terreau parmi des cavités dans des troncs d'arbres par exemple pour le lucane cerf-volant ou le pique-prune, la présence des indices dont l'ancienneté est à apprécier tels que des trous d'émergence sur les troncs de la plante-hôte pour le grand capricorne.

C.4.2. Résultats

C.4.2.1. *Oiseaux*

Présentation

Ce groupe biologique fait l'objet de plusieurs campagnes d'investigations de terrain durant les différentes périodes d'activités : reproduction, hivernage et migration. Il faut savoir que, selon les espèces, il peut y avoir un recouvrement partiel.

La période de reproduction est reconnue comme particulièrement sensible. Elle s'étale globalement entre la mi-mars et la mi-août, ce qui se traduit d'ailleurs par la préconisation de l'OFB (Office Français de la Biodiversité) de ne pas tailler les haies ni d'élaguer les arbres durant celle-ci. Sur les différentes campagnes de terrain effectuées, celles du 20-21 avril (C2), du 25-26 mai (C3) et du 5 juillet 2023 (C4) se placent durant cette période sachant que les campagnes C2 et C3 correspondent aux périodes préconisées pour la réalisation des IPA.

Campagnes	Dates	Période
1	02/02/2023	Hivernage
2	20-21/04/2023	Migration printanière et nidification
3	25-26/05/2023	Nidification
4	05/07/2023	Nidification (fin)
5	22/09/2023	Début de migration automnale

Les observations ont été effectuées sur l'ensemble de la zone d'étude. Les focus définis en début d'étude ont fait l'objet d'investigation plus poussées tel que des points d'écoute type IPA (Indice Ponctuel d'Abondance). Les milieux investigués se répartissent en plusieurs catégories :

- Des voies de circulation (rues, boulevards, avenues…) n'offrant que peu de sol végétal mais ponctuellement des arbres en alignement, pour beaucoup d'essences non indigènes (Ginkgo biloba, platanes…).
- Des parcs entretenus formant des ilots de végétations à travers la trame urbaine. La végétation y est souvent plantée, exotique ou très gérée, mais offre des refuges et une trame de déplacement pour les oiseaux.
- Des espaces plus « naturels » ou moins gérés. C'est le cas pour les zones en friches, les grandes étendues d'herbes fréquentées ponctuellement ou encore les zones semi-naturelle comme la Prairie.

Le tracé du projet en lui-même ne paraît pas présenter en première impression d'intérêt particulièrement élevé pour l'avifaune.

Diversité et cortèges principaux

A la faveur des différentes campagnes d'investigation, **ce sont 44 espèces d'oiseaux qui ont été recensées** (liste en annexe) sur l'ensemble du tracé. Les milieux remaniés ou en cours d'évolution (friches, fourrés,), les parcs arborés ou les zones moins fréquentées accueillent beaucoup d'espèces de passereaux des zones buissonnantes, des espèces ubiquistes, sédentaires dans nos régions mais aussi quelques espèces patrimoniales. Les espèces sédentaires les plus représentées sont le rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*), le pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) le merle noir (*Turdus merula*), la mésange bleue (*Parus caeruleus*) et le pouillot véloce *(Phylloscopus collybita*).

Diversité / focus	Focus 1	Focus 2	Focus 3	Focus 4	Focus 6	Focus 7	Hors Focus
Nombre d'espèces observées	**17**	**17**	**24**	**14**	**20**	**20**	**32**

Diversité / campagne	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Campagne 5
Nombre d'espèces observées	**24**	**28**	**28**	**28**	**21**

Evaluation patrimoniale

L'évaluation patrimoniale se réfère à des listes de statuts de patrimonialité (protection, menaces, rareté,…) dont certaines portent sur la saisonnalité de la biologie de l'espèce : nidification, migration ou hivernage. Ainsi, une espèce peut-être vulnérable en période de nidification mais non menacée en hiver. Ou encore, le statut de rareté est valable pour les espèces effectivement nicheuses dans la région.

L'évaluation patrimoniale va donc être développée en deux parties : d'une part, en analysant les statuts nicheurs des espèces observées en période de nidification, et d'autre part, en analysant les statuts migrateurs et hivernants des espèces observées en dehors de la période de nidification.

- ***Avifaune recensée durant la période de reproduction***

Sur l'ensemble des 44 espèces recensées, **41** l'ont été durant cette période même si cela ne signifie pas forcément que ces espèces sont effectivement nicheuses au niveau du périmètre d'étude. *Les 3 espèces observées hors période de nidification comprennent 2 espèces habituellement hivernantes ou migratrices (grives draine et litorne) dans la région, et une espèce qui pourrait potentiellement nicher sur le site de la Prairie (hors périmètre d'étude) : la bergeronnette des ruisseaux.*

Le premier filtre appliqué à cette liste d'espèces observées en période de nidification est le statut ayant le plus de valeur dans la législation française : la protection nationale et européenne. En termes de diversité, cela se rapporte à **29** espèces (les espèces non protégées recensées ici ne présentent pas d'autres statuts particuliers).

Deux espèces non protégées ont présenté des indices de nidification certaine : le canard colvert dans les fossés de la Prairie, et le corbeau freux sur des alignements d'arbres rue du Chemin Vert.

Afin de mieux définir l'intérêt des espèces recensées, il est effectué une première analyse dans le tableau ci-après pour déterminer leur statut de nicheur selon la grille suivante : simple observation, nicheur possible, nicheur probable, nicheur certain.

	Focus 1				Focus 2				Focus 3				Focus 4				Focus 6				Focus 7				Hors Focus				Commentaires
	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	C2	C3	C4	Tot	
Accenteur mouchet					2			1	2			1					2		1	2					2		1	2	Nidification possible
Bergeronnette grise										1	3	2													x			1	Nidification probable
Bouscarle de Cetti									2			1																	Nidification possible
Chardonneret élégant					3			1	3	2	3	3																	Nidification probable
Choucas des tours																									x	x		2	Nidification possible
Faucon crécerelle	x			1																									Nidification possible
Fauvette à tête noire	2			1									2			1									2			1	Nidification possible
Fauvette grisette																		2		1									Nidification possible
Gobemouche gris							3	1														7	1						Nidification probable
Goéland argenté	x	1		2							x	1	x			1						x	1			x		1	Nidification possible
Grand Cormoran									x			1																	Nidification possible
Héron cendré										x		1																	Nidification possible
Hirondelle de fenêtre										9		1																	Nidification probable
Linotte mélodieuse					x			1									3	4	4	3		x	1						Nidification probable
Martinet noir			1	1						x		1		x		1		x	x	2		1	1			x	1	2	Nidification possible
Mésange à longue queue									2			1													2			1	Nidification possible
Mésange bleue	2	3		2	2	1		2	3	6	2	3	2			1						1	1		x	1		2	Nidification probable
Mésange charbonnière	2	12		2	2		12	2		1	2	2	2	3	1	3									2		12	2	Nidification certaine en F1, F2 et HF
Mésange huppée		1	4	2											1	1													Nidification probable
Mésange noire																						3	1						Nidification probable
Moineau domestique																	3			1					2	2	x	3	Nidification probable
Mouette rieuse																						x	1						Nidification possible
Pinson des arbres	2		2	2	2	2	4	3	1	2	2	3	2	2		2	3			1		2	2	2	2	x		2	Nidification probable
Pouillot véloce					2			1	2			1	2			1	2			1			2	1	2	2	2	3	Nidification probable
Roitelet à triple bandeau			2	1																									Nidification possible
Rougegorge familier	2	2		2	2	2		2						2	2	2							2	1	2		2	2	Nidification probable
Rougequeue noir																							2	1					Nidification probable
Troglodyte mignon	2	2	7	3	2	2		2					2	2		2	2			1							2	1	Nidification probable
Verdier d'Europe					2			1																					Nidification possible
Totaux	8	6	5	**11**	10	4	3	**11**	8	8	6	**14**	7	5	3	**10**	6	3	3	**8**	0	1	11	**11**	11	7	7	**14**	

Figure 79. Tableau des 29 espèces protégées observée en période de reproduction et leurs indices de nidification

Un second niveau d'analyse va porter sur les espèces considérées comme nicheuses certaines et nicheuses probables. Le niveau d'enjeu « brut » retenu dans le tableau ci-après va alors dépendre des différents statuts de patrimonialité qui leur sont attachés : protection, menaces (listes rouges), déterminance de ZNIEFF et sensibilité à la fragmentation des Trames Verte et Bleue. Le niveau de nidification va être pris en compte pour permettre de définir un niveau d'enjeu « net ».

	Protection N	LR France	LR BN	Rareté BN	ZNIEFF BN	TVB BN	Enjeu brut	Nidification	Enjeu net
Bergeronnette grise	1	LC	LC	C			Faible	Nidification probable	Faible
Chardonneret élégant	1	VU	LC	C			Moyen	Nidification probable	Moyen
Gobemouche gris	1	NT	VU	C			Moyen	Nidification probable	Moyen
Hirondelle de fenêtre	1	NT	DD	C			Faible	Nidification probable	Faible
Linotte mélodieuse	1	VU	VU			X	Moyen	Nidification probable	Moyen
Mésange bleue	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Mésange charbonnière	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification certaine en F1, F2 et HF	Moyen
Mésange huppée	1	VU	VU	C			Moyen	Nidification probable	Moyen
Mésange noire	1	LC	LC	PC			Faible	Nidification probable	Faible
Moineau domestique	1	LC	NT	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Pinson des arbres	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Pouillot véloce	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible
Troglodyte mignon	1	LC	LC	CC			Faible	Nidification probable	Faible

Grâce à ces analyses, ce sont **5 espèces qui sont mises en évidence comme traduisant un enjeu local notable en période de reproduction**. Elles font l'objet d'une présentation plus développée ci-après et la localisation de leurs observations caractéristiques est reprise sur la carte (cf Figure 81).

Le **chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*) et la **linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*) ont été observés fréquentant les mêmes types d'espaces mais pas sur les mêmes focus. En effet, ces espèces patrimoniales font partie de la même famille, les fringillidés. Ils partagent donc certaines caractéristiques écologiques et notamment leur préférence pour les milieux ouverts buissonnants. Elles fréquentent aussi volontiers les zones enherbées (prairies après la fauche, friches) et les parcs et jardins. Au vu des effectifs et de la période des observations, il est fort probable que ces espèces soient nicheuses aux abords du site d'étude. Elles sont d'ailleurs notées comme nicheuses certaines dans la maille de l'atlas comprenant la ville de Caen (GONm, 2022). Elles ont été observées avec un indice de nidification probable (Comportement territorial (chant, querelles avec des voisins, etc.) observées sur un même territoire 2 journées différentes à 7 jours ou plus d'intervalle). Notons que ces 2 espèces sont des espèces « vulnérables » (VU) au niveau national et que la linotte mélodieuse est dite « sensible à la fragmentation des trames vertes et bleues ». L'enjeu pour ces espèces est « **moyen** ».

