



CAEN LA MER HABITAT

**OPERATION D'AMENAGEMENT
DE LA FOLIE COUVRECHEF**



**ETUDE D'IMPACT DU LOTISSEMENT DE LA FOLIE COUVRECHEF -
TOME 1 : ETUDE D'IMPACT**

INGETEC

Aff. 13487/1 - VA du 19/04/2024

PREAMBULE EXPLICATIF

Le présent document constitue l'étude d'impact de l'opération d'aménagement de la « Folie Couvrechef » située à Caen.

Cette évaluation environnementale fait suite à la demande d'examen au cas par cas déposé par Caen La Mer Habitat (CLMH) le 28 octobre 2022 et dont la décision a été rendue le 7 décembre 2022. Le préfet justifie la soumission du projet à évaluation environnementale, considérant que certains impacts potentiels du projet sur l'environnement n'étaient pas suffisamment pris en compte.

Cette étude d'impact viendra donc préciser les enjeux environnementaux du site et analyser les effets du projet sur l'environnement notamment du point de vue des nuisances sonores et de la pollution atmosphérique relevée par le préfet. Cette étude est réalisée sur la base d'un projet défini au stade esquisse, réalisée par la maîtrise d'œuvre MOSAIC. Elle est enrichie par des études techniques spécifiques réalisées par différents bureaux d'études.

Ce document vient répondre aux exigences attendues d'une étude d'impact définie à l'article R*122-5 du Code de l'environnement.

SOMMAIRE

PREAMBULE EXPLICATIF	3
SOMMAIRE	5
INDEX DES SIGLES ET ABREVIATIONS	7
1 INTRODUCTION	11
1.1 Acteurs du projet	12
1.2 Présentation sommaire du projet.....	13
1.3 Les procédures réglementaires.....	16
2 PRESENTATION DE L'OPERATION D'AMENAGEMENT	19
2.1 Préambule.....	20
2.2 Genèse du projet	21
2.3 Description du projet de lotissement La Folie Couvrechef.....	23
2.4 Estimation des types et quantités de résidus et d'émissions issus du projet.....	30
3 ETUDE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LEUR EVOLUTION EN CAS DE MISE EN ŒUVRE OU NON DU PROJET	33
3.1 Adaptation du périmètre d'étude aux enjeux environnementaux.....	34
3.2 Compartiment climatique.....	35
3.3 Compartiment terrestre.....	40
3.4 Compartiment aquatique	45
3.5 Milieux environnants	54
3.6 Tissu social et économique	70
3.7 Infrastructures de transport et mobilités	77
3.8 Réseaux divers	91
3.9 Gestion des déchets.....	97
3.10 Gestion de l'eau	98
3.11 Nuisances locales et enjeux sanitaires.....	99
3.12 Synthèse des enjeux environnementaux et sanitaires susceptibles d'être affectés par le projet.....	110
3.13 Aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet	114
4 DESCRIPTION DES SCENARII D'AMENAGEMENT ETUDIES & RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU	117
4.1 Présentation des projets étudiés	118
4.2 Motivation du choix du projet retenu au regard des enjeux environnementaux	120
5 DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT & PRESENTATION DES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION, DE COMPENSATION, ET MODALITES DE SUIVI	121
5.1 Préambule.....	122
5.2 Incidences du projet sur le compartiment climatique & Mesures	125
5.3 Incidences du projet sur le compartiment terrestre & Mesures	128
5.4 Incidences du projet sur le compartiment aquatique & Mesures	130

5.5 Incidences du projet sur les milieux environnants & Mesures	135
5.6 Incidences du projet sur le tissu social et économique & Mesures	144
5.7 Incidences du projet sur les infrastructures de transport et mobilités & Mesures	148
5.8 Incidences du projet sur les réseaux, la gestion de l'eau et des déchets & Mesures	155
5.9 Incidences du projet sur les nuisances locales et enjeux sanitaire & Mesures.....	161
5.10 Incidences cumulées du projet avec d'autres projets existants ou approuvés	173

6 DESCRIPTION DES INCIDENCES NEGATIVES NOTABLES DU PROJET RESULTANT DE SA VULNERABILITE A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS	179
---	------------

6.1 Préambule	180
6.2 Vulnérabilité du projet au risque technologique	181
6.3 Vulnérabilité du projet aux risques engendrés par le changement climatique	182

7 SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET ET DES MESURES RETENUES EN VUE D'EVITER, DE REDUIRE OU DE COMPENSER LES INCIDENCES NEGATIVES	183
---	------------

7.1 Synthèse des effets du projet et des mesures retenues	184
7.2 Liste et contenu détaillé des mesures d'évitement retenues.....	189
7.3 Liste et contenu détaillé des mesures de réduction retenues	191
7.4 Liste et contenu détaillé des mesures d'accompagnement retenues	194
7.5 Liste et contenu détaillé des mesures de suivi retenues	195
7.6 Bilan des mesures retenues	196

8 ANALYSE DE LA COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION URBAINE ET ENVIRONNEMENTALE	197
--	------------

8.1 Préambule	198
8.2 Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Orne aval-Seulles.....	199
8.3 Plan de Prévention Multirisques (PPM) de la Basse Vallée de l'Orne	201
8.4 Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de Caen Métropole	202
8.5 Plan de déplacements Urbains (PDU) de la communauté d'agglomération de Caen la mer.....	204
8.6 Programme Local de l'Habitat (PLH) de la métropole Caen-La-Mer	205
8.7 Plan local d'urbanisme (PLU) de Caen.....	206

9 PRESENTATION DES AUTEURS DE L'ETUDE & DESCRIPTION DES METHODES UTILISEES	209
---	------------

9.1 Auteurs de l'étude.....	210
9.2 Analyse des méthodes	211
9.3 Difficultés rencontrées.....	212

TABLE DES ILLUSTRATIONS	215
--------------------------------	------------

FICHE TECHNIQUE DU DOCUMENT	220
------------------------------------	------------

LE RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE D'IMPACT ET SES ANNEXES FONT RESPECTIVEMENT L'OBJET DE DEUX DOCUMENTS SEPARES.

INDEX DES SIGLES ET ABREVIATIONS

A

AAC	Aire d'alimentation de captage
AAE	Avis de l'autorité environnementale
ABF	Architecte des Bâtiments de France
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AUCAME	Agence d'urbanisme de Caen Normandie métropole

B

BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
BSD	Bordereaux de Suivi de Déchets
BSS	Banque du sous-sol

C

CET	Centre d'Enfouissement Technique
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CHU	Centre hospitalier universitaire
CHV	Caen chemin vert
CLC	Corine Land Cover
CLMH	Caen La Mer Habitat
CPAM	Caisse primaire d'assurance maladie
CU	Communauté urbaine

D

DCE	Direction du cycle de l'Eau
DCE	Dossier de consultation des entreprises
DOO	Document d'orientations et d'objectifs
DPC	Dépôt de pétrole côtier
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
DTA	Directive territoriale d'aménagement

E

EEE	Espèces exotiques envahissantes
EH	Equivalent habitant
EMD	Enquête ménages déplacements
EnR	Energies renouvelables
EPAHD	Etablissement pour l'hébergement de personnes âgées dépendantes
EPFN	Etablissement public foncier de Normandie
EQUIPEX :	Equipement d'excellence
ERC	Eviter réduire compenser
ERS	Evaluation des risques sanitaires

F

FP	Filtre à particules
----	---------------------

G

GANIL	Grand accélérateur national d'ions lourds
GEIC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GES	Gaz à effet de serre

H

HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HDJ	Hôpital de jour
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
HTA	Haute tension A
HTB	Haute tension B

I

ICE	Indicateur de concentration d'emploi
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
ICU	Ilots de chaleur urbain
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
IPHE	incubateur/pépinières/hôtel d'entreprises

L

LABEX	Laboratoire d'excellence
-------	--------------------------

M

MCI	Mesures de compensation des impacts
MEI	Mesures d'évitement des impacts
MES	Matières en suspension
MRI	Mesures de réduction des impacts

N

NGF	Nivellement général de la France
NOTRe	Nouvelle organisation territoriale de la République
NQE	Normes de Qualité environnementale

O

OAP	Orientations d'aménagements et de programmation
ONERC	Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique
OP	Opération principale

P

PADD	Plan d'aménagement et de développement durable
PDU	Plan de déplacements urbains
PLH	Programme local de l'habitat
PLU	Plan local d'urbanisme
PNACC	Plan d'adaptation au changement climatique
PNSQA	Plan national de surveillance de la qualité de l'air
PPRI	Plan de prévention des risques inondations
PPRT	Plan de prévention des risques technologiques
PRPGD	Plan régional de prévention et de gestion des déchets
PRSQA	Programme régional de surveillance de la qualité de l'air
pSIC	proposition de site d'intérêt communautaire

R

RTE	Réseau de transport d'électricité
-----	-----------------------------------

S

SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SDAP	Service départemental de l'architecture et du patrimoine
SDC	Schéma départementaux des carrières
SDEC	Service public de l'énergie dans le Calvados
SP	Surface de plancher
SIC	Site d'intérêt communautaire
SIGES	Système d'information pour la gestion des eaux souterraines
SIS	Secteurs d'information sur les sols
SMEGREG	Syndicat mixte d'étude et de gestion de la ressource en eau du département de la Gironde
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SPL	Société publique locale
SPS	Sécurité protection de la santé
SRADDET	Schéma régional d'aménagement et de développement durables et d'égalité des territoires
SRADT	Schéma régional d'aménagement et d'égalité des territoires
SRCAE	Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique
SUP	Service d'utilité publique
SYMPERC	Syndicat mixte de production d'eau potable de la région de Caen

T

TER	Transport express régional
THT	Très haute tension
TMD	Transport de matières dangereuses
TMJA	Trafic moyen journalier annuel
TVB	Trame verte et bleue

U

UIOM	Unité d'incinération des ordures ménagères
------	--

V

VRD	Voiries et réseaux divers
-----	---------------------------

Z

ZAC	Zone d'aménagement concerté
ZBV	Zone des effets indirects par le Bris de Vitre
ZEI	Zone des effets irréversibles
ZICO	Zone importante pour la conservation des oiseaux
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
ZPS	Zone de protection spéciale
ZRE	Zone de répartition des eaux
ZSC	Zone spéciale de conservation
ZUP	Zone à urbaniser en priorité

1

INTRODUCTION

1.1 Acteurs du projet

1.1.1 Les porteurs du projet

La présente étude d'impact concerne le projet de lotissement de la Folie Couvrechef à Caen sur près de 2,3 ha porté par la ville de Caen et retranscrit dans les dispositions du Plan Local d'Urbanisme (PLU) au travers de l'Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) n°14 « Secteur Caserne Folie Couvrechef ».

Ce projet fait suite à la parution du décret du 18 décembre 2013 relatif au temps de travail des sapeurs-pompiers professionnels et suite à la décision prise par le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) de ne plus loger les sapeurs-pompiers à compter du 1er juillet 2016. Les biens mis à disposition, plus précisément ici les immeubles collectifs présents sur le site à usage de logements (démolis en 2019), compte tenu de leur désaffectation, ont vocation à faire retour de plein droit à leur propriétaire, c'est-à-dire la ville. La ville, propriétaire des immeubles a repris et délégué la gestion de cet ensemble à Caen La Mer Habitat par le biais d'une convention en date du 1^{er} juillet 2016. Ce mandat de gestion a abouti à son terme (18mois) à la vente des biens et du terrain à Caen la Mer Habitat.

Ces immeubles collectifs ne répondant pas aux besoins du marché (faible isolation thermique et phonique, problématiques d'accessibilité, parc exclusivement de grands logements (T4 et +). Il a ainsi été envisagé la démolition de ces derniers pour permettre la recomposition du site et le développement d'une offre de logements adaptée au marché avec une dominante de logements individuels groupés.

Caen la Mer Habitat assure ainsi la mise en œuvre opérationnelle du projet.

1.1.2 Les partenaires

Le projet de lotissement de la Folie Couvrechef est porté par Caen la Mer Habitat en partenariat avec la ville de Caen et la Communauté Urbaine Caen la Mer.

1.1.3 La maîtrise d'œuvre

Les études de conception du présent projet de lotissement ont été menées avec l'appui de la maîtrise d'œuvre MOSAIC.

Tableau 1 : Le porteur du projet



1 Place Jean Nouzille CS 15227
14052 CAEN Cedex 4

Tableau 2 : Les partenaires du projet



Tableau 3 : La maîtrise d'œuvre du projet



1.2 Présentation sommaire du projet

1.2.1 Les ambitions à l'emplacement des anciens logements de la caserne de la Folie Couvrechef

Suite à la parution du décret du 18 décembre 2013 relatif au temps de travail des sapeurs-pompiers professionnels et suite à la décision prise par le SDIS de ne plus loger les sapeurs-pompiers à compter du 1er juillet 2016, les biens mis à disposition, à usage de logements, compte tenu de leur désaffectation, ont vocation à faire retour de plein droit à leur propriétaire. Pour la caserne de la Folie Couvrechef à Caen, c'est la Ville de Caen qui est devenu propriétaire des logements.

Ces derniers (84 logements), localisés au sud du centre de secours n'étaient occupés que partiellement. Inoccupés ensuite depuis 2017, et ne répondant pas au besoin du marché (faible isolation thermique et phonique, problématiques d'accessibilité, parc exclusivement de grands logements (T4 et +), des réflexions sur la recomposition du site ont donc été menées.

Schéma 1 : Localisation des logements de la caserne Folie Couvrechef sur la commune de Caen



Ces réflexions sur le site ont été concrétisées par l'intégration d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) au PLU (modification n°3) en 2018. Le schéma d'intention présenté ci-contre, vient reprendre les principes d'aménagements souhaités :

- Création de nouvelles voies de desserte (pas d'urbanisation en impasse) ;
- Création d'un espace de convivialité ;
- Constructions majoritairement sous forme intermédiaire et individuel groupé. Collectifs possibles au Nord, en tampon avec la caserne, jusqu'à R+4 au maximum.

Schéma 2 : Emprise de la caserne restituée à la ville de Caen (Source : Convention de mise à disposition du centre de secours, juillet 2016)



Schéma 3 : OAP intégrée au PLU dans le cadre de la modification n°3 (Source : Caen Métropole, 2018)



1.2.3 La concrétisation opérationnelle du projet

Les bâtiments ont été démolis en 2020 par l'Etablissement Public Foncier de Normandie (EPFN). L'EPFN est en effet un partenaire des collectivités normandes qui intervient tant en phase études que travaux, notamment dans les domaines de reconversion des friches industrielles, de réhabilitation des sites urbains dégradés ...