Le **gobemouche gris** (*Muscicapa striata*) est présent sur tout le territoire français mais en général avec de faibles quantités. Il est noté en net déclin sur le long terme en France, c'est pourquoi il présente un statut de nicheur « quasi menacé » (NT) dans la liste rouge des oiseaux nicheurs de France. En Normandie, cette espèce est peu fréquente, bien que répandue dans l'ensemble de la région. Elle est notée « vulnérable » (VU) au niveau régional et est notée comme nicheuse certaine dans la maille du site d'étude (GONm, 2022). Oiseau de plaine, le gobemouche gris semble dépendant de milieux lui assurant une importante ressource alimentaire, composée d'insectes volants. Il est en général lié aux arbres, du moment qu'ils ne sont pas en formation trop dense. Il s'est également adapté au voisinage de l'homme et peut fréquenter les parcs et jardins, jusqu'au cœur de villages (en Normandie, c'est le type de milieu où est présent l'essentiel de la population). C'est pourquoi, l'enjeu pour cette espèce est « **moyen** ». Il a été observé dans deux focus : le focus 7 (dans le parc de la résidence Sainte Bernadette non utilisé depuis plusieurs années) et dans le focus 2 (dans le jardin de la maison du Général) avec des indices d'une nidification probable (« Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction » et « Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte»). Ces deux espaces sont des parcs/jardins clos, interdit au public qui représentent donc des espaces calmes, arborés en partie d'espèces ornementales, mais gérés régulièrement.



Figure 80. Gobemouche gris dans le parc de la résidence Sainte Bernadette (E. Morin)

La **mésange charbonnière** (*Parus major*) est un oiseau plutôt forestier mais la plasticité de son écologie lui permet d'occuper toutes sortes de milieux arborés, naturels ou artificiels, parcs et jardins y compris en ville. Elle a été observée dans plusieurs focus mais surtout dans les focus 1 (l'échangeur du chemin vert) focus 2 (maison du Général) ainsi que hors focus (sur l'avenue Albert Sorel) avec des indices de nidification certaine (Jeunes fraîchement envolés). C'est une espèce protégée en France mais c'est aussi l'une des espèces les plus communes de nos jardins. Elle n'est pas menacée, ni au niveau régional ni au niveau national. C'est pourquoi, malgré une reproduction certaine dans plusieurs secteurs de la ville de Caen, l'enjeu pour cette espèce reste « **moyen** »

La **mésange huppée** (*Lophophanes cristatus*) est une espèce fortement liée aux conifères. L'espèce peut cependant fréquenter régulièrement d'autres habitats, notamment les boisements de feuillus et les plants de pommiers ; elle est alors dépendante de la présence de bois mort où elle peut se nourrir et exploiter les cavités pour sa nidification. En Normandie, elle niche de manière certaine dans l'ensemble des grandes entités boisées réparties dans les 5 départements. Elle est notée comme nicheuse certaine dans la maille du site d'étude (GONm, 2022). C'est une espèce protégée en France et considérée comme vulnérable (VU sur la liste rouge régionale et nationale). L'enjeu pour cette espèce est donc « **moyen** ». Elle a été observée dans le focus 1 (échangeur du chemin vert) avec un

indice de nidification probable (Comportement territorial (chants, querelles avec des voisins, etc.) observée sur un même territoire 2 journées différentes à 7 jours ou plus d'intervalle).

- ***Avifaune recensée hors de la période de reproduction***

Il s'agit en fonction de la date et de la nature des observations de déterminer si la zone d'étude est susceptible de présenter un intérêt en tant que site d'hivernage ou le cas échéant de situation sur un axe migratoire. Au niveau des espèces, le croisement des observations et de leur statut de patrimonialité permet de définir si certaines présentent un niveau d'intérêt notable à mettre en avant.

La mésange huppée et le pouillot véloce sont des espèces présentant un statut Vulnérable (VU) sur la liste rouge des espèces migratrice de Basse-Normandie (2012). Ils ont été observés à l'automne dans le focus 7 (pour la mésange huppée) et focus 3 et 4 (pour le pouillot véloce). Ces sites ne représentent pas particulièrement d'attrait pour une halte migratoire, car ils sont dans un contexte urbain et de surface réduite. Il est plus probable que ces individus soient des individus sédentaires. D'après le dernier atlas du GONm (2022), la mésange huppée est strictement sédentaire en Normandie, et les populations du pouillot véloce se portent bien depuis 20 ans en Normandie. L'enjeu retenu pour ces deux espèces est donc **faible**.

Bilan

C'est un **cortège d'espèces plutôt communes à très communes** qui a été observé sur le site. L'activité avifaunistique se concentre principalement dans les milieux arborés et arbustifs, dans les zones buissonnantes et de fourrés attirant les passereaux. Il faut noter **l'intérêt des parcs et jardins privés ou interdits au public** : ils représentent des zones plus tranquilles, en partie préservée de l'activité humaine. Ces espaces abritent une diversité notable et sont profitables à plusieurs espèces patrimoniales.

→ 30 espèces protégées inventoriées

Le tracé du projet ne représente dans ce contexte qu'un intérêt très localisé pour l'avifaune. En effet, certaines zones sont plus favorables à la fréquentation d'oiseaux. Les focus 1, 2 et 7 sont plus arborés et préservés en partie des activités humaines. C'est pourquoi ils accueillent certaines espèces à enjeu (Gobemouche gris, mésange charbonnière, mésange huppée, chardonneret élégant). Ces oiseaux restent communs à très communs dans la région et utilisent des milieux largement représentés au sein de l'agglomération caennaise. L'enjeu pour ce groupe vis-à-vis du projet est donc qualifié de « **moyen** ».

Rappelons qu'une espèce, la linotte mélodieuse, est sensible à la fragmentation des trames vertes et bleues. Au regard de son intérêt ainsi que d'autres espèces d'oiseaux (patrimoniales ou non), il est recommandé de conserver au maximum des linéaires écologiques de type haies arbustives ou espaces buissonnants.

De manière générale à titre préventif, il convient de rappeler qu'il est préconisé d'effectuer les travaux de défrichement hors période de reproduction (globalement de mi-mars à la mi-août) afin de limiter le dérangement et de ne pas risquer de porter atteinte à l'avifaune, patrimoniale ou non.

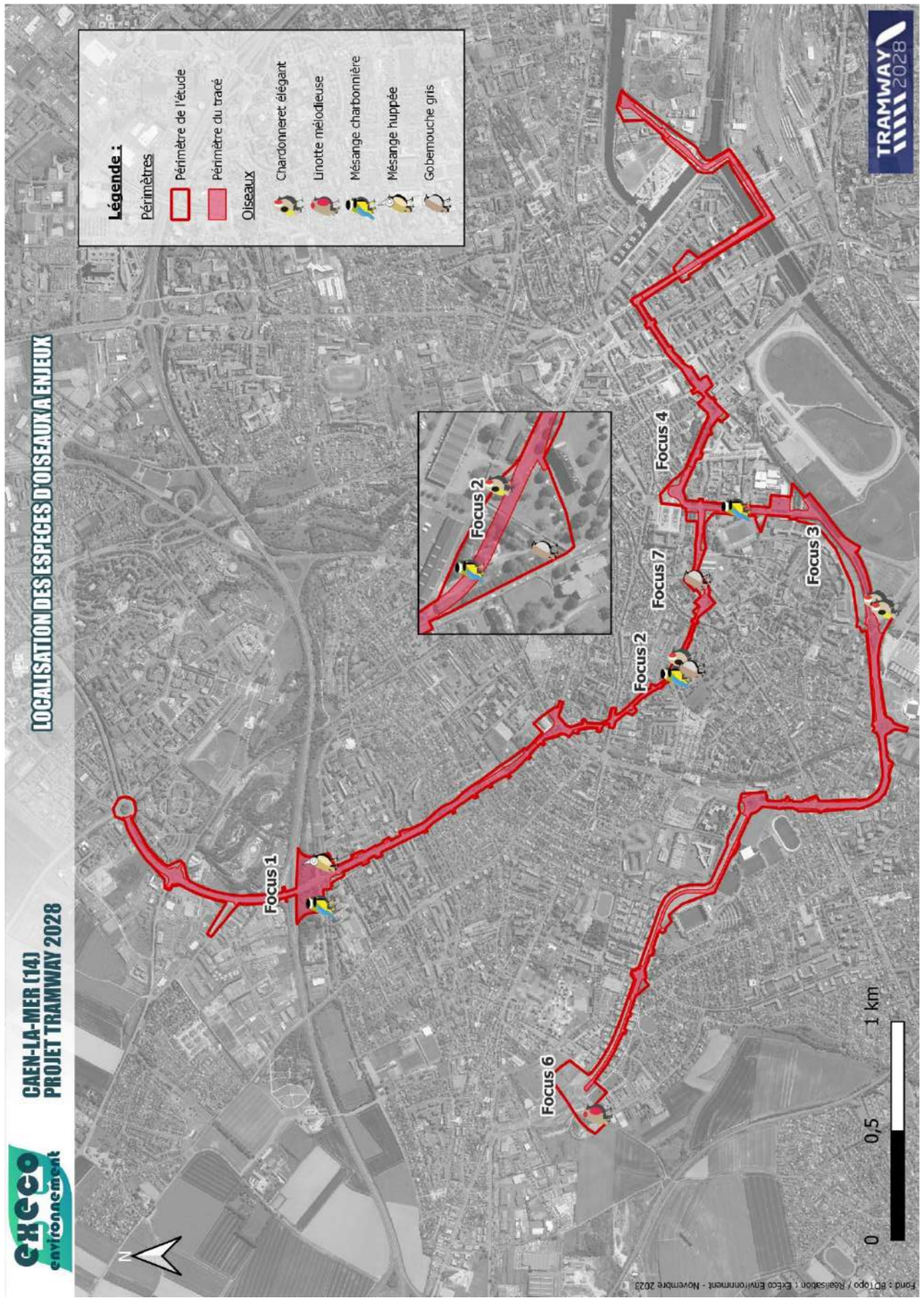


Figure 81. Carte de localisation des observations des espèces patrimoniales d'oiseaux

C.4.2.2. *Mammifères*

- ***Mammifères non chiroptères***

Rappel des données bibliographiques

Les extractions de la base OpenObs font ressortir que certaines espèces, protégées mais discrètes, peuvent fréquenter les jardins et espaces verts du centre-ville de Caen : le hérisson et l'écureuil par exemple (espèces protégées). Deux autres espèces patrimoniales emblématiques peuvent fréquenter les milieux à proximité du projet comme la Prairie et ses cours d'eau : la loutre et le campagnol amphibie. Plusieurs espèces invasives ont été observées sur le territoire de la ville : le rat musqué, le ragondin et le rat surmulot.

Présentation

Ces mammifères ont été recensés grâce à différentes techniques : observations à vue, recherches d'empreintes et autres indices de présence.

Ainsi, ce sont 3 espèces de mammifères (hors chiroptères) qui ont été recensés sur tout le périmètre de l'étude. Parmi elles, une espèce présente une protection nationale :

- le **hérisson d'Europe** : des individus ont été observés lors d'une prospection nocturne dans le jardin de la maison du Général (Focus 2).

Le **hérisson d'Europe** (*Erinaceus europaeus*) est protégé par l'article 2 de l'arrêté du 27/04/2007 fixant la liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire français et leur protection contre « **la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animau**x ». Il s'agit d'une espèce encore commune dans la région, qui apprécie les secteurs bocagers ainsi que les parcs et jardins, mais pas les grandes plaines. **En contexte hyper-urbain comme le centre-ville de Caen, la difficulté pour cette espèce est l'accès aux habitats favorable et la dispersion entre ces habitats : les jardins et parcs sont souvent clos (murs ou grillage fin).** Son activité est surtout crépusculaire et nocturne où il part en chasse d'invertébrés divers, mais il peut aussi se nourrir de champignon, de glands, de baies ou de fruits tombés au sol. Il en hibernation à partir de fin octobre-début novembre jusqu'en mars (des réveils durant l'hiver sont fréquents). L'hibernation, la mise-bas et l'élevage des jeunes de même que le repos diurne, ont lieu dans un nid fait de feuilles, d'herbe et de mousse sèche, caché dans les broussailles ou au pied d'une haie qualifiés de « zone refuge ». **Les enjeux pour cette espèce concernent d'abord ses habitats « refuge » où il va pouvoir se protéger des activités humaines, mais aussi l'ouverture des habitats et leur accessibilité.**



Figure 82. Deux hérissons en déplacement sur la pelouse de la maison du Général (mai 2023) (E. Morin)

Une espèce est proche d'être considérée dans les catégories menacée au niveau national : le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) car il est classé quasi-menacé (« NT »). Il préfère les habitats mixtes où il peut trouver à la fois des broussailles, qui lui servent d'abris, et des zones dégagées qui offrent des graminées, majeure partie de son régime alimentaire. Cette espèce reste tout de même aussi une espèce de gibier qui peut être chassable en France. Concernant le site d'étude, les observations de cette espèce ne peuvent être cartographiées car des indices de présence (traces, crottes, gratis…) ont été disséminés à plusieurs endroits, avec une concentration plus notable sur le focus 1 (l'échangeur du Chemin Vert) et le focus 6 (Parking de Beaulieu, boulevard Pompidou) où il peut bénéficier d'une certaine tranquillité.

Bilan

Les différentes investigations mettent en avant une espèce présentant un intérêt patrimonial : le hérisson d'Europe. L'espèce est sensible à la présence de haies (surtout avec strate arbustive) mais aussi à la présence de pelouse sur laquelle il peut chasser. **L'enjeu est aussi de rendre accessible ces habitats.** Dans le cas du lapin de garenne dont l'intérêt patrimonial est moindre, les merlons buissonnants de la zone de délaissé autour de la carrière de la Maladrerie et les espaces prairiaux des abords lui sont favorables.

L'enjeu localisé sur ces mammifères est qualifié de « fort » au vu de la protection du hérisson d'Europe et de la disponibilité des habitats locaux.

→ 1 espèce protégée

En ce qui concerne les mammifères non chiroptères, le projet induit une diminution des habitats disponibles pour les espèces sur le focus 2 puisque le tracé de la future ligne de Tramway va passer dans le dans le jardin de la maison du Général. Ces habitats sont de type pelouse, et, en moindre importance surfacique, de type arbustes et arbres (en majorité des espèces ornementales).

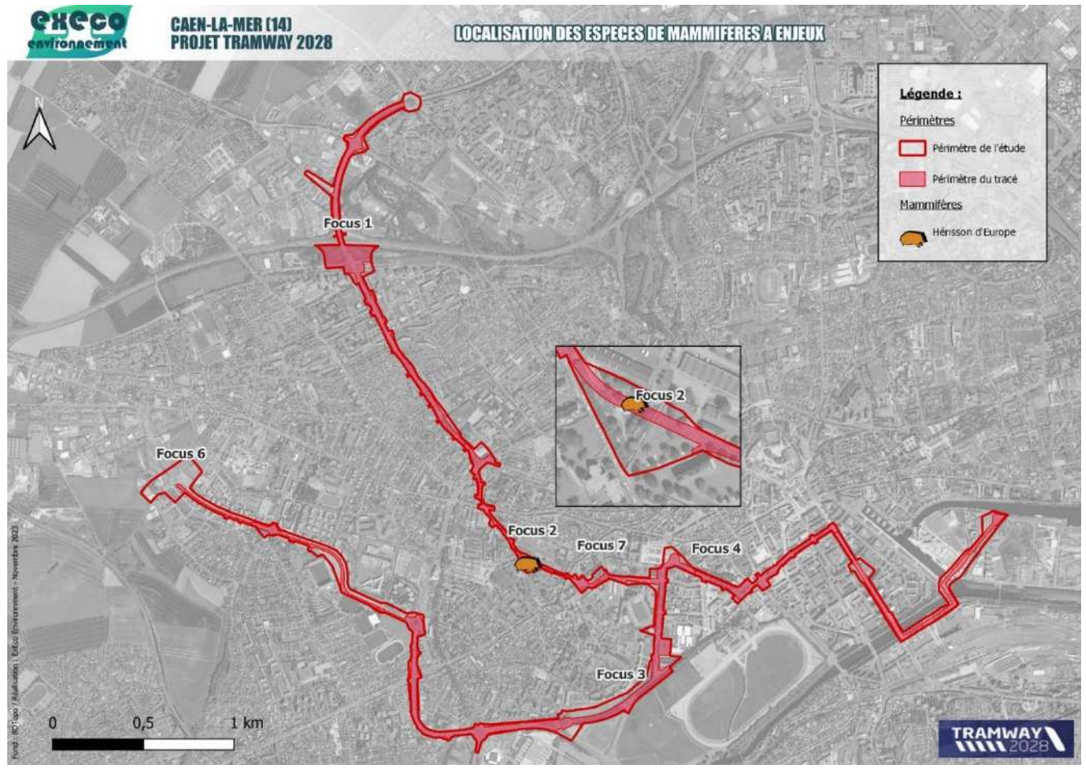


Figure 83. Carte de localisation des mammifères patrimoniaux et invasifs (hors chiroptères)

- ***Mammifères chiroptères***

Données bibliographiques

Sur la commune de Caen, **13 espèces et 4 groupes d'espèces de chauves-souris** (dans lesquels peuvent figurer des espèces non listées individuellement ici comme *Myotis alcathoe*) ont été **recensées**, sur les 21 présentes en Normandie (GMN, de 1999 à mars 2018). Quatre sites d'hibernation sont connus et contrôlés sur la commune de Caen. Les sites accueillant le plus grand nombre de chiroptères sont des carrières souterraines (la Maladrerie et rue Vaubenard). En période de reproduction, aucune colonie de chauves-souris n'est connue localement, faute probablement de prospection adaptée.

Recherche d'indices et de gites

Les arbres ont été observés spécifiquement dans le cadre de cette approche sur l'ensemble de la zone d'étude (tracé et abords). Malgré une recherche spécifique, **aucun gîte potentiel n'a été observé dans le périmètre d'étude** (arbre creux, cavité, vieux bâtis…). Afin d'écarter toute potentialité d'impact sur les individus, un suivi avant travaux sur les arbres impactés par l'aménagement pourra être programmé dans le cadre des mesures écologiques.

Points d'écoute

Sur l'ensemble du tracé et durant trois campagnes, les chiroptères des 7 focus (initialement 7, les focus ont été réduits au nombre de 6 dans le courant de l'étude en écartant le focus 5) ont été inventoriés. Les points d'écoute au sein du focus ont été retenus comme susceptibles d'être pertinents pour l'échantillonnage du cortège chiroptérologique local (cf. carte Figure 98).

Chiroptères				
Focus	**Nbr d'espèces**	**Printemps**	**Eté**	**Automne**
1 (Echangeur)	*5*	0	**5**	0
2 (Maison du G)	*8*	**8**	0	0
3 (Lycée et Prairie)	*3*	0	**3**	3
4 (Pl. Gambetta)	*10*	0	**8**	**8**
6 (P Beaulieu)	*1*	**1**	0	0
7 (EPSM)	*4*	**4**	0	0

Figure 84. Tableau représentatif des focus des points d'écoutes

Les investigations ont été menées à différentes saisonnalités, dans les nuits du **25 au 26 mai 2023, du 04 au 05 juillet 2023 et du 22 au 24 septembre 2023**, ce qui les place entre la fin du printemps et le début de l'automne, périodes favorables à l'activité chiroptérologique. Les conditions météorologiques étaient également favorables.

Résultats bruts

Au cumul des enregistrements réalisés par les 7 appareils utilisés durant les trois campagnes, 16 010 contacts ont permis à **10 espèces** différentes d'être identifiées. D'autres espèces peuvent être potentiellement présentes en raison de certaines séquences audio ne permettant pas formellement d'identifier à l'espèce (notamment pour le groupe des murins et des pipistrelles). Cela représente une diversité bonne pour un habitat urbain et à cette échelle.

Les résultats nous montrent qu'une espèce est très majoritaire dans la zone d'étude : il s'agit de la pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) qui représente à elle seule 85 à 95% des contacts totaux enregistrés selon la localisation des points d'écoute.

		SM4BAT 2 25-26/05/2023	SM4BAT 3 25-26/05/2023	SM4BAT 4 25-26/05/2023
Secteur périmètre		**FOCUS 2**	**FOCUS 7**	**FOCUS 6**
espèce / habitat		**Semi-fermé** (Jardin clos en partie arboré)	**Semi-ouvert** (Parking ouvert avec parc à proximité)	**Ouvert** (étendu de pelouse avec éclairages)
Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*	Vol		
Murin de Bechtein	*Myotis bechsteinii*			
Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	Vol + chasse	Vol	Vol
Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	Vol + chasse	Vol	
Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	Vol	Vol	
Pipistrelle pygmée	*Pipistrellus pygmaeus*	Vol		
Oreillard gris	*Plecotus austriacus*	Vol		
Noctule commune	*Nyctalus noctula*	Vol		
Murin sp.	*Myotis sp.*	x	x	
Total		**7 espèces et 1 indéterminée**	**3 espèces et 1 indéterminée**	**1 espèce**

Figure 85. Données brutes des espèces campagne n°1 – 25-26/05/2023

		SM4BAT 4 05-06/07/2023	SM4BAT 5 05-06/07/2023	SM4BAT 6 05-06/07/2023
Secteur périmètre		**FOCUS 3**	**FOCUS 4**	**FOCUS 1**
espèce / habitat		**Ouvert** (Alignement d'arbres éclairé en bordure d'une zone humide, la Prairie)	**Semi-ouvert** (Place enherbée et buissonnante à proximité d'un parc arboré)	**Semi-ouvert** (Zone enherbée avec quelques grands arbres)
Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*		Vol	Vol
Murin de Bechtein	*Myotis bechsteinii*		Vol	
Murin de Daubenton	*Myotis daubentoni*		Vol	
Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	Vol + chasse	Vol + chasse	Vol + chasse
Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	Vol	Vol + chasse	Vol + chasse
Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	Vol	Vol	Vol
Oreillard gris	*Plecotus austriacus*		Vol	Vol
Noctule commune	*Nyctalus noctula*		Vol	
Pipistrelle sp.	*Pipistrellus sp.*		x	
Total		**3 espèces**	**8 espèces et 1 indéterminée**	**5 espèces**