Les études de projet ont ensuite été initiées par Caen la Mer Habitat par la désignation du cabinet MOSAIC en tant que maître d'œuvre fin 2021.

Ces études ont abouti à l'élaboration d'un plan esquisse et d'une programmation en 2022 sur le site qui représente environ 2,3 hectares. Ce projet tel que présenté que les plans ci-contre a ensuite fait l'objet d'une présentation en réunion publique fin 2022.

Schéma 4 : Plan au stade esquisse sur le projet de lotissement Folie Couvrechef (Source : Présentation réunion publique, novembre 2022)

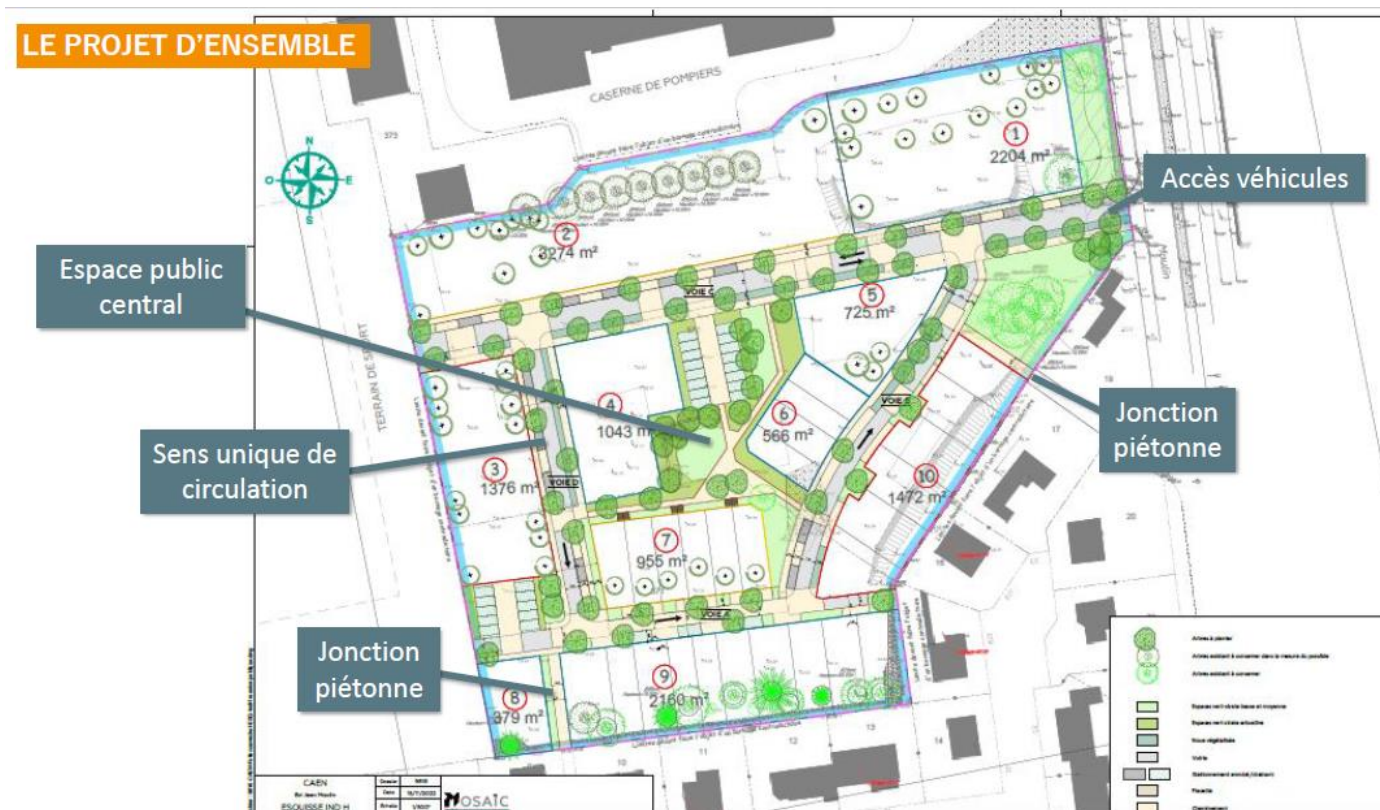


Schéma 5 : Programmation au stade esquisse sur le projet de lotissement Folie Couvrechef (Source : Présentation réunion publique, novembre 2022)



Suite à la réunion publique, le projet a été modifié essentiellement sur des aspects de programmation :

- Le lot 7 a été divisé en deux lots 7-1 et 7-2.
- Les surfaces des lots ont été redéfinies.
- Les aménagements sur les espaces communs qui seront rétrocédés à la communauté urbaine de Caen détaillés.

Le plan projet tel que présenté ci-après fait l'objet d'un permis d'aménager auquel sera joint la présente étude d'impact.

Schéma 6 : Plan de composition du projet au stade permis d'aménager (Source : MOSAIC Aménagement)



1.3 Les procédures réglementaires

1.3.1 L'évaluation environnementale

Suite à la réforme du régime des études d'impact effective depuis la parution du décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011, seuls sont soumis les projets mentionnés en annexe à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement. En fonction des seuils que le décret d'application définit, l'étude d'impact est soit obligatoire en toutes circonstances, soit sa nécessité est déterminée au cas par cas, après examen du projet par l'autorité environnementale.

Parmi les 48 catégories de projets mentionnées dans le tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement, le présent projet entre dans la catégorie 39 relative aux travaux, constructions et opérations d'aménagement. Les seuils mentionnés pour cette catégorie de projet sont rappelés ci-dessous.

Tableau 4 : Catégorie 39 du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement

CATÉGORIES de projets	PROJETS soumis à évaluation environnementale	PROJETS soumis à examen au cas par cas
39. Travaux, constructions et opérations d'aménagement.	a) Travaux et constructions créant une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du Code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m ² dans un espace autre que : -les zones mentionnées à l'article R. 151-18 du Code de l'urbanisme, lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ; -les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L. 161-4 du même Code, lorsqu'une carte communale est applicable -les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L. 111-3 du même Code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable ;	a) Travaux et constructions qui créent une surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du Code de l'urbanisme ou une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du même Code supérieure ou égale à 10 000 m ² ;
	b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est supérieur ou égal à 10 ha ;	
	c) Opérations d'aménagement créant une emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du Code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m ² dans un espace autre que : -les zones mentionnées à l'article R. 151-18 du Code de l'urbanisme lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ; -les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L. 161-4 du même Code, lorsqu'une carte communale est applicable -les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L. 111-3 du même Code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable.	b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher au sens de l'article R. 111-22 du Code de l'urbanisme ou l'emprise au sol au sens de l'article R. * 420-1 du même Code est supérieure ou égale à 10 000 m ² .

La présente opération d'aménagement se développant sur un terrain d'assiette inférieur à 10 hectares (**surface de projet = 2,3 hectares**) et prévoyant la création d'une Surface De Plancher (SDP) supérieure à 10 000 m² (**SDP projetée = environ 12 000 m², SDP maximale = 15 450 m²**), elle est donc soumise à examen au cas par cas au titre de la catégorie 39°a).

1.3.2 La demande d'examen au cas par cas

Une demande d'examen au cas par cas a donc été déposée par Caen la Mer Habitat en septembre 2022.

Une décision a été rendue 7 décembre 2022 dans laquelle le préfet de Normandie soumet le projet à évaluation environnementale, le projet apparaissant au regard des données transmises comme susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement et la santé humaine.

Cette décision est justifiée par le préfet au regard d'une prise en compte jugée insuffisante dans la conception du projet :

- Des nuisances sonores auxquelles seront exposés les futurs habitants ;
- Des pollutions atmosphériques associées au trafic routier auxquelles seront également exposés les futurs habitants ;
- De l'impact sur la ressource en eau. Les futurs besoins en eau du lotissement doivent être précisés ainsi que les dispositifs prévus dans le cadre du projet favorisant la récupération des eaux de pluie ;
- Des impacts du projet sur les capacités de collecte et de traitement de l'assainissement ;
- Des impacts du projet sur les eaux souterraines et le phénomène de ruissellement. Il est mis en avant un manque de précision sur la gestion des eaux pluviales envisagée (la capacité des sols à infiltrer et filtrer les polluants potentiels, les ouvrages prévus et leur dimensionnement) ;
- De la présence potentielle de cavités souterraines non localisées ;
- Des enjeux écologiques du site. L'absence d'enjeux depuis la démolition des bâtiments doit être démontrée notamment ;
- Des risques de réactions allergiques ou de parasites au travers des essences qui seront employées pour végétaliser le lotissement ;
- De l'impact potentiel sur le climat. Il est attendu notamment une présentation des aménagement prévus en faveur des modes actifs, des émissions de gaz à effets de serre potentielles générées par le projet en chantier et en phase aménagée et de l'impact sur les ressources naturelles notamment pour répondre aux besoins énergétiques des futurs habitants ;
- De l'impact paysager du projet sur le Monument Historique du couvent des bénédictines

La présente étude d'impact viendra donc répondre aux questionnements relevés par le préfet et listés ci-dessus.

1.3.3 Les fonctions de l'évaluation environnementale

La démarche d'évaluation environnementale permet de s'assurer que l'environnement est pris en compte le plus en amont possible afin de garantir un développement équilibré du territoire. Elle est l'occasion de répertorier les enjeux environnementaux de celui-ci et de vérifier que les orientations envisagées dans l'opération d'aménagement ne leur portent pas atteinte. Les objectifs de l'évaluation environnementale sont ainsi :

- Vérifier que l'ensemble des facteurs environnementaux ont été bien pris en compte à chaque moment de la préparation du plan ou programme ;
- Analyser tout au long du processus d'élaboration de l'opération, les effets potentiels des objectifs et orientations d'aménagement et de développement sur toutes les composantes de l'environnement ;
- Permettre les inflexions nécessaires pour garantir la compatibilité des orientations avec les objectifs environnementaux ;
- Dresser un bilan factuel à terme des effets du plan ou programme sur l'environnement.

L'évaluation environnementale doit être perçue comme une démarche au service d'un projet de territoire cohérent et durable. Elle doit s'appuyer sur l'ensemble des procédés qui permettent de vérifier la prise en compte :

- des objectifs de la politique de protection et de mise en valeur de l'environnement qui doivent se traduire par des engagements aussi précis que ceux relatifs à l'aménagement et au développement ;
- des mesures pour limiter les incidences négatives et renforcer les effets positifs des orientations retenues,
- des études relatives aux impacts sur l'environnement ;
- des résultats des débats de la concertation sur la compatibilité des différents enjeux territoriaux (économiques, sociaux, environnementaux).

L'évaluation environnementale est une démarche intégrée à l'élaboration de l'opération d'aménagement d'ensemble, et quel que soit le périmètre.

L'évaluation environnementale est une démarche temporelle. Elle s'inscrit dans une approche « durable » et se décline sur plusieurs horizons temporels. Ainsi, l'évaluation environnementale s'applique dès l'amont, et s'affine au fur et à mesure que le projet se précise dans sa définition et conception.

L'évaluation environnementale est une démarche continue. La prise en compte des objectifs de respect de l'environnement doit accompagner les travaux d'élaboration, permettant d'intégrer les considérations environnementales dans les processus de décision.

L'évaluation environnementale est une démarche progressive. Le niveau de précision technique de l'opération d'aménagement va croissant selon les phases d'élaboration (état des lieux, objectifs et orientations) et les « réponses » en termes d'environnement doivent également adopter une précision croissante.

L'évaluation environnementale est une démarche sélective. Les critères déterminants d'évaluation sont choisis, au sein des champs de l'évaluation, au regard des enjeux environnementaux. Une évaluation environnementale ne doit pas forcément traiter tous les thèmes de l'environnement de façon détaillée et exhaustive.

L'évaluation environnementale est une démarche itérative qui doit être menée par approfondissements successifs chaque fois que de nouveaux problèmes sont identifiés en fonction de l'avancement du projet. L'évaluation environnementale doit être adaptée à la sensibilité et à l'importance des enjeux environnementaux et des projets, propres à chaque territoire.

1.3.4 Le contenu de l'étude d'impact

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement, le contenu de l'étude d'impact doit être proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

L'étude d'impact doit comporter les éléments présentés dans le tableau ci-contre, en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire. Le renvoi de ce contenu réglementaire aux différents chapitres de la présente étude d'impact est précisé dans ce tableau.

Par ailleurs, le projet étant considéré comme une opération d'aménagement (mentionné à l'article L. 300-1-1 du code de l'urbanisme), l'étude d'impact comprend en outre :

- Les conclusions de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone ainsi qu'une description de la façon dont il en est tenu compte ;
- Les conclusions de l'étude d'optimisation de la densité des constructions dans la zone concernée ainsi qu'une description de la façon dont il en est tenu compte.

1.3.5 Les études réglementaires à venir

Le plan masse du projet définit à ce stade sera consolidé lors des phases de conception ultérieures. Il sert de base à la constitution :

- Du Dossier Loi sur l'Eau relatif à l'opération qui sera soumis à déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0. relatif au rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles, le sol ou le sous-sol ;
- Du Permis d'aménager conformément à l'article R.421-19 comprenant le règlement du lotissement ;
- Des Cahiers des charges des travaux d'aménagement des espaces publics ;
- Du règlement du lotissement relatifs à l'aménagement des espaces cessibles. Ces documents permettront de préciser :
 - Les dispositions architecturales et paysagères d'aménagement sur le lotissement ;
 - Les dispositions techniques relatives à la prise en compte des enjeux et des sensibilités du site pour l'aménagement des lots (normes acoustiques, normes thermiques, desserte énergétique, stationnement, nivellement des terrains, ...) ;
 - Des dispositions particulières quant à la réalisation des travaux en lien, entre autres, avec les aspects sanitaires (gestion des pollutions) ou la biodiversité.