Figure 86. Données brutes des espèces campagne n°2 – 05-05/07/2023

		SM4BAT 10 - 1A 22-24/09/2023	SM4BAT 10 - 1B 22-24/09/2023	SM4BAT 11 - 1A 22-24/09/2023	SM4BAT 11 - 1B 22-24/09/2023
Secteur périmètre		**FOCUS 4**	**FOCUS 4**	**FOCUS 3**	**FOCUS 3**
espèce / habitat		**Semi-ouvert** (Place enherbée et buissonnante à proximité d'un parc arboré)	**Semi-ouvert** (Place enherbée et buissonnante à proximité d'un parc arboré)	**Ouvert** (Alignement d'arbres éclairé en bordure d'une zone humide, la Prairie)	**Ouvert** (Alignement d'arbres éclairé en bordure d'une zone humide, la Prairie)
Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*		Vol		
Murin de Daubenton	*Myotis daubentoni*		Vol		
Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	Vol + chasse	Vol + chasse	Vol + chasse	Vol + chasse
Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	Vol	Vol	Vol	Vol
Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*	Vol + chasse	Vol	Vol	Vol
Oreillard gris	*Plecotus austriacus*		Vol		
Noctule de leisleri	*Nyctalus leisleri*		Vol		
Noctule commune	*Nyctalus noctula*		Vol		
Pipistrelle sp.	Pipistrellus sp.	x			
Murin sp.	*Myotis sp.*		x		
Total		**3 espèces et 1 indéterminée**	**8 espèces et 1 indéterminée**	**3 espèces**	**3 espèces**

Figure 87. Données brutes des espèces campagne n°3 – 22-24/09/2023

En termes d'activité brute (quantification des contacts), ce sont les focus 4, 1 puis 2 qui se démarquent par leur activité chiroptérologique plus importante (au printemps et à l'été). A l'automne, sur 2 nuits et en période de « swarming » (période de transit et dispersion des colonies), les points aux focus 4 et 3 ont donné respectivement 11523 et 11293 contacts (contexte non comparable aux autres).

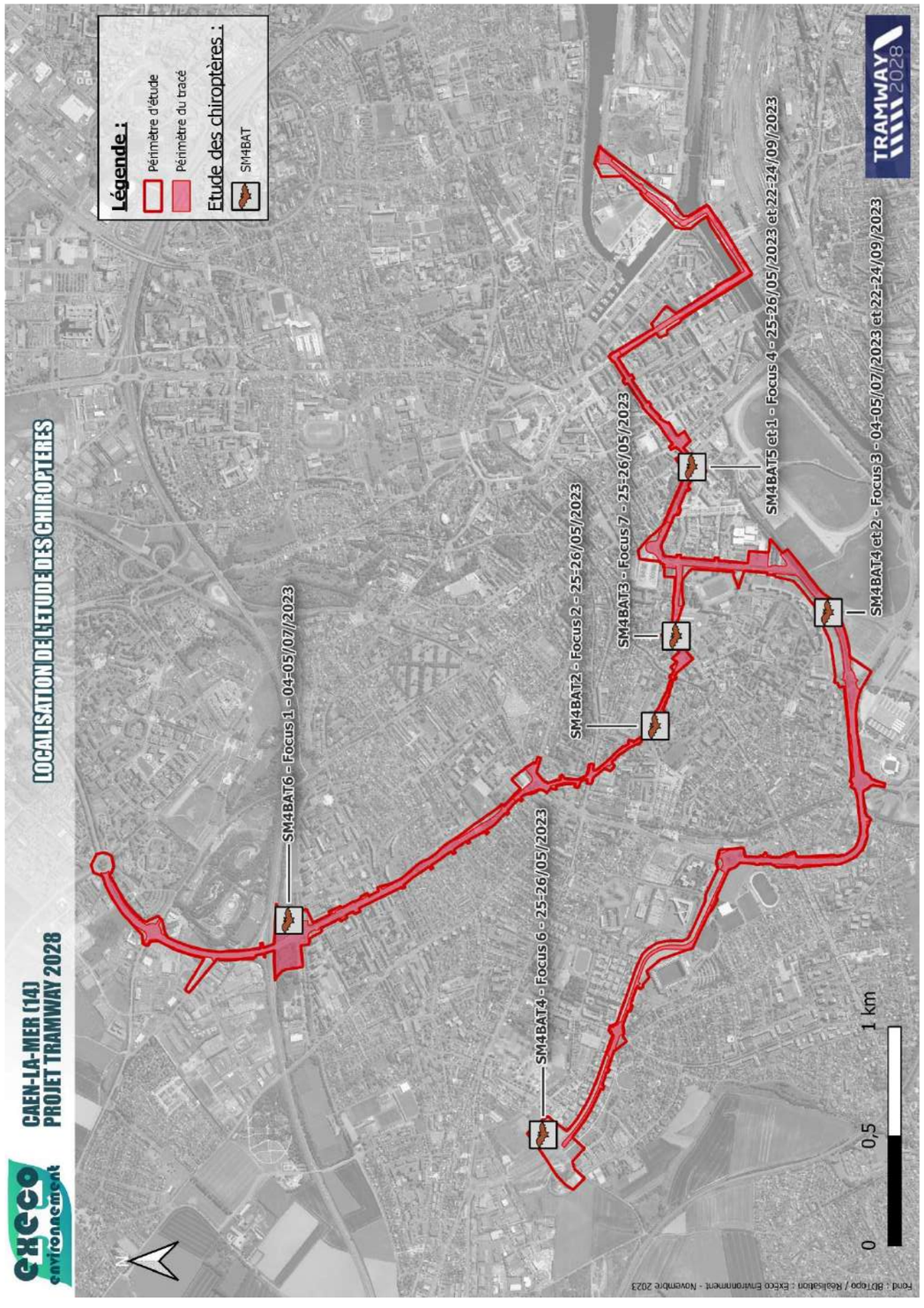


Figure 88. Carte de localisation des points d'écoute pour l'étude des chiroptères

Pour conclure cette analyse de la diversité chiroptérologique, nous pouvons remarquer que le focus 4 est celui présentant le plus grand nombre d'espèce avec 8 à 9 espèces. Les focus 2 et 1 représentent une bonne diversité avec entre 5 à 8 espèces contactées. Les focus 3 et 7 disposent d'une moyenne diversité avec 3 à 5 espèces et pour finir les focus 5 et 6 qui présentent eux une diversité faible avec entre 1 à 3 espèces contactées.

Rappelons que les recherches bibliographiques nous permettent de souligner qu'à proximité du périmètre d'étude, plusieurs sites de cavités souterraines sont connus pour l'accueil de chiroptères.

Détermination des niveaux d'activité

Dans le cadre de cette étude, le référentiel National Vigie-Chiro (2020) porté par le Muséum National d'Histoires Naturelles de Paris (MNHN) a été utilisé (cf C.3.1).

	SM4BAT 2 25-26/05/2023 Focus 2 - Caen (14)		SM4BAT 3 25-26/05/2023 Focus 7 - Caen (14)		SM4BAT 4 25-26/05/2023 Focus 6 - Caen (14)	
Espèces contactées dans la zone d'étude	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**
Sérotine commune	0.14%	Faible				
Noctule commune	0.14%	Faible				
Pipistrelle de Kuhl	10.07%	Modérée	32.17%	Modérée		
Pipistrelle de Nathusius	0.28%	Faible	0.87%	Faible		
Pipistrelle commune	87.97%	Forte	66.96%	Modérée	100.00%	Faible
Pipistrelle pygmée	0.42%	Faible				
Oreillard gris	0.98%	Modérée				

Figure 89. Tableau de quantification et d'activité des chiroptères pour la campagne 1 – 25-26/05/20

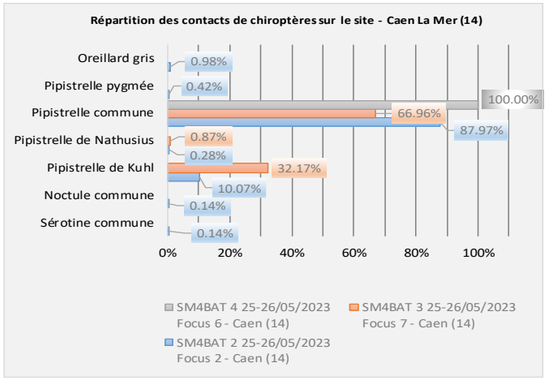


Figure 90. Représentation graphique des chiroptères sur le site de la campagne 1 – 25-26/05/2023

	SM4BAT 4 05-06/07/2023 Focus 3 - Caen (14)		SM4BAT 5 05-06/07/2023 Focus 4 - Caen (14)		SM4BAT 6 05-06/07/2023 Focus 1 - Caen (14)	
Espèces contactées dans la zone d'étude	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**
Serotine commune			0,47%	Modérée	0,57%	Modérée
Murin de Bechstein			0,12%	Modérée		
Murin de Daubenton			0,12%	Faible		
Noctule commune			0,24%	Faible		
Pipistrelle de Kuhl	0,30%	Faible	10,06%	Modérée	33,07%	Forte
Pipistrelle de Nathusius	0,30%	Faible	2,13%	Modérée	0,34%	Faible
Pipistrelle commune	99,40%	Modérée	86,86%	Forte	65,57%	Forte
Oreillard gris			0,12%	Faible	0,45%	Modérée

Figure 91. Tableau de quantification et d'activité des chiroptères pour la campagne 2 – 05-06/07/2023

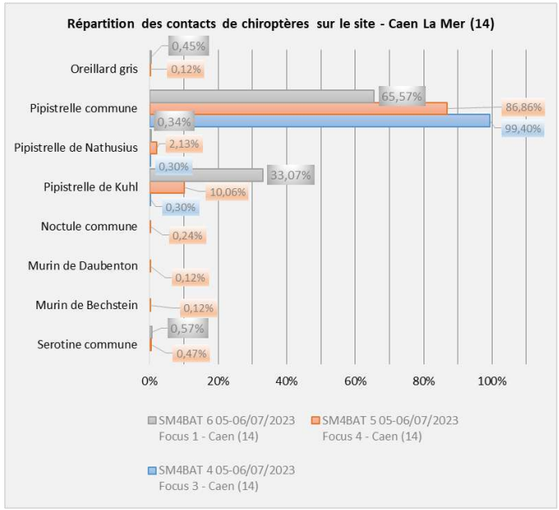


Figure 92. Représentation graphique des chiroptères sur le site de la campagne 2 – 05-06/07/2023

	SM4BAT 1A et B 22-24/09/2023 Focus 4 - Caen (14)		SM4BAT 2A et B 22-24/09/2023 Focus 3 - Caen (14)	
Espèces contactées dans la zone d'étude	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**	**% de contact dans la zone d'étude**	**activité**
Sérotine commune	0.46%	Faible		
Murin de Daubenton	0.23%	Faible		
Noctule de Leisler	0.23%	Faible		
Noctule commune	0.23%	Faible		
Pipistrelle de Kuhl	4.13%	Faible	4.33%	Modérée
Pipistrelle de Nathusius	5.28%	Modérée	1.68%	Modérée
Pipistrelle commune	89.22%	Modérée	93.98%	Modérée
Oreillard gris	0.23%	Faible		

Figure 93. Tableau de quantification et d'activité des chiroptères pour la campagne 3 – 22-24/09/2023

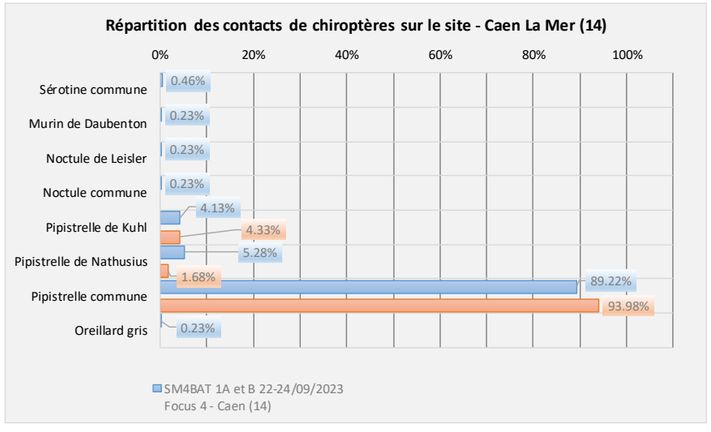


Figure 94. Représentation graphique des chiroptères sur le site de la campagne 3 – 22-24/09/2023

Les deux espèces pour lesquelles l'activité atteint des niveaux forts sont la pipistrelle commune (focus 2, 4 et 1) et la pipistrelle de Kühl (focus 1).