Tableau 5 : Contenu de l'étude d'impact selon l'article R.122-5 du Code de l'Environnement

Contenu réglementaire de l'étude d'impact		Chapitre dédié
1°	Un résumé non technique des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;	TOME 3
2°	Une description du projet , y compris en particulier : – une description de la localisation du projet ; – une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ; – une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ; – une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement. Pour les installations relevant du titre Ier du livre V et les installations nucléaires de base relevant du titre IX du même livre, cette description peut être complétée, dans le dossier de demande d'autorisation, en application des articles R. 181-13 et suivants et de l'article R. 593-16.	TOME 1 CHAPITRE 2
3°	Une description des aspects pertinents de l' état initial de l'environnement , et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport à l'état initial de l'environnement peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles	TOME 1 CHAPITRE 3
4°	Une description des facteurs mentionnés au III de l'article L.122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage	
5°	Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres : a) De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ; b) De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ; c) De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ; d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ; e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés. Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés. Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact : – ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une consultation du public ; – ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent Code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public. Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ; f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ; g) Des technologies et des substances utilisées. La description des éventuelles incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet	TOME 1 CHAPITRE 5
6°	Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence	TOME 1 CHAPITRE 6
7°	Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine	TOME 1 CHAPITRE 4
8°	Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour : – éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ; – compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité. La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5°	TOME 1 CHAPITRES 6 & 7
9°	Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposée	
10°	Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement	TOME 1 CHAPITRE 9
11°	Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation	

Contenu réglementaire de l'étude d'impact		Chapitre dédié
+	Les conclusions de l' étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone ainsi qu'une description de la façon dont il en est tenu compte ;	TOME 3 CHAPITRE 3
+	Les conclusions de l' étude d'optimisation de la densité des constructions dans la zone concernée ainsi qu'une description de la façon dont il en est tenu compte.	TOME 3 CHAPITRE 3

2

PRESENTATION DE L'OPERATION D'AMENAGEMENT

2.1 Préambule

2.1.1 Rappel de la notion de « projet » selon le Code de l'environnement

La notion de « projet » étant la notion centrale de l'approche de l'évaluation environnementale, il convient en préambule de ce chapitre, de rappeler la description à laquelle l'article L.122-1 du Code de l'environnement, renvoie :

Projet : la réalisation de travaux de construction, d'installations ou d'ouvrages, ou d'autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, y compris celles destinées à l'exploitation des ressources du sol.

Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité. [...] ».

Le projet de lotissement Folie Couvrechef à Caen constitue un projet à lui seul. En effet, il n'est pas intégré dans une réflexion portée à plus large échelle comme sur le cas de la ZAC Mont Coco – Côte de Nacre étant la première étape opérationnelle du projet métropolitain EPOPEA PARK.

Ainsi la notion de « projet » appliquée ici pour mener l'évaluation environnementale se limitera au seul périmètre de l'opération du lotissement de la Folie Couvrechef puisqu'en effet les aménagements projetés aux alentours diffèrent aussi bien du point de vue de la maîtrise d'ouvrage et/ou de la temporalité de mise en œuvre.

2.1.2 Composante du projet & Maîtrise d'ouvrage

Le projet sur lequel est menée la présente évaluation environnementale poursuit de nombreux objectifs qui sont rappelés dans la suite de ce chapitre.

Comme évoqué en introduction ci-dessus, ce projet porté par Caen la Mer Habitat porte un objectif principal tourné vers la création d'un quartier de logements. La localisation du projet est rappelée sur le schéma ci-contre.

Le périmètre du projet, dont les contours sont précisés sur le schéma suivant, s'étend sur une emprise de 2,3 hectares environ.

Schéma 7 : Contour du périmètre du projet du lotissement de la Folie Couvrechef



Pour cette OAP du secteur « Caserne – Folie Couvrechef », les principes d'aménagement qui ont été retenus par la ville de Caen, relèvent principalement de trois aspects :

- La prise en compte des principes de desserte définis : entrée principale et sortie sur le boulevard Jean Moulin, desserte interne offrant un maillage adapté (pas d'urbanisation en impasse), création à terme d'une nouvelle voie permettant de relier la rue des Tisserands au secteur de développement.
- La création d'un espace collectif de convivialité à l'échelle du nouveau secteur d'habitat.
- La programmation de formes de logements à dominante intermédiaire et individuels groupés. Des formes collectives pourraient être programmées en tampon avec les équipements de la caserne toujours en fonction. Les constructions pourront atteindre une hauteur de R+4 au nord du site et R+1+comble au sud, du côté de la rue des Potiers.
- Une programmation mixte entre logements en accession et logements locatifs sociaux

2.3 Description du projet de lotissement La Folie Couvertechef

2.3.1 Localisation du projet

Le projet de lotissement se situe au Nord de la ville de Caen dans le département du Calvados (14). Il est localisé dans le quartier de la Folie Couvertechef, à l'extérieur du périphérique. Le terrain se situe à l'angle de deux axes viaires importants, le Boulevard Maréchal Juin et le Boulevard Jean Moulin.

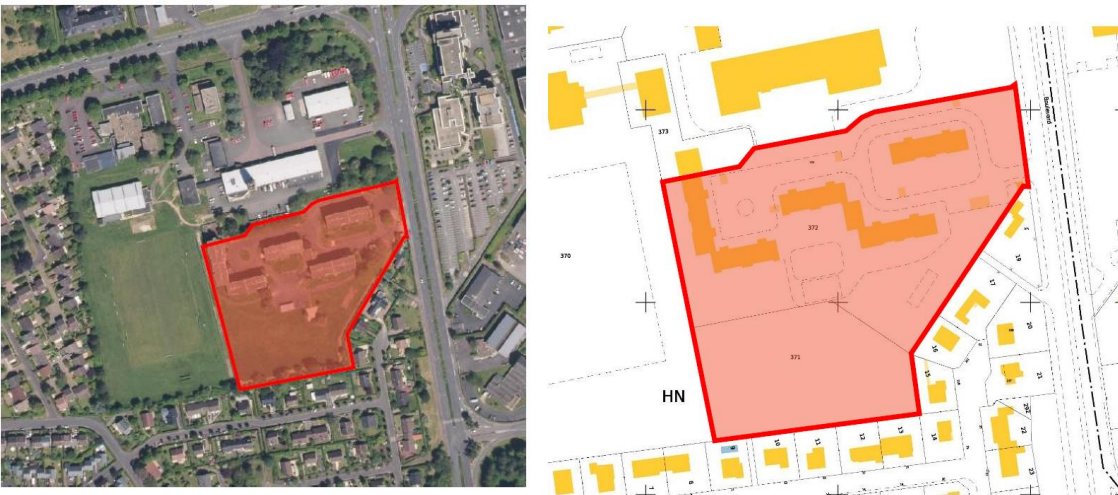
Schéma 9 : Localisation du secteur d'étude



Le projet est domicilié au 1 place Jean Nouzille CS 15 227 14052 CAEN Cedex 4. Il sera en partie réalisé au droit des anciens logements de la caserne démolis en 2020.

Le terrain d'assiette de l'opération est constitué des parcelles cadastrales section HN numérotées 372 et 371.

Schéma 10 : Localisation du secteur d'étude sur la base d'une photo aérienne avant démolition des logements et du plan cadastral (Source : MOSAIC)



2.3.2 Principes d'aménagement retenus

Eléments de programmation des îlots privés

Le lotissement sera composé de 11 lots destinés à l'édification de constructions à usage principal d'habitation. Les lots 6, 7-1, 7-2, 9 et 10 sont destinés chacun à recevoir des logements groupés sous forme d'habitations en bandes. Les lots 1,2, 4 et 5 sont destinés à la construction de logements collectifs et/ou intermédiaires. Le lot 8 est un lot libre destiné à la construction d'un logement individuel.

Le programme de construction se définit comme suit :

Tableau 6 : Eléments programmatiques (Source : MOSAIC Aménagement)

	Modèle économique	TYPES	Nombre de logements		
			MINIMUM	ENVISAGES	MAXIMUM
Lot 1	Logements en accession libre	Collectifs	40	41	41
Lot 2	Logements locatifs sociaux	Collectifs et intermédiaires	64	66	68
Lot 3	Logements en accession abordable	Intermédiaires	12	12	12
Lot 4	Logements en accession libre	Collectifs	30	30	30
Lot 5	Logements en accession libre	Collectifs	15	20	20
Lot 6	Logements en accession libre	Maisons individuelles	4	4	4
Lot 7-1	Logements locatifs sociaux	Maisons individuelles	2	2	2
Lot 7-2	Logements locatifs sociaux	Maisons individuelles	2	2	2
Lot 8	Lot libre de constructeur	Maison individuelle	1	1	1
Lot 9	Logements en accession libre	Maisons individuelles	10	10	10
Lot 10	Logements en accession abordable	Maisons individuelles	6	6	6
			186	194	196

Il est ici considéré la création de 194 logements. Comme précisé dans le tableau de programmation, ce chiffre est susceptible d'évoluer en fonction des projets à venir sur les lots privés.

Le nombre de logements locatifs sociaux et de logements en accession abordable sera au minimum de 86, soit de 43,9% à 46,2% du nombre total de logements

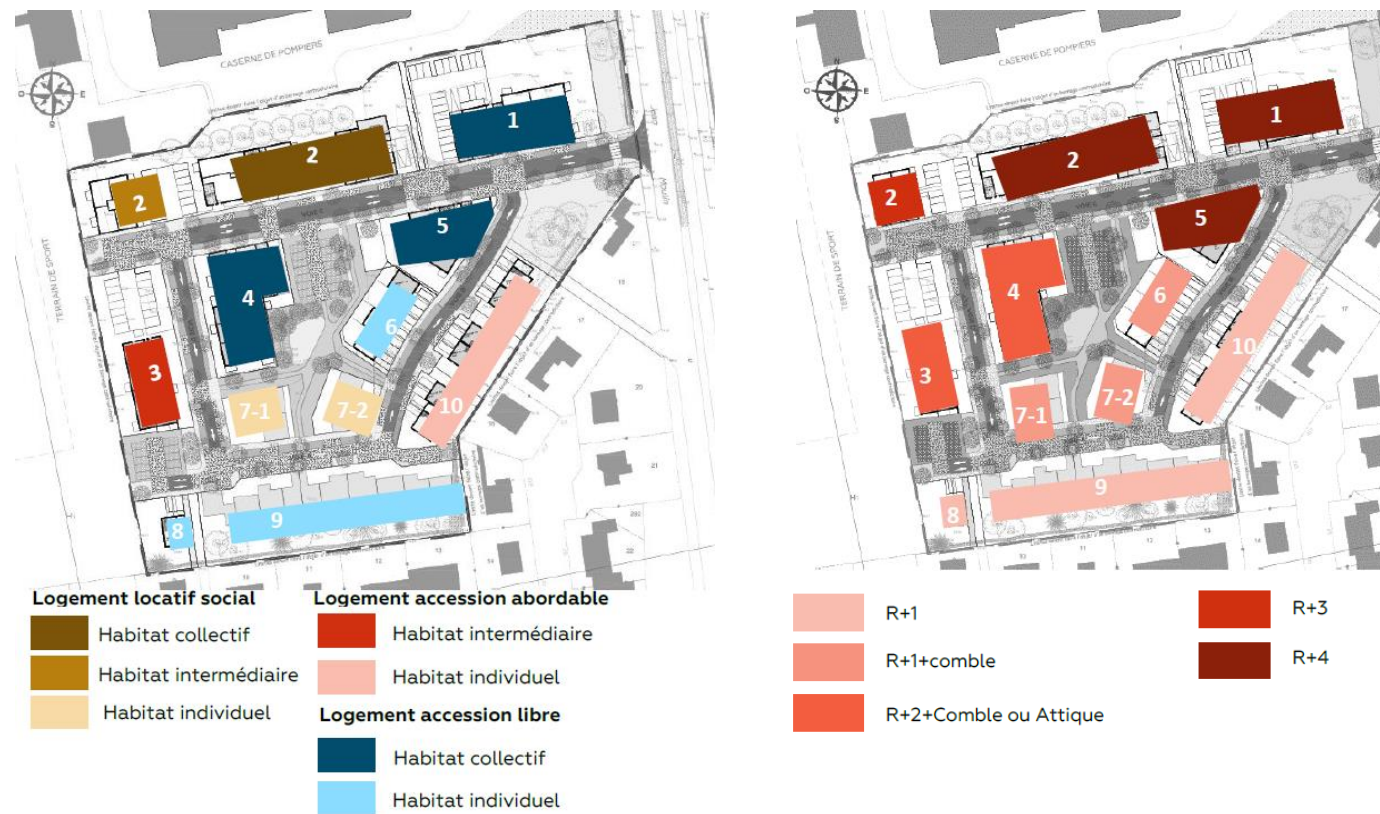
Le terrain d'assiette du projet se situe en secteur UP du Plan Local d'Urbanisme de Caen. La superficie globale du projet est d'environ 22 662 m². Un règlement sur le lotissement sera mis en place et sera applicable à l'ensemble des lots.

Formes urbaines

Du point de vue de l'architecture des futurs bâtiments, l'épannelage des constructions sera répartie de façon croissante du Sud vers le Nord :

- De l'habitat individuel R+1 en limite avec le quartier résidentiel pavillonnaire existant au Sud et l'Est de façon à minimiser l'impact visuel depuis les habitations existantes ;
- De l'habitat R+2 et R+2+Attique ou Comble au centre du projet, sous forme de d'habitat collectif et intermédiaire ;
- De l'habitat R+3 et R+4 au Nord en limite avec le centre des sapeurs-pompiers, sous forme d'habitat collectif et intermédiaire.

Schéma 11 : Programmation sur le lotissement et épannelage des constructions (Source : MOSAIC Aménagement)



Trame paysagère des espaces publics

Le dessin du projet intègre et tient compte de la végétation existante de façon à assurer l'insertion paysagère de l'opération dans son environnement. La végétation existante sera largement complétée par des espaces verts créés et l'aménagement paysager des voies créées. La création d'un espace vert central permettra d'offrir des lieux qualitatifs pour les habitants et d'ouvrir des vues traversantes dans le paysage.

Du point de vue de la palette végétale, cette dernière a été validée avec les services espaces verts de la CUCLM. Les essences d'arbres sont multipliées pour éviter la monotonie des alignements classiques et aussi pour assurer la pérennité d'un cadre paysage face au changement climatique.

Les espaces verts dans les espaces communs représentent 3 558 m² soit 42 % des espaces libres. (Compris le cheminement piéton perméable de l'espace vert central en cœur d'îlot). Par ailleurs, dans les espaces communs 6 d'arbres (de hauteur minimale de 7 m et d'une force d'au moins 60 cm) seront abattus. Le projet prévoit la plantation d'environ 67 arbres de force comprise entre 16/18 et 20/25.

Schéma 12 : Répartitions des essences prévues sur les espaces communs (Source : MOSAIC)



Schéma 13 : Répartitions des essences prévues sur les espaces communs (Source : MOSAIC)

ARBRES PROJET - VOIE D



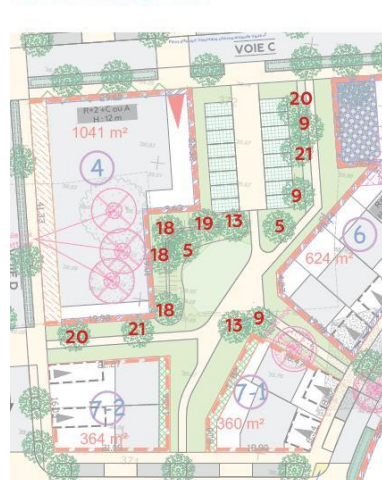
NOUES

Metasequoia glyptostroboides
Métaséquoia de Chine

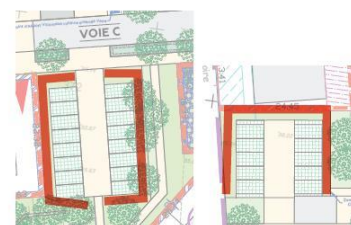
ESPACES LIBRES

Carpinus betulus 'Fastigiata'
Charme fastigiéLiquidambar styraciflua
Copalme d'AmériqueAlnus cordata
Aulne à feuille en cœur

ESPACE VERT CENTRAL

Pinus nigra
Pin noirAlnus spaethii 'Spaeth'
Aulne de SpaethStyx japonicus
Arbre aux clochettes d'argentLiquidambar styraciflua
Copalme d'AmériqueLarix decidua
Mélèze d'EuropeCercis siliquastrum
Arbre de JudéeTilia henryana
Tilleul de Henry

AUTOUR DES PARKINGS VISITEURS

Choisya ternata
Oranger du MexiqueOsmanthus x burkwoodii
OsmantheCornus sanguina
Cornouiller sanguinPhiladelphus 'Virginal'
SeringatAbelia grandiflora
Abelia à grandes fleursVinca minor alba
Petite pervenchePachysandra terminalis
PachysandraPachysandra terminalis
Pachysandra

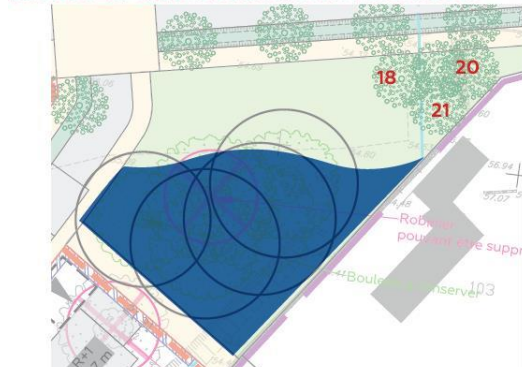
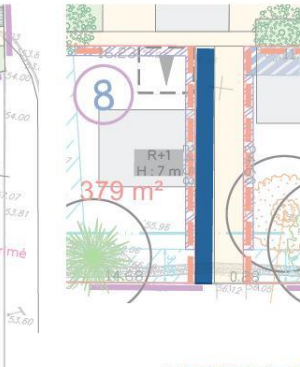
ESPACES VERTS LE LONG DES LOTS

Géranium macrorrhizum 'White Ness'
Géranium vivace blancCarex oshimensis 'evergreen'
Laiche d'OshimaVerbena bonariensis
Verveine de Buenos Aires

Heuchère

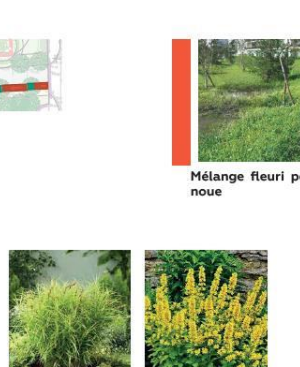
Helleborus orientalis 'Picotee Lady'
Hellebore orientaleEchinacea purpurea
Echinacée pourpreDeschampsia cespitosa 'Goldtau'
Canche cespitueuseGaura lindheimeri
Gaura de LindheimerScabiosa ochroleuca yellow
Scabieuse jauneGaura lindheimeri
Gaura de LindheimerScabiosa ochroleuca yellow
Scabieuse jaune

ESPACE VERT LE LONG DE LA LIAISON PIÉTONNE SUD

Styx japonicus
Arbre aux clochettes d'argentTilia henryana
Tilleul de HenryCercis siliquastrum
Arbre de Judée

Gazon fleuri

DANS LES NOUES



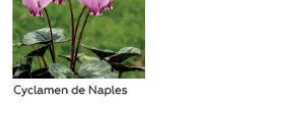
Carex miskumensis



Lysimachia vulgaris

Carex elata 'Aurea'
Laiche élevéeIris pseudoacorus
Iris des maraisJuncus effusus
Jonc diffusEupatorium cannabinum
Eupatoire chanvrineLythrum salicaria
SalicaireThysa latifolia
Massette

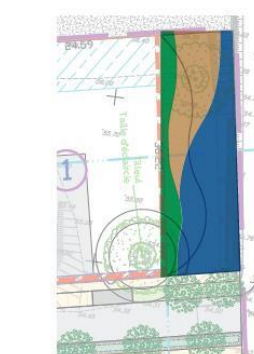
MASSIFS EN PIED D'ARBRES ENTR LES STATIONNEMENTS

Verberna bonariensis
Verveine de Buenos AiresNarcissus Jonquilla
JonquilleCalanthe nivalis
Perce-neige

ZONE DE REcul LE LONG DU BD. JEAN MOULIN

Daphne odora
Bois joliCornus sanguina
Cornouiller sanguinIlex crenata
Houx créneléCalcarpa bodinieri
Camelia champêtreMiscanthus sinensis 'Gracilimus'
Roseau de ChineViburnum tinus
Viorne tinEuonymus fortunei Coloratus
Fusain rampantEuonymus fortunei Coloratus
Fusain rampant

Bâche biodégradable



Infrastructures viaires et organisation des mobilités douces

Le nouveau quartier s'accède depuis le boulevard Jean Moulin. Les lots sont desservis par une voie qui forme une boucle avec deux amorces en impasse vers l'Ouest afin de desservir une éventuelle extension du quartier et relier la rue des Tisserands comme l'indique l'OAP. Les voies de dessertes se caractérisent de la façon suivante :

- Voie A : voie secondaire à sens unique de circulation desservant uniquement du logement individuel
- Voie B : voie secondaire à sens unique de circulation desservant uniquement du logement individuel
- Voie C : voie principale structurante à double sens de circulation desservant tous les logements collectifs et intermédiaires
- Voie D : voie secondaire à sens unique de circulation desservant uniquement du logement individuel

Schéma 14 : Schéma de desserte du lotissement (Source : MOSAIC Aménagement)



Une liaison piétonne est connectée à la liaison piétonne existante au Sud, raccordant le projet à la rue des Potiers. Une amorce de cheminement sera réalisée dans l'intention de créer une future liaison piétonne à l'Est du projet, permettant de relier le nouveau quartier au Boulevard Jean Moulin.

Les modes de déplacements doux sont assurés dans le quartier via les trottoirs le long de voie A, B, C, D. Les chemins piétons présents dans l'espace vert central permettent également d'assurer un maillage piéton au sein de l'opération.

Offre de stationnement

La gestion du stationnement automobile à l'échelle de l'opération d'aménagement est envisagée ainsi :

- L'intégration dans le projet d'une offre équivalente à 56 places sur domaine public. Le profil de la voirie intègre ainsi des poches de stationnement longitudinal le long des voies mais également en poche de stationnement concentrée notamment au cœur du lotissement.
- La proposition d'une offre de stationnement adaptée à l'échelle de l'îlot privé qui tient compte des objectifs du Plan de Déplacements Urbains (PDU) et du PLU.

Raccordement aux réseaux divers

A ce stade, les principes en termes de raccordement aux réseaux sur le projet sont les suivants :

- **Réseaux d'assainissement des eaux usées** : Pour la collecte des eaux usées, il sera mis en place un réseau d'assainissement qui sera principalement gravitaire et sera placé sous les nouvelles chaussées permettant ainsi un entretien aisé (accès aux regards de visites par les engins de curage, ...). Pour chaque parcelle, il sera mis en place un branchement afin que chacun puisse raccorder son réseau créé au regard mis en attente.
- **Réseaux d'eau potable et défense incendie** : Un réseau d'adduction eau potable sera déployé au sein du lotissement depuis le boulevard Jean Moulin. Il sera dimensionné afin de pouvoir garantir un débit et une pression suffisante aux habitants sans dégrader les conditions d'alimentation des usagers situés à proximité. Ce réseau permettra également de couvrir la défense incendie du quartier, en assurant une couverture qui respecte les normes en vigueur en terme de débit et pression et typologie de bâtiment. L'opération sera défendue par 1 poteau incendie à créer dans le cadre du projet au droit de la voie principale, à moins de 200m de chacun des logements. Le gabarit et le tracé des voies permettent la circulation des véhicules de secours. L'opération pourra aussi bénéficier de la protection de la bouche incendie existante Boulevard Jean Moulin. Chaque acquéreur devra assurer l'éventuelle défense incendie complémentaire exigée par son activité.
- **Réseau d'électricité** : Un réseau basse tension sera déployé au sein du lotissement, comprenant également l'implantation d'un nouveau poste de transformation.
- **Réseaux de télécommunication** : Un nouveau réseau sera mis en place sur les nouvelles voies de circulation, au pourtour des îlots. Chaque îlot à bâtir disposera d'un branchement individuel permettant de l'alimenter.
- **Eclairage public** : Un réseau sera déployé sur le lotissement pour l'éclairage public. Ce réseau sera alimenté par une armoire d'éclairage qui sera réalisée dans le cadre du projet.
- **Réseau de chaleur urbain** : Il est prévu d'alimenter le futur quartier via le réseau de chaleur urbain Caen Nord. Le double réseau calorifugé sera déployé dans une tranchée distincte du reste des réseaux afin de faciliter la pose des pièces spéciales (lyre de dilatation, ventouses, ...) et faciliter sa maintenance. Le réseau pourrait être alimenté dans un premier temps par la chaufferie existante dans l'enceinte de la caserne de pompier adjacente. Le délégataire fournira l'énergie depuis cette chaufferie, alimentée au gaz. Il sera ensuite raccordé au futur Réseau de Chaleur Urbain Nord dont le déploiement est envisagé en 2027/2028. Le raccordement se fera à l'entrée de l'opération, Boulevard Jean Moulin.

Approvisionnement énergétique & Développement des énergies renouvelables

Le présent projet entre dans le champ d'application de l'article L.300-1 du Code de l'urbanisme qui précise que « Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. » L'étude en question réalisée par INGETEC est fournie en annexe de ce document (TOME 2).

Il est estimé dans cette étude, une consommation énergétique annuel de l'ordre de 1,2 GWh_{EP} pour les besoins en chaleur à terme, et une consommation énergétique de l'ordre de 34 GWh_{EP} pour l'électricité. La stratégie énergétique est d'ores et déjà actée en ce qui concerne le projet puisque la Communauté Urbaine prévoit à court terme (2025-2026) le déploiement du réseau de chaleur urbain Caen Nord jusqu'au quartier du Chemin Vert et à moyen terme (2027-2028) jusqu'au projet. Le tracé du réseau transitera donc au sein du site et constituera la Source d'alimentation en chaleur principale du quartier.

2.3.3 Gestion des eaux pluviales

Raisons justifiant le système d'assainissement pluvial retenu

La détermination des principes d'assainissement pluvial est une étape primordiale dans la réflexion d'aménagement d'un projet. En effet, il convient que les principes qui seront retenus soient d'une part, parfaitement adaptés aux caractéristiques initiales du site et d'autre part, qu'ils respectent les règles en vigueur en matière d'assainissement pluvial sur le territoire.

Les paragraphes suivants synthétisent les raisons qui ont permis d'aboutir aux principes d'assainissement retenus à ce jour pour le projet de lotissement de la Folie Couvrechef.

Identification des règles applicables sur le territoire en matière de gestion des eaux pluviales

Sur la commune de Caen, la compétence en matière d'assainissement pluvial est gérée par la Communauté Urbaine de Caen la Mer. La société VEOLIA assure la gestion du service de l'assainissement sur l'ensemble du territoire.

Le zonage d'assainissement de Caen la Mer s'applique ici. Il comporte 3 cartes dont :

- Une sur la faisabilité d'infiltration des sols ;
- Une sur le volet quantitatif à respecter ;
- Une dernière sur le volet qualitatif.

Les prescriptions du zonage s'appliquent selon les zones et les natures des projets d'aménagement en distinguant :

- La construction de maisons individuelles ;
- Les autres projets (typologie de projet qui nous concerne ici)

Ainsi dans le cadre de cette opération, du point de vue de :

- La perméabilité des sols : L'étude géotechnique a permis de préciser la capacité des sols à infiltrer les eaux. Les précisions sur cette étude sont données au paragraphe suivant : **cf. partie 3.3.2.2. Perméabilité des sols.**
- Du volet quantitatif : Le projet se situe en aléa très fort (ssBV81)
 - La pluie dimensionnante est donc la pluie 50 ans.
 - Le débit de fuite maximum à respecter est de 3 L/s/ha (avec un seuil technique minimum de 1 L/s)
- Du volet qualitatif : Le projet se situe en aléa faible (BV81)
 - Le dispositif de gestion des eaux pluviales devra assurer une déconnexion des réseaux d'un volume de 16L/m² de surface imperméabilisée, soit l'équivalent de 312 m³ sur l'opération.
 - La pluie dimensionnante est la pluie de 16mm de 1h.

La pluie dimensionnante retenue pour la conception du projet est la pluie centennale.

Identification des contraintes et enjeux du secteur à aménager

Dans le cas présent, les principaux éléments qui doivent être pris en compte sur le secteur du projet sont les suivants. Ces éléments sont précisés plus en détails dans la partie de la présente étude d'impact relative à l'état actuel de l'environnement (cf. partie 3 : Etude des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre ou non du projet).

Tableau 7 : Paramètres pris en compte dans le cadre de la définition des principes de gestion des eaux pluviales de l'opération

Perméabilité des sols	Les résultats obtenus après essais de perméabilité démontrent une capacité d'infiltration comprise entre 2,4 x 10 ⁻⁶ m/s et 1,5 x 10 ⁻⁵ m/s. La perméabilité du sol est donc favorable à l'infiltration des eaux pluviales. La valeur retenue pour les calculs de dimensionnement des ouvrages d'infiltration sera, par mesure de sécurité, la plus faible mesurée ici à savoir 2x 10 ⁻⁶ m/s.
Topographie	La topographie du secteur est relativement plane avec un faible dénivelé. Le point le plus bas se situe au Sud Est tandis que les points hauts se situent sur la partie Nord/Nord-Ouest.
Réseau pluvial existant	Aucun réseau n'est présent sur le site. Un réseau d'eau pluvial est situé à l'Est sur le boulevard Jean Moulin. A noter qu'aucun ouvrage de stockage/régulation n'est présent au sein du quartier.
Arbres existants	Le projet vise à maintenir le plus grand nombre d'arbres en place sur le site. L'emplacement de ces derniers vient donc contraindre les emprises potentielles dédiées à la gestion des eaux pluviales.