Statuts

NOMS		Prot.		LR		Rareté		Dét. ZNIEFF	Esp. TVB
Nom valide	Nom vernaculaire	Europe	France	France	NRMD	France	Rég.	Rég.	Rég.
		DHFF 2007	Mam. Ter. 2012	2017	2022		BN	BN 2015	BN
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	4	x	NT	LC				
Myotis bechsteini	Murin de Bechstein	2+4	x	NT	NT			X	
Myotis daubentoni	Murin de Daubenton	4	x	LC	LC			X	
Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	4	x	NT	NT			X	
Nyctalus noctula	Noctule commune	4	x	VU	VU			X	
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kühl	4	x	LC	LC				
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	4	x	NT	NT			X	
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	4	x	NT	LC				
Pipistrellus pygmaeus	Pipistrelle pygmée		x	LC	VU				
Plecotus austriacus	Oreillard gris	4	x	LC	LC			X	
Pipistrelus sp.	Pipistrelle sp.								
Myotis sp.	Murin sp.								

Figure 95. Table de référence des statuts

Ecologie des espèces rencontrées

La **sérotine commune** (*Eptesicus serotinus*) est une grande espèce très commune en France qui tend à se raréfier dans de nombreuses régions. Elle a une nette préférence pour les milieux mixtes quels qu'ils soient. L'espèce est très lucifuge, elle ne tolère pas l'éclairage des accès à son gîte mais peut sortir en début de nuit pour chasser. La rénovation des bâtiments, l'expulsion voire l'extermination des colonies par l'Homme présentent une lourde menace pour la sérotine.

Le **murin de Bechstein** (*Myotis bechsteinii*) est 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.

C'est l'espèce la plus patrimoniale du cortège contactée sur le site : elle est inscrite à l'annexe II et IV de la Directive Habitat et est noté NT (quasi-menacée) sur les listes nationale et régionale. C'est aussi une espèce déterminante de ZNIEFF. Captée par le SM4BAT situé sur le focus 4 (SM4BAT5), lors de notre campagne d'été, cette activité correspond à un transit entre deux zones.

Le **murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*) est très souvent détecté près de l'eau et est considéré comme une espèce forestière et sédentaire : les déplacements entre gîtes d'été et d'hiver sont courts, le plus souvent inférieurs à 50 km. C'est une espèce cavernicole en hiver : elle peut s'installer dans les caves, grottes, carrières, mines, casemates enterrées, ruines, puits, tunnels et tout autre gîte souterrain de petite ou grande dimension. Ses gîtes d'été sont bien souvent des cavités arboricoles de feuillus (attirance particulière pour le hêtre) colonisées de mars à fin octobre. Cette espèce chasse avant tout au-dessus des eaux calmes. Espèce casanière, elle ne s'éloigne guère au-delà de quelques centaines de mètres de son gîte.

La **noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*) est une espèce de taille moyenne avec un petit corps pour une grande envergure. Elle apprécie les gîtes arboricoles avec une entrée dégagée donnant sur une lisière aux abords de forêts caduques qui lui servent de terrains de chasse. Les femelles peuvent s'éloigner jusqu'à 17 km de leur gîte pour

chasser en volant à plus de 50 km/h lors des vols de transit. L'espèce est migratrice mise à part quelques individus sédentaires et parcours de très longues distances le record étant de 1567 km.

La **noctule commune** (*Nyctalus noctula*) est l'une des plus grandes espèces européennes. Elle est initialement forestière mais s'est bien adaptée à la vie urbaine. En été comme en hiver, elle trouve ses gîtes dans les arbres où elle colonise les larges cavités ou d'anciennes loges de pics. Elle peut se satisfaire de constructions en béton avec des interstices, des corniches de pont, d'immeuble ou de château d'eau. Pour sa chasse, elle exploite une grande diversité de milieux (massifs forestiers, prairies, étangs, alignements d'arbres et halos de lumière artificielle) dans un rayon de 10 km autour de son gîte.

La **pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) est l'espèce la plus commune dans nos régions même si elle est placée en catégorie quasi-menacée en France. Assez ubiquiste, elle se rencontre aussi bien dans le bocage, se servant des haies, des plans d'eau, que dans les zones plus urbanisées, s'accommodant aisément de l'éclairage public.

La **pipistrelle de Kühl** (*Pipistrellus kuhlii*) est considérée comme l'une des espèces les plus anthropophiles d'Europe. Que ce soit son gîte d'hiver ou d'été, ils sont souvent liés au bâti (anfractuosités des murs, charpente des greniers, bardages décollés) avec une attirance pour les édifices religieux. Elle est très rarement contactée en forêt. Ses territoires de chasses sont donc préférentiellement les villages et villes où elle chasse dans les parcs, les jardins et le long des rues, attirée par les éclairages publics, mais prospecte aussi bien les espaces ouverts que boisés.

La **pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) est une espèce forestière de plaine : elle fréquente les milieux boisés diversifiés mais riches en plans d'eau, mares ou tourbières. Ses gîtes aussi bien hivernaux qu'estivaux sont très souvent arboricoles avec une préférence pour les chênes pour ses colonies populeuses. L'espèce est fidèle à ses gîtes mais peut s'en éloigner jusqu'à 6 km pour exploiter plusieurs petits territoires de chasse souvent à proximité de zones humides. Cette pipistrelle est migratrice et entreprend de très grands déplacements saisonniers.

La **pipistrelle pygmée** (*Pipistrellus pygmaeus*) est la plus petite espèce de chauve-souris d'Europe. Très proches de la pipistrelle commune, y compris physiquement, elle est elle aussi assez anthropophile, utilisant surtout comme gîtes d'été des bâtiments à proximité de ses terrains de chasse. Ceux-ci sont toujours des zones boisées avec des points d'eau importants inclus ou attenants (rivières, étangs, etc.). Cette espèce est protégée en France et est notée "VU" sur la liste rouge de Normandie.

L'**oreillard gris** (*Plecotus austriacus*) est très anthropophile. Résistant au froid, l'espèce peut hiberner dans les combles de vieux bâtiments non chauffés. L'été, cette chauve-souris apprécie les milieux bien chauds comme les combles recouverts d'ardoises quand le climat n'est pas méditerranéen. En chasse, elle prospecte les milieux ouverts, son vol de prospection est lent, très adroit et ponctué de phases stationnaires. Ne s'éloignant jamais à plus de 6 km de son gîte elle capture principalement des insectes volants et plus particulièrement des lépidoptères.

Bilan

La diversité spécifique dans la zone d'étude est moyenne avec 10 espèces au total. On retrouve principalement un cortège d'espèces de milieu semi-ouvert et anthropophile, avec les pipistrelles, la sérotine commune ou encore l'oreillard gris. Ces espèces vont profiter d'une part, des éclairages urbains pour se nourrir mais aussi potentiellement de la végétation pour se déplacer. Ce qui est plus étonnant c'est que l'étude met en avant la fréquentation d'un cortège lié aux milieux forestiers comme les murins ou la Noctule de Leisler, notamment sur des points d'écoute situé en centre-ville comme le Focus 4. Cela peut s'expliquer par la présence de grands parcs à proximité.

Au cours de la campagne d'écoute, seuls des signaux de vol ont pu être perçus. La pression de chasse exercée par les chiroptères présents sur le site semble donc très faible. Cette information nous renseigne sur le fait que les chiroptères utilisent les lieux des points d'écoutes surtout pour transiter vers des lieux de chasse.

Ainsi, il est probable que les points d'écoute concentrant le plus de diversité (comme le focus 2 et le focus 4) se situent sur des trames de déplacement entre des gîtes estivaux (cavités, édifices religieux, etc.) et des zones de chasse. La Prairie, zone humide située à quelques centaines de mètres des focus les plus diversifiés, représente une zone de chasse potentielle 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 96). Pour rappel, l'aire d'étude est constituée de voiries éclairées la nuit en centre-ville (hors focus) ; elle est donc a priori moins constitutive de la trame noire que les parcelles environnantes.

Les chiroptères représentent donc un enjeu **« moyen »** sur le site d'étude par l'activité de type « transit ».

→ 10 espèces protégées inventoriées (13 selon la bibliographie)

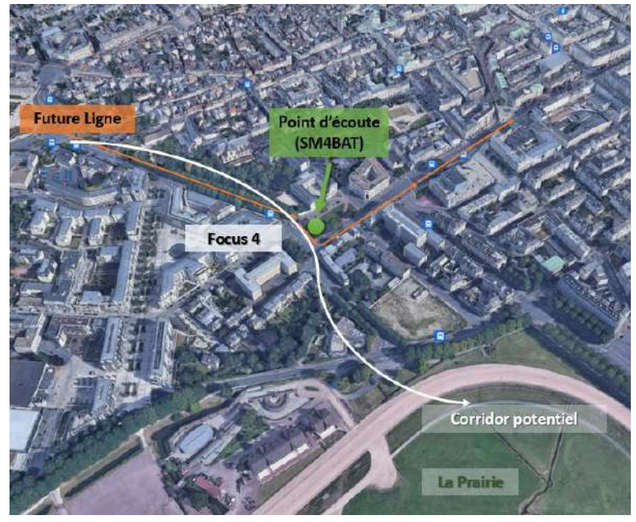


Figure 96. Contexte et corridor potentiel du Focus 4



Figure 97. Boulevard Bertrand la nuit (E. Morin)