Principes retenus pour la gestion des eaux pluviales

En tenant compte des éléments présentés précédemment, une stratégie globale a été retenue pour la gestion des eaux pluviales dans le cadre de cette opération. L'un des premiers grands principes appliqués à ce projet est la gestion des pluies courantes à la source. Ce principe qui s'inscrit comme un invariant aujourd'hui puisque vertueux sur de nombreux aspects, implique la création de nouvelles surfaces perméables réparties de manière homogène sur l'ensemble des espaces publics pour éviter la concentration des écoulements pluviaux et le phénomène de ruissellement.

Afin d'appliquer ce principe au projet, le profil en travers des futures voiries a été étudié de manière à ce que les fosses d'arbres et autres bandes végétalisées soient positionnées dans la majeure partie des cas à l'exutoire des ruissellements de surface en créant une pente pour les surfaces minérales orientée vers ces espaces verts.

- Les eaux pluviales ruisselant sur les surfaces imperméabilisées publiques seront ainsi collectées directement par les fosses d'arbres, noues et autres espaces verts qui joueront d'absorption efficaces lors de pluies courantes. Toutefois, la densité du projet ne permet pas d'envisager la gestion de l'ensemble des eaux ruisselées par des noues. Les eaux de ruissellement des espaces communs seront collectées par les noues d'infiltration situées le long des voies et par des avaloirs et réseaux de collecte enterrés. Les noues seront complétées par des ouvrages d'infiltration de type SAUL.
- Sur les lots 2, 4 et 5, compte tenu des contraintes vis-à-vis des emprises disponibles au sol et des risques liés à l'infiltration des eaux à proximité des parkings souterrains, les pluies courantes des bâtiments collectifs seront gérées avec des toitures végétalisées. Ces toitures plates végétalisées ne doivent pas nécessairement être équipées d'un débit de fuite. L'objectif est de profiter du substrat végétal pour absorber les premières pluies et jouer sur le phénomène d'évapotranspiration. Au-delà de 10 mm de pluie, nous considérons que l'excédent d'eau se déverse via les gouttières et rejoint le domaine public. Le volume d'eau correspondant sera géré par les ouvrages des espaces communs.
- Sur les lots 1, 3 et 8 les eaux devront être gérées à la parcelle par infiltration. Les ouvrages devront permettre la gestion d'une pluie d'intensité d'occurrence cinquantennale. En cas de pluie d'intensité supérieure, jusqu'à centennale, les eaux devront être contenues dans l'emprise du lot sans surverse vers l'espace commun.
- Sur les lots 6, 7-1, 7-2, 9 et 10, les pluies devront être gérées à la parcelle par infiltration. Les ouvrages devront permettre la gestion d'une pluie de 10mm. En cas de pluie d'intensité supérieure, jusqu'à une pluie d'intensité d'occurrence centennale, les eaux pourront être rejetées à l'espace commun par surverse. Il sera privilégié une infiltration dans des « jardins de pluie » positionnés côté espace public. Ainsi ces jardins de pluie pourront surverser vers la voirie plutôt que vers les parcelles voisines.

Toutefois au regard de la densité du projet, de la volonté de conserver les arbres existants et de la nature des sols, les ouvrages d'infiltration ne permettront pas d'obtenir des temps de vidange suffisamment rapides, aussi il a été retenu de compléter le rejet par un débit de fuite au réseau public. Le débit de fuite au réseau public sera limité à 3 l/s/ha.

Schéma 15 : Principes d'assainissement pluvial retenus pour le projet d'aménagement La Folie Couvrechef



D'une manière générale, les principales règles qui s'appliquent pour la gestion des eaux pluviales du présent projet sont les suivantes :

- Éviter et réduire l'imperméabilisation des sols,
- Gérer les eaux pluviales à la source (déconnecter les eaux pluviales des réseaux et privilégier l'infiltration),
- Compenser les surfaces imperméabilisées indispensables, limiter les rejets pluviaux vers l'aval à un débit régulé, restituer au milieu naturel et en dernier recours au réseau public,
- Respecter et préserver les chemins préférentiels d'écoulement et les zones d'accumulation / rétention naturelle des eaux pluviales,
- Intégrer et mettre en valeur la gestion des eaux pluviales dans les aménagements urbains,
- Dimensionner les ouvrages pour que la vidange soit assurée en moins de 24 h (voire 48 h si impossibilité technique démontrée).

Justification du dimensionnement des volumes de rétention

Le débit de fuite sera assuré par infiltration et par rejet de 3 L/s/ha au réseau public Boulevard Maréchal Juin. En l'absence d'exutoire de surverse disponible il est retenu un dimensionnement pour la gestion d'une pluie d'intensité d'occurrence centennale.

Si un évènement pluvieux devait se produire au-delà d'une pluie d'intensité d'occurrence centennale provoquant une mise en charge dépassant les cotes d'arase des ouvrages, la surverse se dirigera vers le réseau existant Boulevard Jean Moulin via la cloison de surverse en aval des ouvrages. Si le réseau est engorgé, compte tenue de la morphologie du terrain et du projet, la surverse se fera de manière superficielle vers le Boulevard Jean Moulin.

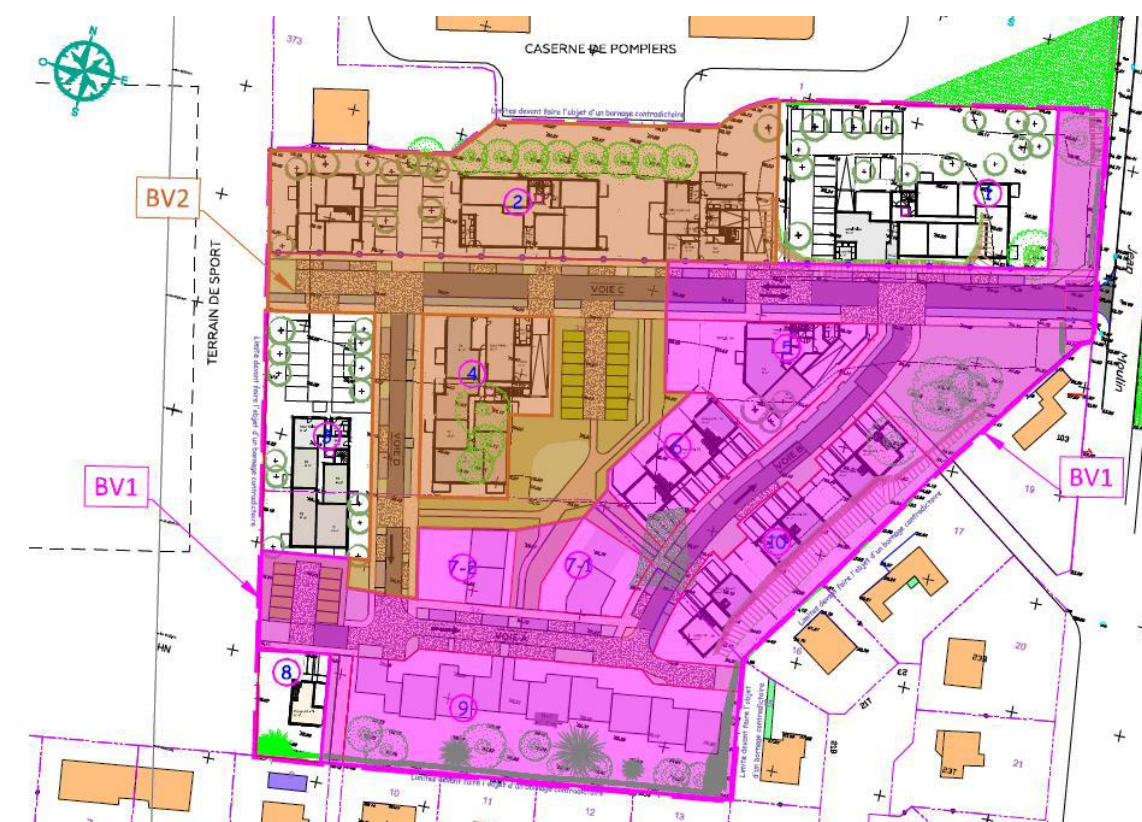
D'après l'étude de sol réalisées par Ginger CEBTP en date du 08/02/2022, les perméabilités mesurées sont comprises entre 1.4×10^{-5} m/s et 2.4×10^{-6} m/s. Pour le dimensionnement des ouvrages nous retenons une perméabilité de 2×10^{-6} m/s.

Le projet est divisé en 2 sous bassins versants repéré sur le plan ci-après. Comme précisé précédemment, les lots 1, 3 et 8 devront assurer la gestion des eaux à la parcelles, ils n'ont donc pas été comptabilisés dans le calcul de dimensionnement des ouvrages. Sur ces lots, le dimensionnement des ouvrages sera à la charge de l'acquéreur et devra être détailler dans une notice hydraulique qui sera jointe au permis de construire.

Les ouvrages sont dimensionnés pour la gestion d'une pluie d'intensité d'occurrence centennale. Le volume de stockage est calculé selon la méthode des pluies. Dans le cas présent, le dimensionnement prend en compte les coefficients de Montana issues de Météo France pour la station Carpiquet.

Pour plus de précisions techniques sur le fonctionnement hydraulique projeté au sein du quartier, il convient de s'appuyer sur le plan de nivellement, le plan d'assainissement pluvial intégré au permis d'aménager du projet.

Schéma 16 : Découpage en sous bassins versants (Source : MOSAIC Aménagement)



2.3.4 Phasage de l'opération envisagée

Il est prévu la réalisation du lotissement en trois phases de travaux :

- **TEMPS 1 :**
 - Viabilisation des futurs lots, aménagements des réseaux de desserte et réalisation d'une chaussée provisoire ;
 - Développement des ouvrages d'assainissement ;
- **TEMPS 2 :**
 - Développement des programmes immobiliers
- **TEMPS 3 :**
 - Aménagement définitif des espaces communs (pose des bordures, de l'éclairage extérieur, réalisation des chaussées et accès, aménagement des trottoirs/voies douces et des espaces verts)

Ce phasage bien qu'indicatif et dépendant d'une multitude de paramètres encore incertains à ce stade porte l'ambition d'un démarrage des premières constructions à horizon 2025.

2.4 Estimation des types et quantités de résidus et d'émissions issus du projet

2.4.1 Phase travaux

2.4.1.1 Flux de véhicules générés par le chantier

Les différentes phases successives de chantier qui se dérouleront au fur et à mesure de la mise en œuvre du présent projet, généreront un trafic supplémentaire lié aux mouvements des matériaux, des engins de travaux et du personnel.

A ce stade, ce trafic ne peut être déterminé tant il dépend des caractéristiques des travaux sur des périodes données que des moyens techniques qui seront mis en œuvre. Cependant, compte tenu des trafics observés en situation actuelle sur les principaux axes routiers desservant le futur lotissement (1300 véhicules aux heures de pointes sur le bd Jean Moulin), on peut considérer que ces trafics resteront relativement négligeables.

2.4.1.2 Pollutions émises par le chantier

Les travaux liés à la mise en œuvre du lotissement nécessitent la réalisation d'un chantier et l'utilisation d'engins qui peuvent générer des polluants dans l'air tels que :

- De la poussière ;
- Des gaz d'échappement des machines et engins ;
- Des solvants ;
- Des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) provenant du bitume utilisé pour les revêtements.

Outre l'aspect temporaire de ces émissions de polluants atmosphériques, compte tenu de la multiplicité des sources potentielles de pollution, il est difficile de dégager une tendance réaliste de l'incidence du chantier sur la qualité de l'air. Si la pollution émise par tous les matériels roulants y compris en termes de poussières est difficilement quantifiable, elle reste néanmoins présente.

2.4.1.3 Evacuation des terres polluées

Bien que l'histoire du site ne laisse pas présager la présence de sols contaminés, il est possible que des terres polluées soient découvertes lors des étapes de terrassement.

Il est donc possible que la phase chantier génère des flux de terres polluées en dehors de la zone aménagée. Le volume de ces terres polluées ne peut être estimé à ce stade sans investigations complémentaires.

2.4.2 Situation aménagée

En préambule de l'estimation des différentes émissions générées par le projet en situation aménagée, il convient de rappeler qu'à ce stade de conception du projet, la principale donnée d'entrée à considérer est la création de 194 nouveaux logements.

Considérant que le nombre moyen de personne par ménage sur le département du Calvados est de 2,2, cela signifie une augmentation de la population résidentielle d'environ 500 habitants par rapport à la situation actuelle.

Au total, il peut donc être considéré que le projet sera à l'origine d'une augmentation de la population au sein du périmètre projet l'ordre de 500 personnes. Cette masse de population va, à terme, être à l'origine de nouveaux flux de résidus et émissions qui sont estimés ci-après.

2.4.2.1 Flux de véhicules générés par la population du quartier

Le trafic généré par le projet est estimé à environ 150 véhicules supplémentaires à l'heure de pointe du matin et 200 véhicules à l'heure de pointe du soir.

Si l'on se projette à horizon 2040 avec la réalisation de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) Mont-Coco sur la rive opposée du boulevard Jean Moulin, le trafic généré sur le boulevard serait estimé à environ 1000 véhicules à l'heure de pointe du matin et 1200 à l'heure de pointe du soir.

2.4.2.2 Emissions atmosphériques générées par la population du quartier

Une fois aménagé, les principales émissions atmosphériques générées en surplus de la situation actuelle correspondent aux pollutions associées au trafic automobile.

A ce propos, dans le cadre des études préalables au projet, une étude « Air/Santé » a été réalisée par la société RINCENT AIR (cf. étude fournie en annexe de la présente étude d'impact – TOME 2) en 2023 et a permis de réaliser une première estimation des émissions polluantes liées à ce futur trafic automobile.

Selon cette étude, une baisse globale des émissions est quoi qu'il en soit à prévoir à l'horizon 2040, même si le projet venait à ne pas se réaliser, d'une part en raison de la mise en circulation de véhicules moins polluants dans les années à venir (Source : IFSTTAR) et d'autre part, en raison d'une évolution dans les comportements en termes de déplacements plus favorables aux modes actifs (vélos) et aux transports en commun (tramway).

Cependant, si on compare le scénario futur « sans projet » à celui « avec mise en œuvre du projet », la variation notable du trafic routier estimée, entraîne globalement une hausse des émissions comprise entre 4 et 12%. (Augmentation de 11 % pour les NOx et le CO2).

Celle-ci est principalement due à l'augmentation de trafic au niveau du boulevard Jean Moulin, permettant les accès au projet.

Les seules variations d'émissions de NOx sont observées sur le boulevard Jean Moulin avec environ 90 % d'augmentation. Les émissions associées sont cependant faibles : autour de 1 g/j/m à l'horizon 2040, soit environ 2 fois moins qu'à l'état actuel.

2.4.2.3 Consommations d'eau et rejets d'eaux usées générés par la population du quartier

Eau potable

La production en eau potable pour les usagers futurs, sera assurée au même titre que pour le reste de l'agglomération caennaise, par le Syndicat Eau du Bassin Caennais.

Sur le plan quantitatif, selon les données du Syndicat Eau du Bassin Caennais, la consommation moyenne d'eau potable sur le site sera de 115m3/jour.

Il est estimé à terme, une production d'eau potable supplémentaire de l'ordre de 41 975 m3 par an, soit environ 115 m3/jour en débit moyen.

Eaux usées

Concernant les eaux usées, la charge générée par la nouvelle population du quartier vers le réseau et donc vers la station d'épuration s'exprime en Equivalents-Habitants (EH).

La Communauté Urbaine confirme d'après ces estimations que le système d'assainissement existant et la station de traitement des eaux usées du Nouveau Monde située sur la commune de Mondeville, sont disposés à recevoir les effluents générés

2.4.2.4 Déchets générés par la population du quartier

Sur le Plateau Nord de Caen comme pour le reste de l'agglomération, la collecte et le traitement des déchets sont assurés par le Syndicat pour la Valorisation et l'Élimination des Déchets de l'Agglomération Caennaise (SYVEDAC).

Selon le rapport de 2021 réalisé par la communauté d'agglomération de Caen la mer, le bilan global des déchets collectifs sur son territoire est le suivant.

Tableau 8 : Bilan global des déchets collectés (Source : rapport annuel de 2021 – Caen la mer)

DECHETS COLLECTES	Tonnages		Evolution 2020-2021	Kg/habitant/an
	2020	2021		
Déchets collectés en porte-à-porte et en apport volontaire	107 152	117 754	+5%	439
Déchets des déchèteries	42 559	49 807	+12.7%	185
Déchets collectés lors des collectes éphémères	20,19	12,64		
Local réemploi des déchèteries	20,54	31,44		
TOTAL	149 752	167 605	+7,2%	624

Considérant les ratios de 2021, la création du lotissement à l'origine d'une augmentation de population de l'ordre de 500 usagers, le surplus de déchets engendré serait alors de l'ordre de 312 000 kg/an. Ce chiffre établi selon une moyenne définie à l'échelle de l'agglomération, tient compte à la fois des habitants mais aussi des employés et autres usagers.

Toutefois, au vu de la tendance actuelle et des politiques de développées en faveur d'une optimisation des déchets et une réduction des emballages, on peut supposer une diminution des déchets au terme de la mise en œuvre du lotissement.

En effet, d'après les dernières expertises de l'ADEME à l'échelle du territoire national, depuis 2007, « c'est 4,6% de moins de déchets produits par habitant ». Cela est principalement dû à la prévention, à la réutilisation, au réemploi, à la répartition et à la réduction du gaspillage alimentaire. L'objectif à terme est de poursuivre sur cette tendance. Dans cette dynamique, la loi n° 2015-992 du 17 août 2015, relative à la transition énergétique pour la croissance verte, fixe l'objectif de réduire de 50 % la mise en décharge des déchets non dangereux non inertes à l'horizon 2025 par rapport à 2010.

De plus, la communauté d'agglomération de Caen la mer est engagée dans la sensibilisation de sa population. Sur son territoire, les ambassadrices de tri du SYVEDAC ont rencontré différents établissements, associations ou usagers et ont permis la sensibilisation de 27 760 personnes pour l'année 2019. La volonté de la communauté d'agglomération est centrée tant au niveau de la réduction des déchets qu'en tri et valorisation.

La gestion des déchets est donc amenée à évoluer sensiblement à l'échelle nationale mais aussi à l'échelle locale sur le territoire de Caen la mer d'ici 2040. L'estimation des déchets supplémentaires générés par le projet est donc très incertaine et doit être nuancée.

3

ETUDE DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LEUR EVOLUTION EN CAS DE MISE EN ŒUVRE OU NON DU PROJET

3.1 Adaptation du périmètre d'étude aux enjeux environnementaux

Le périmètre d'étude des enjeux environnementaux retenu dans la présente étude d'impact porte essentiellement sur l'emprise concernée par l'opération d'aménagement. **Il s'agit d'un périmètre de conception.**

Toutefois, ce périmètre venant se greffer dans un contexte urbain existant, le rectangle représenté dans les encarts cartographiques du présent chapitre englobe aussi les terrains avoisinants l'opération d'aménagement. **Il s'agit du secteur d'étude.**

Le périmètre qui a été retenu pour délimiter ce secteur d'étude en vue d'étudier la majorité des thématiques environnementales est représenté sous la forme d'un carré qui englobe donc le périmètre du projet, les axes routiers périphériques et les terrains avoisinants. L'emprise du projet et le secteur d'étude sont reportés sur le schéma ci-dessous.

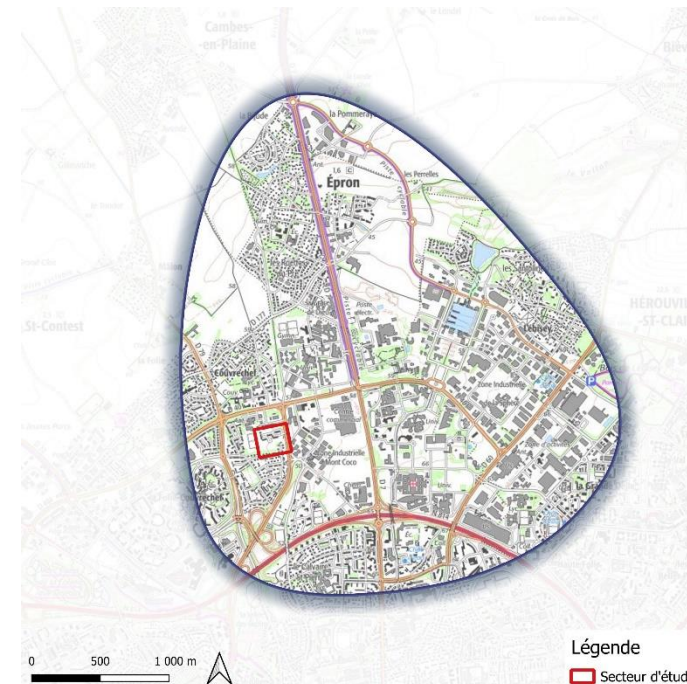
Ces périmètres ont malgré tout été parfois élargis davantage dans le cadre de l'analyse de certaines thématiques en vue d'intégrer les sensibilités et contraintes environnementales à une échelle de lecture adaptée. **Il s'agit des aires d'étude élargies.** On se référera aux schémas ci-contre qui synthétisent les principales échelles d'analyse retenues en fonction des thématiques étudiées pour ces aires d'étude élargies.

① A noter que les études environnementales qui ont été menées dans le cadre de la présente étude d'impact (étude faune flore, étude air/santé, étude acoustique) ou dans le cadre d'études antérieures, présentent pour certaines des périmètres quelque peu différents de celui retenu à ce stade.

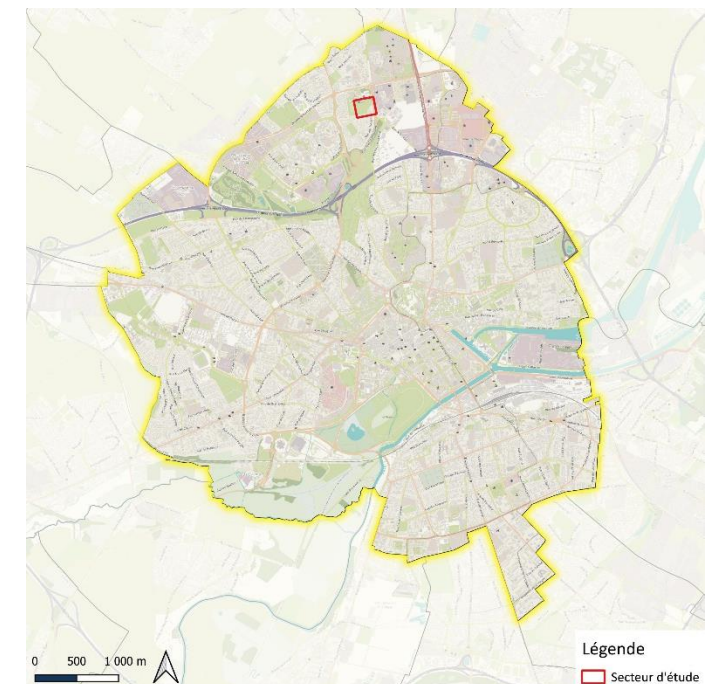
Schéma 17 : Secteur d'étude principalement retenu pour l'évaluation des enjeux environnementaux du projet



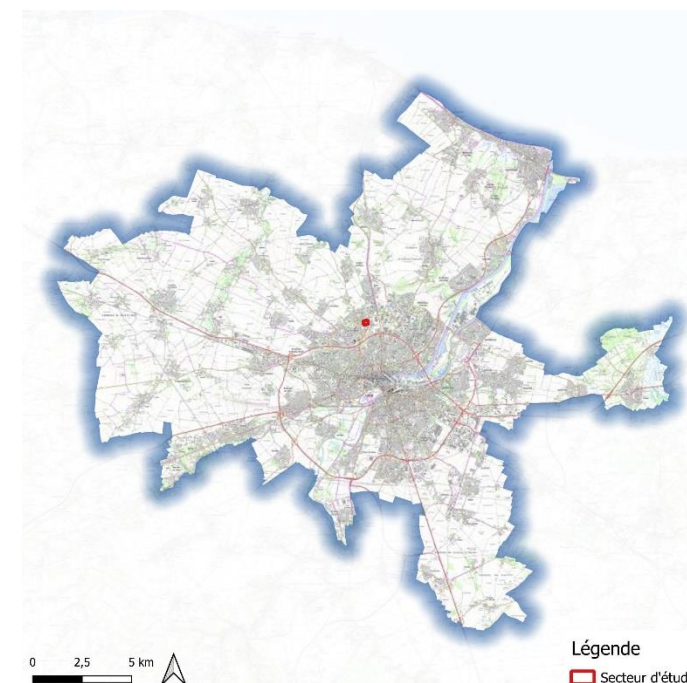
Tableau 9 : Aires d'étude élargies pour l'évaluation de certaines thématiques environnementales



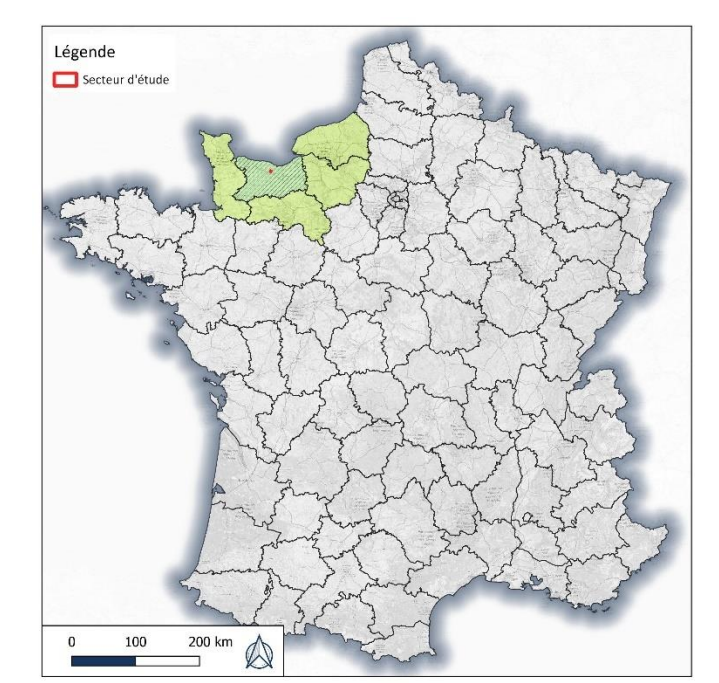
Aire d'étude élargie à l'échelle du Plateau Nord



Aire d'étude élargie à l'échelle communale



Aire d'étude élargie à l'échelle de la Communauté Urbaine



Aire d'étude élargie à l'échelle extra-départementale

3.2 Compartiment climatique

3.2.1 Données climatiques actuelles

Les informations de cette partie sont extrapolées des données officielles disponibles sur la fiche climatologique METEO-FRANCE de la station météorologique de Caen-Carpique. Ces données statistiques moyennes n'étant fournies que pour la période 1981 – 2010, elles ont été complétées par des données plus récentes disponibles sur le site infoclimat.fr.

L'aire d'étude à l'échelle du département du Calvados, est soumise à une double influence, à savoir :

- Influence océanique des masses d'air humides et fraîches en provenance de l'Atlantique Nord ;
- Influence continentale dans les terres, apportant des avancées d'air polaire frais et sec en hiver.

La plaine de Caen subit cependant une forte influence océanique. Elle bénéficie d'amplitudes thermiques limitées et de précipitations fréquentes. Ces caractéristiques permettent d'observer des étés relativement frais et des hivers généralement doux.

Sur la période 1981-2010, la température annuelle moyenne est de 11,2°C, avec un minima annuel d'une moyenne de 7,4°C, et un maxima annuel de 15,1°C. À noter que ces moyennes annuelles augmentent de l'ordre de 0,2°C sur la période 1991-2020 (valeurs non officielles).

Les précipitations sont réparties de façon relativement constante durant l'année et sont rarement intenses. La pluviométrie moyenne est de 740 mm d'eau par an. Au cours de l'année, la hauteur moyenne mensuelle des précipitations varie entre 51 mm en août, et 78 mm en décembre. Par rapport à l'ensemble de la région, la ville connaît une pluviométrie modérée.

Malgré l'image d'une région à forte pluviométrie, Caen, comme l'ensemble de la Basse-Normandie, bénéficie d'un bon ensoleillement (moyenne de 1 691 heures d'ensoleillement par an).