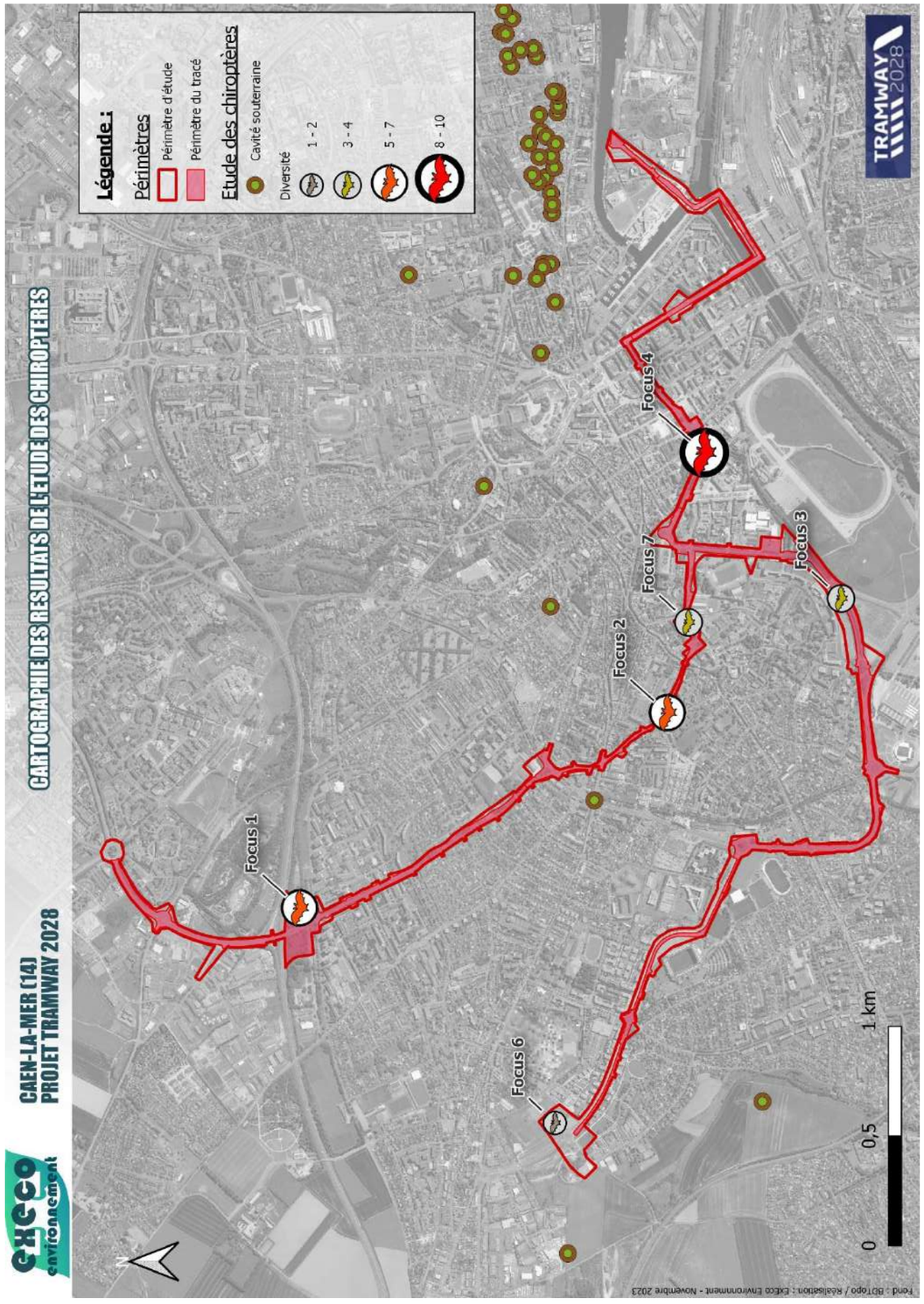


Figure 98. Cartographie des analyses chiroptérologiques du tracé

C.4.2.3. *Reptiles*

Le périmètre d'étude a été parcouru lors des différentes campagnes de terrain dans de bonnes conditions pour l'observation des espèces de ce groupe parfois discrètes ou réactives (fuite), avec une attention redoublée aux niveaux des habitats potentiellement les plus favorables.

Trois plaques à reptiles ont également été positionnées sur les focus 1, 3 et 5 de l'aire d'étude (le focus 5 n'ayant pas été conservé pour la suite de l'étude suite à un changement de tracé) afin de maximiser les chances de détection des espèces plus discrète comme les vipères et les couleuvres. Néanmoins aucune espèce n'a été observée grâce à cette méthode.

Résultats

Quelques individus de ce groupe ont été effectivement rencontrés entre le printemps et le début de l'automne couvrant ainsi leurs périodes d'activité et de reproduction.

Cela concerne **1 seule espèce : le lézard des murailles (*Podarcis muralis*).**

Le **lézard des murailles** a été observé lors de plusieurs campagnes (les plus propices, été et automne) avec plusieurs individus dans la zone de dépôt parsemée de végétation rudérale à l'extrémité nord-ouest du boulevard Pompidou (Focus 6). C'est une zone bien exposée, partiellement végétalisés, riches en pierres/cailloux et en anfractuosités.

L'espèce est protégée au niveau national (individus et habitats), ainsi qu'au niveau européen (annexe IV de la Directive « Habitats »). Elle n'est pas menacée d'après les différentes listes rouges (en catégorie non menacée (LC) au niveau européen, national et régional) mais est notée comme « Assez rare » (AR) sur la liste de rareté régionale.

Selon la carte de répartition régionale de cette espèce (CPIE du Cotentin, 215), elle est bien connu de l'agglomération caennaise : elle est commune dans les secteurs bien ensoleillés mais est absente des secteurs les plus frais.

En complément d'information sur cette espèce, il peut être signalé que le lézard des murailles est une espèce qui profite très volontiers de sites anthropiques tels que des carrières ou des friches industrielles. Ce sont autant de sites où des milieux minéraux ou faiblement végétalisés sont bien représentés et utilisables pour leur thermorégulation (insolation). Le contexte général de réchauffement climatique est plutôt favorable pour quelques espèces telles que le lézard des murailles pour sa progression dans l'ouest de la France par exemple. A titre d'information supplémentaire en ce sens, il est noté dans une synthèse datée de 2019 (Les Trachous de Morouns n°9, bulletin de l'Observatoire Batracho-Herpétologique Normand) traitant de l'évolution durant la période récente des amphibiens et reptiles en Normandie que le lézard des murailles fait partie des rares espèces en forte tendance de progression avec un taux d'expansion de l'aire d'occupation de 40%.

Bilan

Les différentes investigations sur les reptiles, les résultats obtenus et leur analyse montrent que **le lézard des murailles est bien présent dans les espaces de friches dont les conditions lui sont favorables mais éloignées des activités humaines trop intenses : il tire pleinement avantage d'habitats originaux ou néo-formés**.

Le **tracé ne présente pas de zones plus favorables pour les reptiles** car il se place largement sur des voies déjà existantes, sans impacter de zones favorables aux reptiles, celles-ci étant ponctuellement cantonnées aux marges du projet. L'enjeu pour ce groupe vis-à-vis du projet est donc **« faible »**.

→ 1 espèce protégée inventoriée



Figure 99. Lézard des murailles au focus 6 (E. Morin)



Figure 100. Exemple d'un milieu rudéral où le lézard des murailles a été observé (E. Morin)

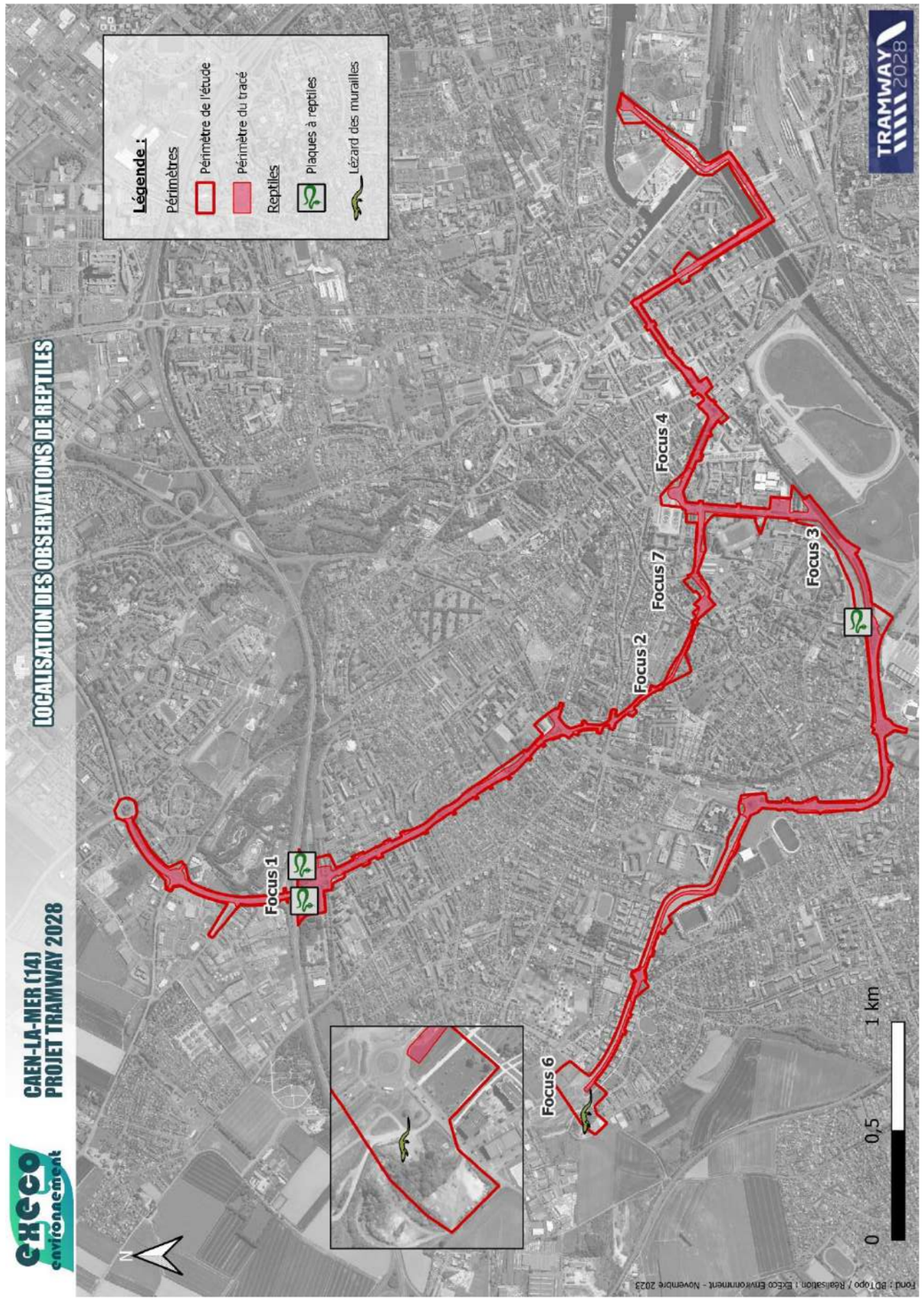


Figure 101. Localisation des observations de reptiles

C.4.2.4. *Amphibiens*

Les amphibiens ont fait l'objet d'investigations spécifiques variées. En effet la zone d'étude a été parcourue pour recherche de sites de reproduction potentiels (mares, fossés, bassins…) avec des observations directes et des écoutes. A cela se sont ajoutées des recherches de sites de repos potentiels (caches diverses, anfractuosités etc.).

Résultats

La présence d'une seule espèce d'amphibiens est avérée sur l'aire d'étude, et elle est strictement localisée au droit du site de la Prairie (cf. liste en annexe). En termes d'habitats, seule la zone de la Prairie accueille des milieux aquatiques potentiellement intéressant pour les amphibiens (les cours d'eau et les canaux). Il ressort des différentes investigations :

- **la grenouille verte commune** (*Pelophylax kl. esculentus*), observée et entendue au printemps et à l'automne 2023 au même endroit, dans un canal bordant le parking des tritons. Aucun têtard ou larve, de cette espèce ou d'une autre, n'a été vu. Cette espèce ne bénéficie que d'une protection partielle au niveau national tandis qu'au niveau européen son prélèvement et son exportation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

Bilan

En considérant les statuts des espèces d'amphibiens rencontrés, l'intérêt potentiel pour ce groupe est « **faible** ». Le périmètre du projet proprement-dit ne présente pas de milieu favorable aux amphibiens. De ce fait, les observations ont été très rares.

→ 1 espèce protégée inventoriée

Ainsi, il n'est pas attendu d'impact du projet sur ce groupe et il ne devrait pas être rendu nécessaire la mise en œuvre de mesures écologiques spécifiques.



Figure 102. Canal où a été observée et entendue la grenouille verte commune (E. Morin)

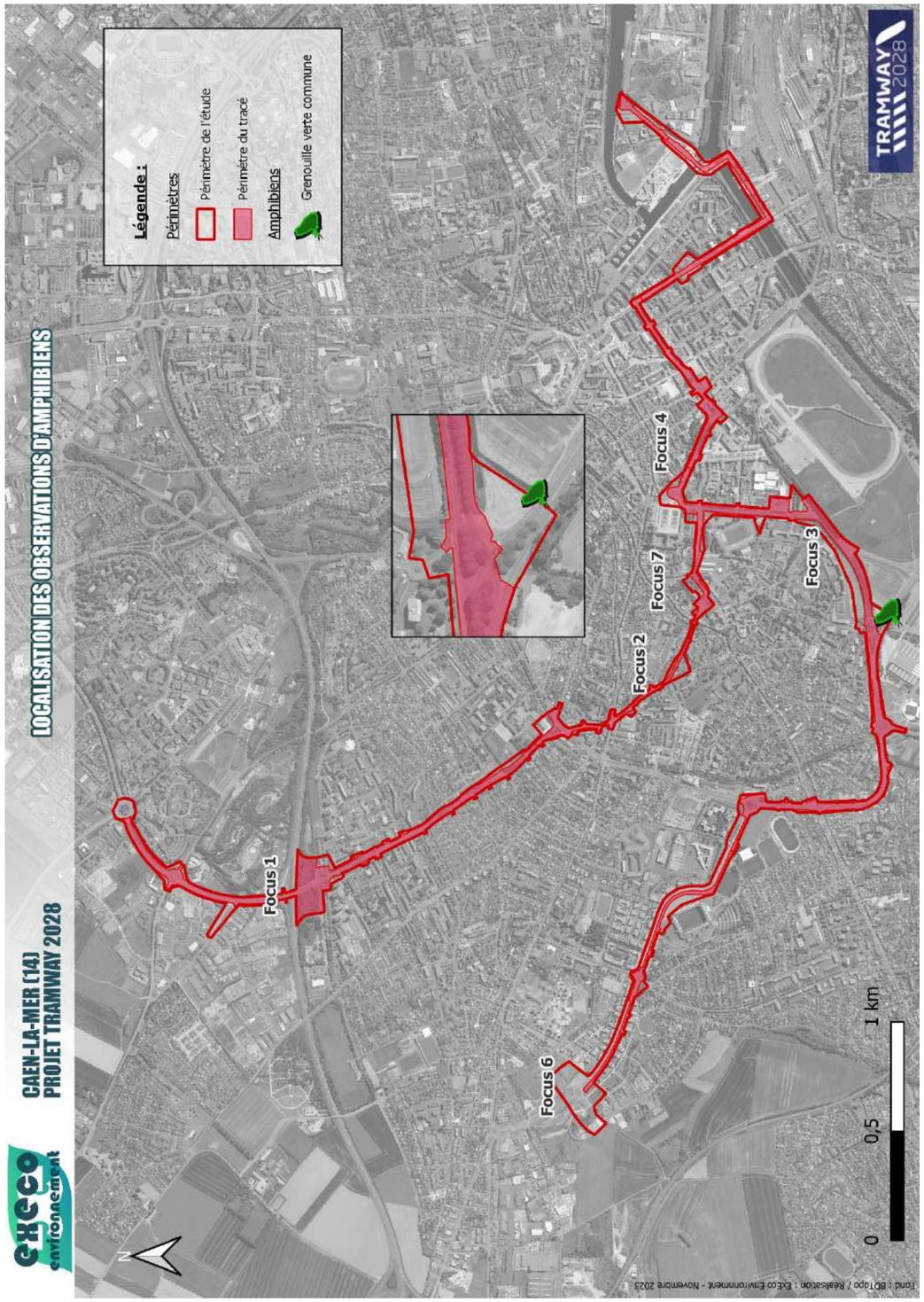


Figure 103. Carte de localisation des observations d'amphibiens

C.4.2.5. *Entomofaune*

Les prospections pour ces groupes biologiques se sont essentiellement déroulées durant les périodes les plus favorables à savoir entre le printemps, l'été et le début de l'automne.

Les recherches se sont faites par des parcours dans les différents habitats avec la capture temporaire d'individus si nécessaire (avec un filet à papillons ou à libellules) pour une identification et ensuite être relâché in situ.

- ***Lépidoptères***

Les inventaires ont porté en priorité sur les rhopalocères (lépidoptères dits diurnes). Les campagnes de terrain ont permis de recenser **14 espèces** de lépidoptères (cf. liste en annexe). **Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée**.

Une faible diversité est présente sur le site global d'étude et les observations ont concerné des espèces communes à très communes telles que par exemple la piéride de la rave (*Pieris rapae*) le vulcain (*Vanessa atalanta*) ou encore le myrtil (*Maniola jusrtina*). Aucun enjeu spécifique de conservation n'est à mettre en avant pour ce groupe même si une recommandation générale porte sur le maintien d'une certaine diversité d'habitats.



Figure 104. Le collier de corail (Aricia agestis) (E. Morin)

- ***Odonates***

Pour ce groupe biologique, **4 espèces** ont été observées (cf. liste en annexe), toutes. **Toutes les espèces d'odonates recensées sont communes dans la région. Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée**.

Globalement les observations ont été plus nombreuses et diversifiées dans le focus 3, aux abords du parking des tritons, car présentant des milieux aquatiques utiles à l'écologie des libellules. Le reste de la zone d'étude ne présente pas de zone favorable pour ce groupe.

- ***Orthoptères et groupes proches (phasmes, mantes)***

Les investigations pour ce groupe ont permis de recenser **6 espèces,** ce qui représente une diversité faible (cf. liste en annexe). C'est dans les prairies et zone enherbées ou rudérales que la plus grande diversité d'orthoptères a été observée, notamment dans les focus 1 et 6 (échangeur du Chemin Vert et parking Beaulieu) présentant des grandes surfaces de prairie fauchée tardivement, favorables à ce groupe.

Dans l'ensemble, le tracé du projet ne montre pas une richesse particulière pour ce groupe ce qui est cohérent avec la prédominance de zone bétonnée ou des parcs et jardins à cortège floristique réduit.

Aucune des espèces recensées ne figure parmi les espèces à statut particulier de protection, de menace ou autre.



Figure 105. Un criquet du genre Chorthippus (E. Morin)

- ***Coléoptères saproxylophages patrimoniaux***

Lors des campagnes de terrain, une recherche visuelle a été effectuée au niveau d'arbres, dans les haies, les alignements pouvant présenter des cavités ou bien encore des souches et du bois mort qui soient potentiellement propices aux insectes coléoptères saproxylophages. Il n'en ressort pas de mise en évidence d'indices de fréquentation vis-à-vis des espèces patrimoniales. Dans le cas présent, les troncs des arbres sont en « bon état ».

Bilan entomologique

Ce sont ainsi 24 espèces d'insectes qui ont été recensées sur le périmètre de l'étude. **Aucune de ces espèces n'est protégée ni menacée.** Cette faible diversité s'explique par le contexte urbain et le peu d'habitats favorables qu'offre la zone d'étude. L'enjeu pour ce groupe vis-à-vis du projet est « **faible** **»**.

Une gestion raisonnée de type fauche tardive, des espaces plus « naturels » est favorable à ce groupe. Une recommandation générale porte sur le maintien d'une certaine diversité d'habitats.

→ Pas d'espèce protégée

C.4.3. Habitats d'espèces protégées

Comme expliqué précédemment, l'aire d'étude présente la particularité d'être constituée de voiries urbaines. L'enjeu potentiel en amont des investigations faune-flore était donc davantage lié à d'éventuels axes de déplacement qu'à de l'habitat potentiel d'espèces en tant que tel.

A l'issue des inventaires :

- Les arbres et les haies de l'aire d'étude ne constituent pas des habitats de reproduction pour les espèces protégées contactées sur le site : aucun nid n'a été observé sur les alignements d'arbres bordant le tracé car assez peu favorables (souvent trop jeunes).
- Les focus présentent des habitats potentiels pour les espèces suivantes :

	Focus 1	**Focus 2**	**Focus 3**	**Focus 4**	**Focus 6**	**Focus 7**
Espèces	Oiseaux Chiroptères	Oiseaux Mammifères Chiroptères	Oiseaux Amphibiens	Oiseaux Chiroptères	Oiseaux Reptiles	Oiseaux
Habitats pouvant accueillir la reproduction d'espèces protégées	Parc arboré en cotexte urbain	Parc arboré et espace vert en contexte urbain	Prairies naturelles en contexte urbain	Parc arboré en cotexte urbain	Friches et fourrés anthropiques Zone rudérale et dépôts	Parc arboré en contexte urbain

La plupart de ces habitats ne sont pas des habitats naturels et ont été façonnés par l'homme :

- Parc arboré en contexte urbain,
- Espace vert en contexte urbain,
- Zone rudérale et dépôts
- Friches et fourrés anthropiques
- Prairies naturelles en contexte urbain.

L'habitat qui abrite le plus d'espèces à enjeu est **le parc arboré en contexte urbain notamment au niveau du focus 2 ou le jardin de la maison du général accueil le hérisson, la nidification de la mésange charbonnière et la fréquentation de 8 espèces de chiroptères** (chasse de deux espèces commune).

Le parc arboré en contexte urbain se retrouve aussi au niveau de l'échangeur du chemin vert mais les enjeux sont moindre (zone en partie évité par le projet, les espèces protégées (oiseaux et chiroptères) fréquentent moins cet espace).

C.5. Synthèse des enjeux écologiques

Les investigations sur les aspects faune flore et les zones humides ont mis en évidence en termes d'intérêt écologique pour les différents périmètres considérés :

- Un intérêt pour les **zones arborées préservées des activitées humaines**, favorables à des espèces plus discrètes qui ont besoin d'une certaines tranquillité, notamment les espèces nocturnes (mammifères, chiroptères en déplacement),
- Un intérêt pour les zones buissonantes plus ouvertes pour quelques espèces de passereaux patrimoniaux, tels que la linotte mélodieuse sur les espaces ouverts de la Maladrerie,
- Un intérêt de la trame verte urbaine comme corridor de déplacement, favorable aux oiseaux, aux chauves-souris, mais aussi aux insectes et mammifères rampants.