Par sa proximité à la mer et son relief peu accentué, la région caennaise est fortement soumise au vent et sujette à des tempêtes régulières. Les vents dominants proviennent du Sud-Ouest. Les vents violents (vitesse supérieure à 58 km/h) ont une fréquence maximale entre décembre et mars avec une moyenne de 8 jours par mois.

Au-delà de ces principales données climatiques, on peut également souligner que :

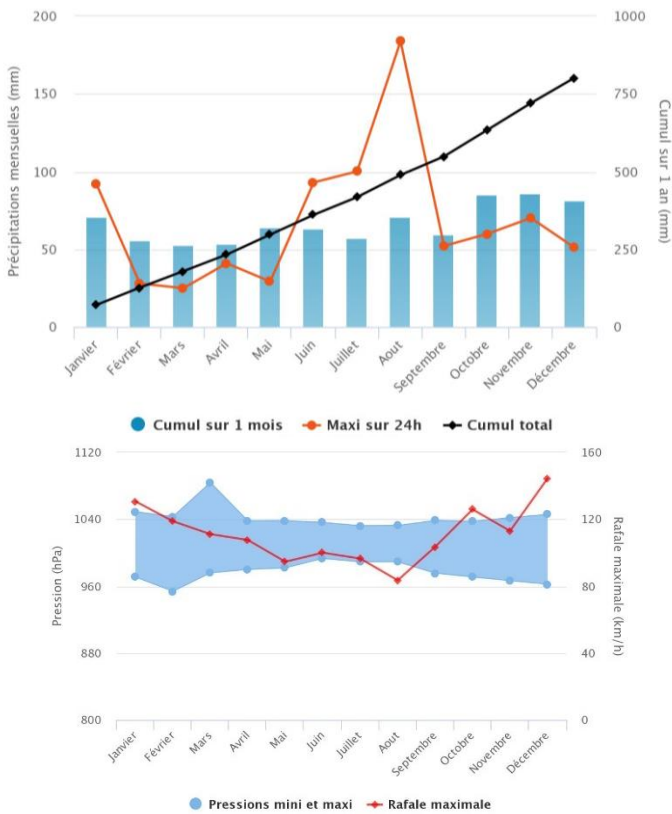
- Le nombre de jours de brouillard est relativement constant sur l'année avec 3 à 4 jours par mois ;
- La fréquence d'orages la plus élevée est observée en mai et juillet avec 2,6 jours par mois ;
- La fréquence moyenne annuelle des chutes de grêle est inférieure à 3 jours ;
- La fréquence moyenne annuelle des chutes de neige est de 12,6 jours avec un pic à 4 jours en février ;
- La fréquence moyenne annuelle des gelées est de 32,1 jours avec une moyenne de 8 jours par mois de décembre à février.

Le vent est ainsi un facteur climatique important dans cette région, il constitue d'ailleurs le principal « risque météorologique » de l'aire d'étude.

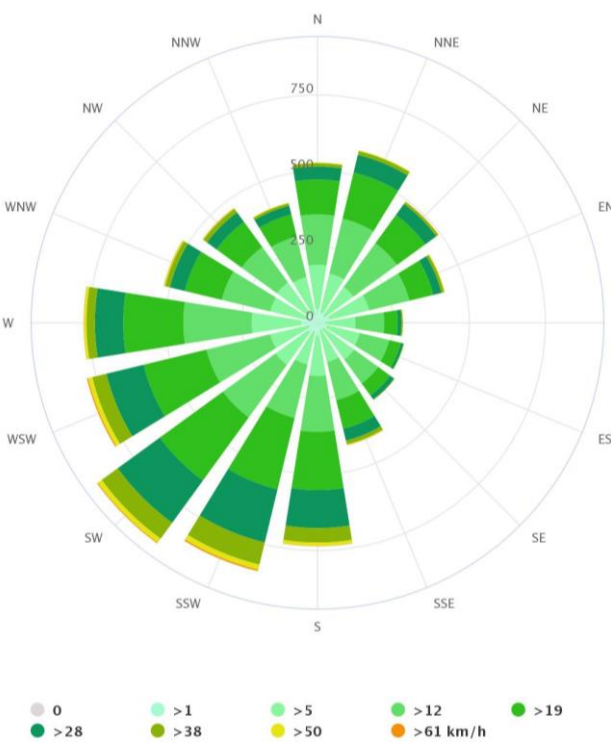
Tableau 10 : Données climatiques officielles sur la période 1981-2010 (Source : Météo France)

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Température moyenne (°C)	5.3	5.5	7.8	9.5	12.8	15.6	17.8	18	15.6	12.4	8.4	5.7	11.2
Durée moyenne d'ensoleillement (h)	69.6	84.3	125.6	167.3	193.7	213.5	207.1	204.4	167.2	117.8	79.4	61.4	1691.2
Hauteur moyenne de précipitations (mm)	66.1	52.4	55.6	50.4	62.6	57.9	52.6	51.2	60.8	77.6	74.6	78.1	739.9
Nombre moyen de jours avec rafales > 58 km/h	10.2	7.8	8.0	6.0	4.4	2.8	3.0	3.0	4.1	6.6	6.9	8.1	70.9
Nombre moyen de jours avec du brouillard	3.5	3.9	3.5	3.7	3.9	3.1	3.3	4.0	3.4	3.6	3.8	4.7	44.4
Nombre moyen de jours avec des orages	0.4	0.2	0.4	1.1	2.6	2.0	2.6	2.1	1.1	0.9	0.4	0.6	14.3
Nombre moyen de jours avec de la grêle	0.4	0.2	0.3	0.5	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	2.8
Nombre moyen de jours avec de la neige	3.0	3.9	1.4	0.7	-	-	-	-	-	0.1	0.9	2.6	12.6
Nombre moyen de jours avec des gelées (T<0°C)	7.9	7.9	3.9	1.2	0.0	-	-	-	-	0.5	3.2	7.5	32.1

Graphique 1 : Hauteurs de précipitations, pression et vent extrême à Caen-Carpique sur la période 1991-2020 (Source : infoclimat.fr)



Graphique 2 : Rose des vents issue de la station de Caen-Carpique (Source : meteoblue.com)



3.2.2 Projections climatiques

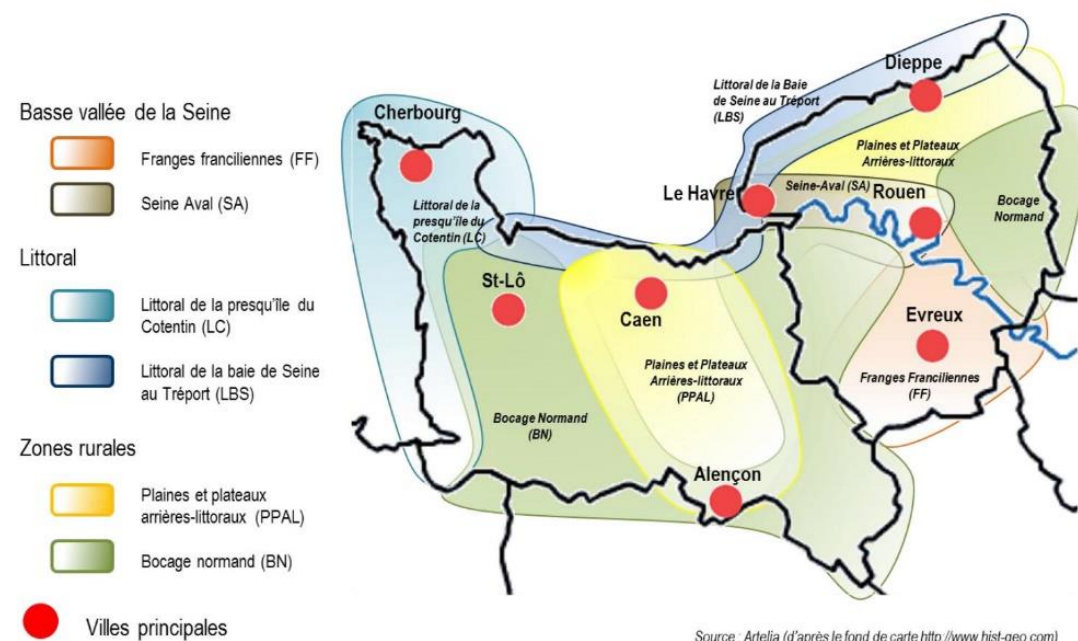
Les données présentées dans cette partie sont issues de l'étude de septembre 2013 relative à « L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie » menée par le SGAR de Haute et Basse Normandie pour caractériser la vulnérabilité du territoire Normand aux impacts du changement climatique et les options possibles d'adaptation.

Simulations de l'évolution du climat à l'échelle de la plaine de Caen Argentan

La qualification de la vulnérabilité des territoires normands au changement climatique (caractérisée par l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation) a permis de mettre en évidence les territoires concernés par chaque impact.

La plaine de Caen-Argentan s'inscrit au sein du territoire des plaines et plateaux arrière-littoraux normands qui tire son unité de quatre éléments principaux : son orientation agricole, le phénomène d'étalement urbain, la problématique de la gestion de l'eau, l'exposition et la sensibilité au risque d'inondation.

Schéma 18 : Répartition des territoires normands dans le diagnostic de la vulnérabilité au changement climatique (Source : ARTELIA)



L'analyse des simulations climatiques de METEO-FRANCE a abouti à un certain nombre d'observations concernant l'évolution possible des paramètres climatiques dans le contexte du changement climatique, pour le territoire des plaines et plateaux arrière-littoraux. De façon générale, on devrait constater sur le territoire :

- Une augmentation progressive des températures moyennes avec jusqu'à +1,2°C en 2030, +2°C en 2050 et +3.2°C en 2080. Les températures estivales devraient augmenter davantage par rapport à la période hivernale ;
- Une baisse modérée des précipitations moyennes annuelles à long terme avec jusqu'à -5% à l'horizon 2050 et jusqu'à -20% en 2080. La baisse devrait être plus importante en été avec jusqu'à -30% en 2080 ;

L'exposition aux épisodes de sécheresse et de canicule devrait également s'accroître avec :

- Une augmentation du temps passé sur 30 ans en situation de sécheresse : 25 à 35% dès 2030, 40 à 50% en 2050 et jusqu'à plus de 80% à l'horizon 2080 ;
- Une hausse du nombre de jours passés en situation de canicule sur une période de 30 ans : entre 5 et 20 jours en 2030 et 2050, et jusqu'à 80 jours en 2080.

Les simulations climatiques de METEO-FRANCE mises à disposition dans le cadre de cette étude ne rendent pas compte de l'évolution des vents. Les travaux réalisés dans le cadre du projet SCAMPEI (2011) ont cependant permis de modéliser l'évolution des vents en fonction des différents scénarios du GIEC. Aucune tendance d'évolution significative n'a pu être mise en évidence. En témoigne également cet extrait du Profil Environnemental Régional de Basse Normandie :

« Les roses de vent du point le plus proche de Caen ont été calculées sur la base du scénario intermédiaire. Les résultats obtenus ne permettent pas d'envisager d'évolution significative : les conjectures relatives à une possible recrudescence de vents de Nord-Est, ou de vents forts ne sont pas démontrées » Source : extrait du Profil Environnemental Régional de Basse-Normandie (version de travail), DREAL Basse-Normandie, 2013.

Schéma 19 : Moyenne des températures annuelles : écarts à la référence en degrés aux horizons 2030-2050-2080

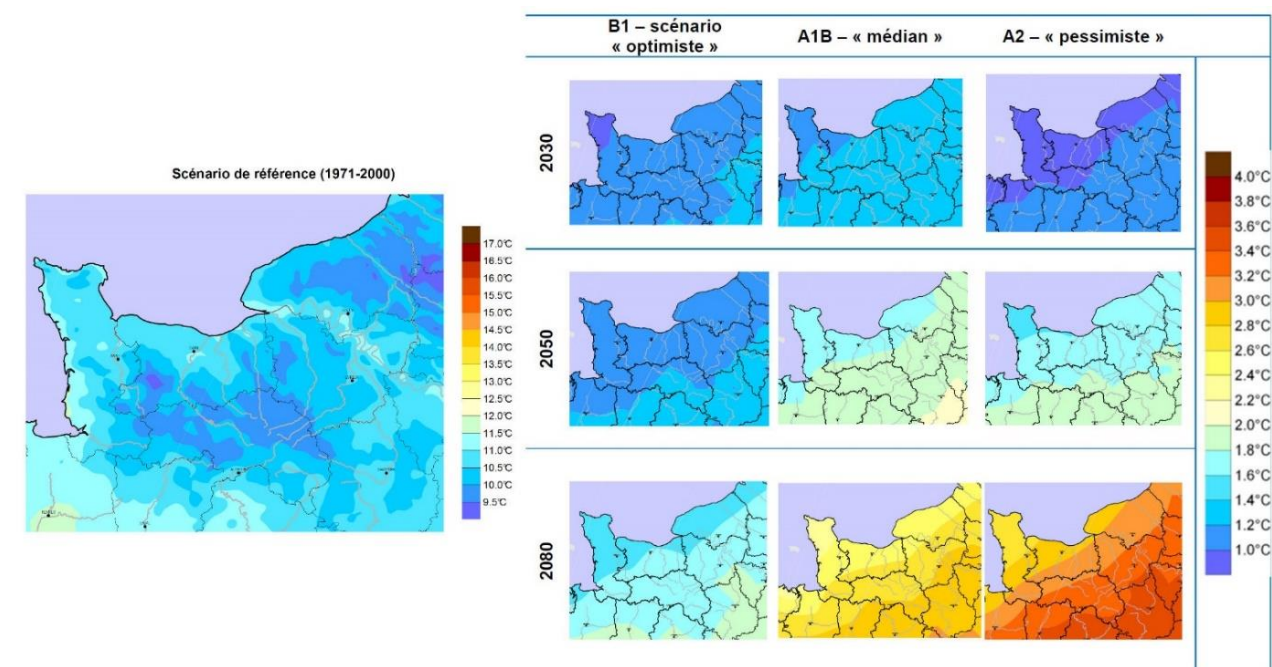
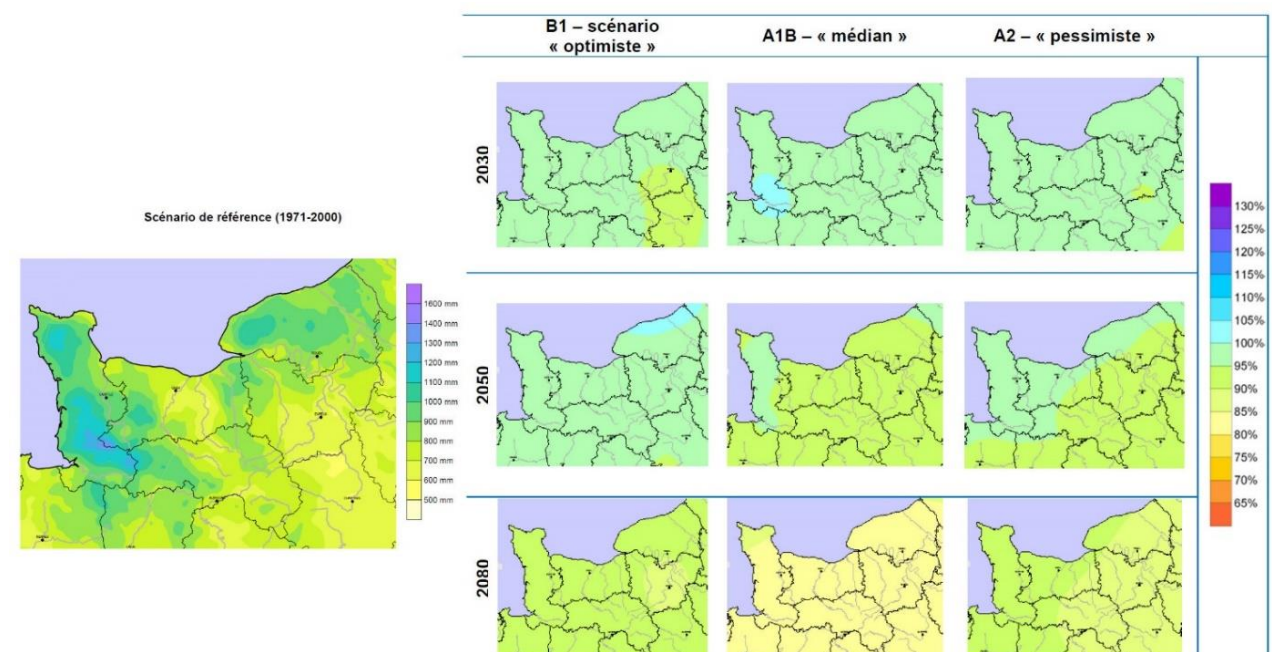