Types ou groupes biologiques	Enjeux écologiques du projet	Enjeu
Habitats	Pas d'habitat d'intérêt patrimonial en tant que tel. Certains habitats présentent des potentialités d'accueil pour une faune patrimoniale (cf. suite du tableau). Un enjeu moyen ponctuellement peut être soulevé au niveau de la maison du général, un parc arboré en contexte urbain car plusieurs espèces protégées le fréquentent.	Faible à **Moyen ponctuellement**
Flore	Aucune espèce ne peut être mise en avant correspondant à un niveau d'enjeu spécifique en termes de patrimonialité. 6 espèces exotiques envahissantes avérées ont été observées avec une densité plus nette autour des jardins ou des zones rudérales.	**Moyen**
Arbres, haies	Aucun des arbres ou des haies présents sur le périmètre de l'étude n'a montré d'intérêt écologique particulier. Néanmoins, leur simple présence permet le refuge, le déplacement et un support de nidification pour certaines espèces communes. L'intérêt écologique se porte principalement sur les essences autochtones et les formations en bosquet très peu impactées. Deux arbres remarquables sont recensés au PLU, place Gambetta, pour leur valeur historique (arbre de la Libération) ou paysagère.	Faible
Corridors écologiques	Aucun corridor écologique n'a été recensé dans l'aire d'étude, bien que les haies puissent constituer des axes de déplacement ponctuels. Au contraire, la trame viaire constitutive de l'aire d'étude s'inscrit dans un environnement plus riche.	Faible
Zones humides	Absence de zone humide (rapport en annexe) sur la zone du projet mais proximité immédiate	Peu d'enjeu à **Moyen ponctuellement**
Oiseaux	Plusieurs espèces patrimoniales inventoriées avec 5 espèces présentant un enjeu moyen, liées aux milieux ouverts buissonnants (le chardonneret élégant et la linotte mélodieuse) ou aux milieux plus arborés (le gobemouche gris, la mésange charbonnière et la mésange huppée).	**Moyen**
Mammifères non chiroptères	Observation localisée d'une espèce protégée : le hérisson d'Europe (dans le focus 2) dont l'enjeu porte sur les habitats disponibles et la mobilité de l'espèce.	**Fort (localisé) en focus 2**
Chiroptères	Pas de site de gîte recensé. Ecoutes mettant en évidence la présence de 10 espèces et une activité majoritaire de transit. Une diversité plus importante sur certains focus (4 et 2) mettant en évidence l'importance d'une conservation de la trame verte urbaine.	**Moyen**
Amphibiens	Observation localisée d'une espèce protégée partiellement : la grenouille verte commune, sans preuve de reproduction et en marge du projet.	Faible
Reptiles	Observation localisée d'une espèce protégée : le lézard des murailles à la faveur de milieux néoformés (talus, merlons).	Faible
Insectes	Pas d'espèce à intérêt patrimonial à souligner.	Faible

Ci-après, deux cartes résument les enjeux écologiques, d'une part, en situant les éléments à enjeux, et d'autre part, en quantifiant géographiquement ces enjeux.

Pour les enjeux faunistiques, les points cartographiques concernent des observations d'individus ou d'indices de présence, d'espèces pouvant se déplacer. Dans ce cadre, les figurés ponctuels caractérisent bien des observations et non des lieux de reproduction, sauf si cela est mentionné.

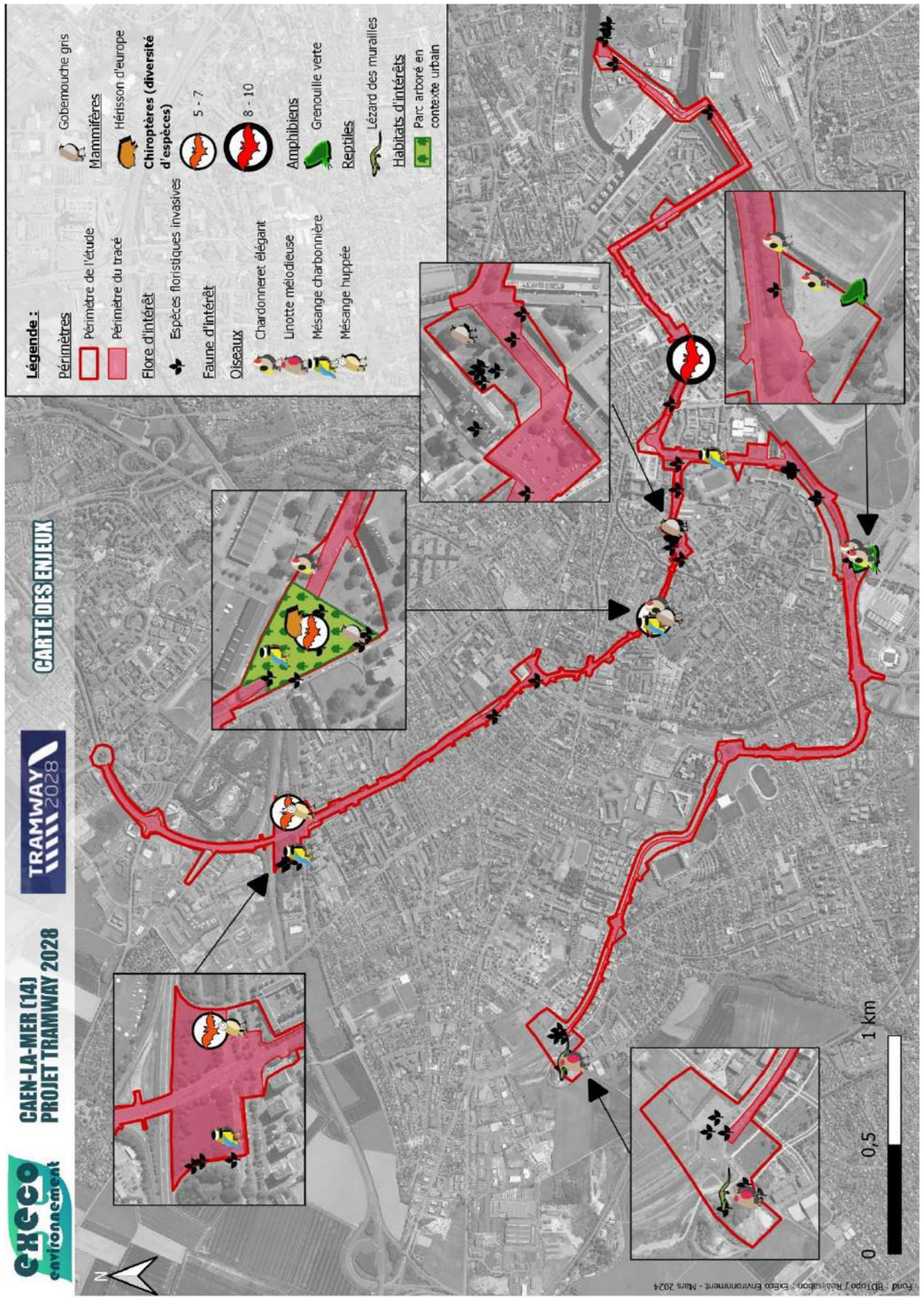


Figure 106. Carte de synthèse des enjeux écologiques

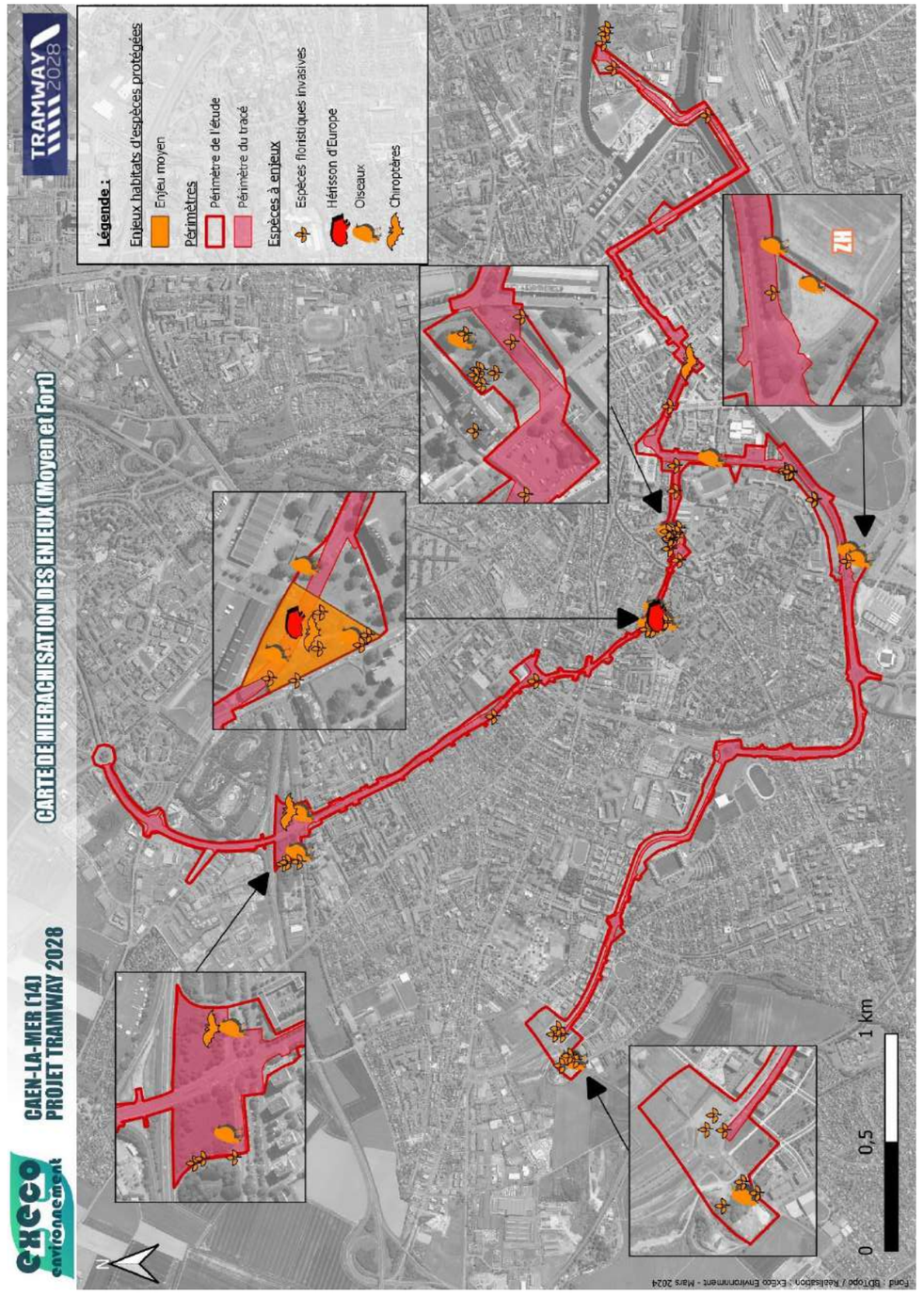


Figure 107. Carte de hiérarchisation des enjeux moyens et forts