Schéma 20 : Moyenne annuelle des précipitations : écarts à la référence en pourcentage aux horizons 2030- 2050-2080



Aléas climatiques pouvant impacter le secteur d'étude

La Normandie est d'ores et déjà touchée de manière régulière par des événements climatiques extrêmes liés au vent (tempêtes) et aux inondations (crues, pluies torrentielles ou submersion marine). L'effet du changement climatique sur l'évolution de la récurrence et de l'intensité des tempêtes est très incertain. Les statistiques relatives aux événements passés ne permettent pas de dégager une tendance robuste et significative, et la complexité inhérente à ces événements rend toute simulation future encore difficile actuellement.

Toutefois, l'élévation attendue du niveau marin à l'horizon 2100 (50 cm selon le rapport du GIEC en 2007 et jusqu'à 1 m selon l'ONERC) devrait contribuer à accroître l'exposition des territoires normands (en particulier les côtes basses) aux tempêtes, qui s'accompagne le plus souvent d'une submersion partielle du littoral (marée de tempête).

Dans le cas présent, le secteur d'étude est localisé sur le plateau Nord de l'agglomération caennaise. Compte tenu de sa localisation et au regard de l'analyse réalisée dans l'étude sur « L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie », les aléas climatiques pouvant impacter le secteur d'étude concernent essentiellement l'évolution de la pluviométrie et des températures.

Ces deux facteurs modifient d'une part les risques de ruissellement et d'autre part la température de l'air qui elle-même influence le niveau de pollution atmosphérique et le phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Cette configuration est propice à une augmentation importante des épisodes de « fortes chaleurs » et « canicules ». Les phénomènes de fortes chaleurs (avec une température maximale supérieure à 30°C) deviendraient un événement courant. En hiver, l'anomalie de température est en deçà de la moyenne annuelle et les différences sont moins marquées entre l'intérieur des terres et la côte.

Schéma 21 : Moyenne annuelle des nombres de jours où les précipitations atteignent au moins 10 mm : écarts à la référence en pourcentage aux horizons 2030- 2050 - 2080

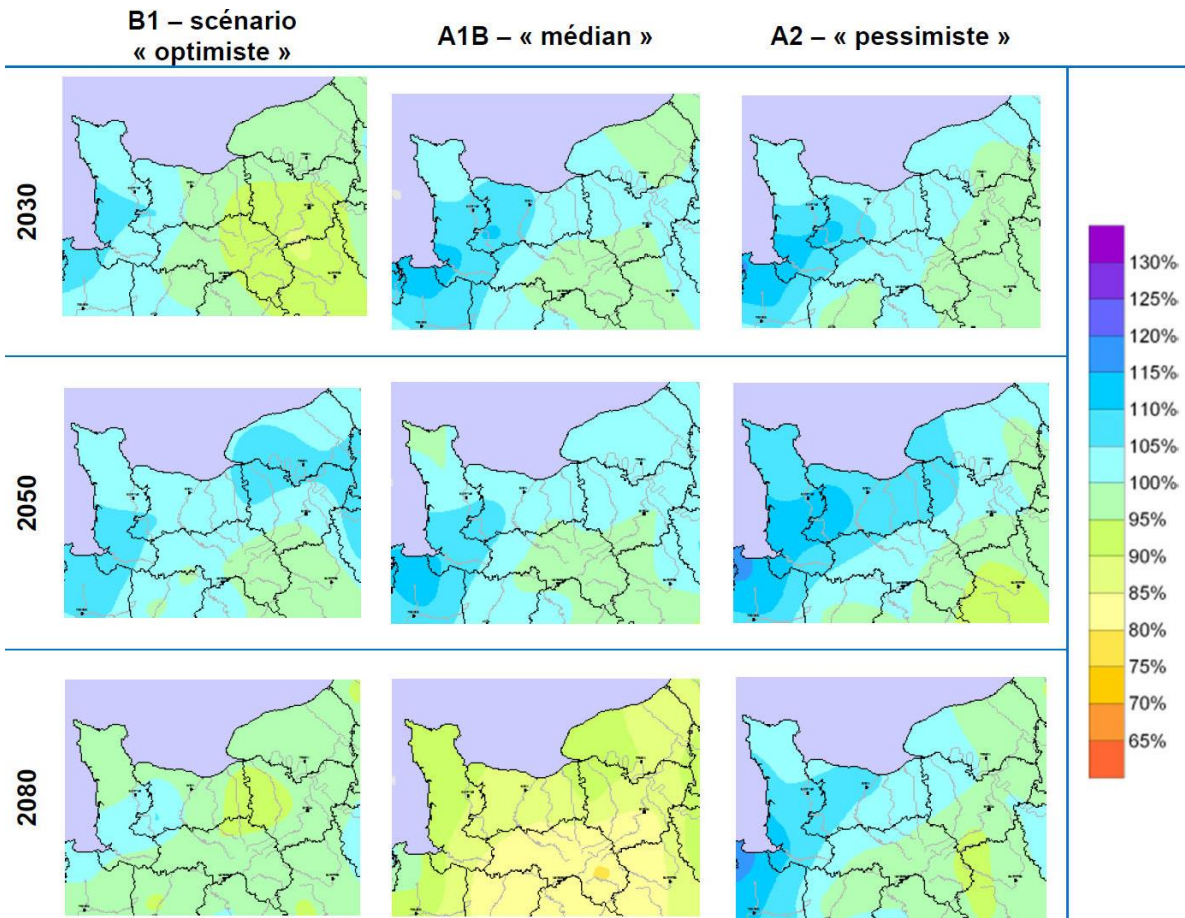


Schéma 22 : Nombre cumulé de jours de canicule sur 30 ans – 2030 - 2050 - 2080

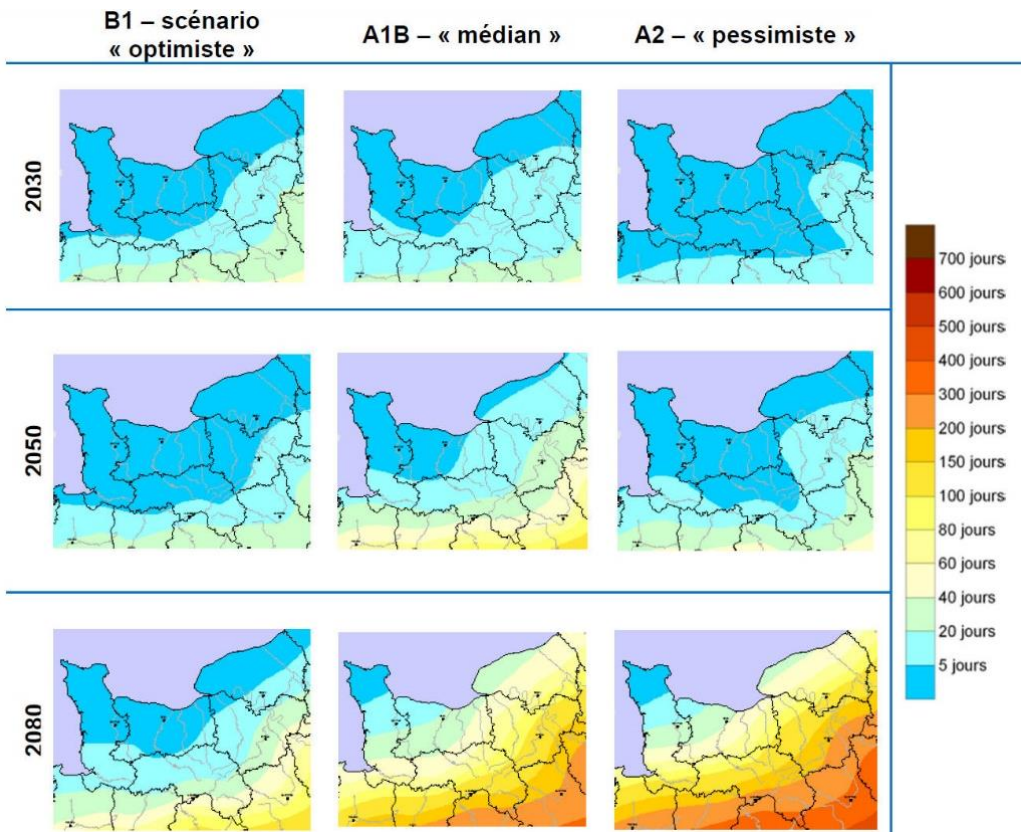
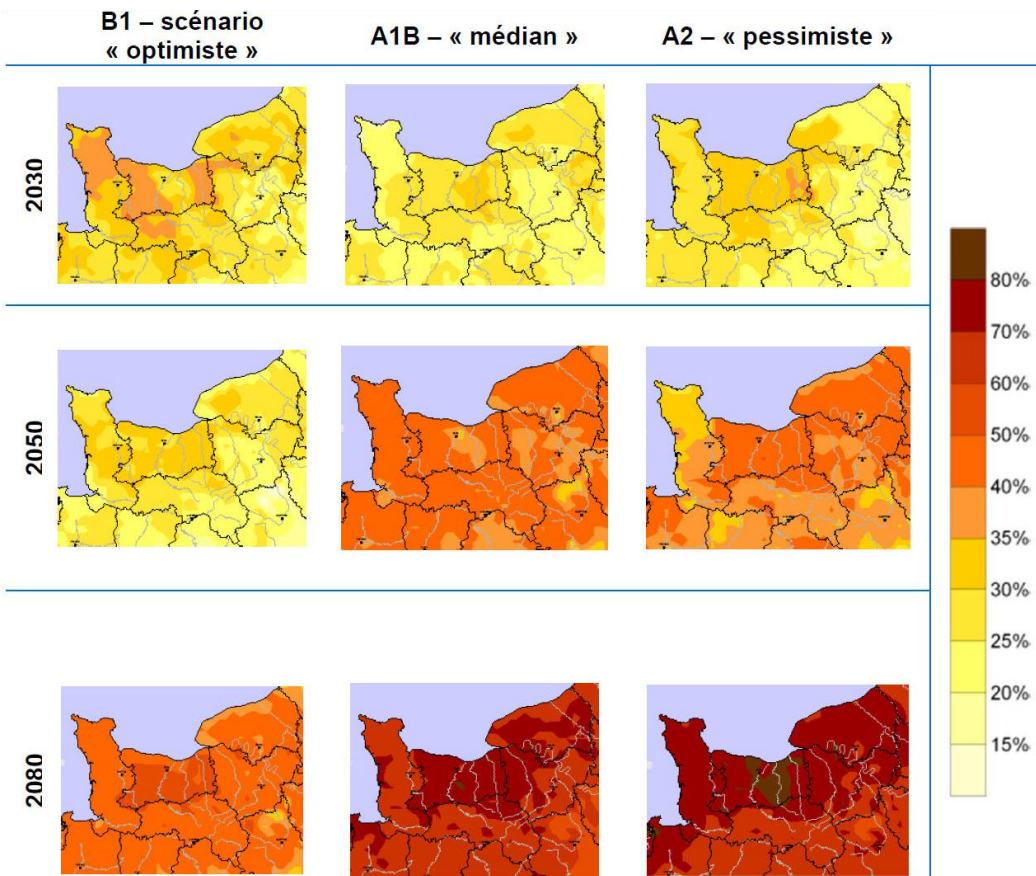


Schéma 23 : Pourcentage de temps passé en état de sécheresse – 2030 - 2050 - 2080



3.2.3 Risques naturels liés aux phénomènes météorologiques

Les informations de cette partie sont principalement extrapolées des données disponibles auprès de METEO FRANCE.

Pour le secteur d'étude, les phénomènes météorologiques qui peuvent entraîner des risques naturels directs¹ sont :

- Les phénomènes de grand froid et de canicule ;
- Les vents violents.

On précisera que ces phénomènes (et plus largement l'ensemble des risques météorologiques) sont généralement prévisibles et font l'objet de cartes de vigilance météorologique éditées par METEO-FRANCE. Ce principe de vigilance permet d'informer la population du niveau de risque auquel elle est exposée, des conséquences liées aux phénomènes météorologiques rencontrés et de promulguer des conseils de sécurité.

La vigilance météorologique fait l'objet d'un site internet dédié disponible [ici](#).

3.2.3.1 Phénomènes de grand froid et de canicule

Le phénomène de grand froid correspond à un épisode de temps froid caractérisé par sa persistance, son intensité et son étendue géographique. Au contraire, le phénomène de canicule désigne un épisode de températures élevées, de jour comme de nuit, sur une période prolongée.

En France tout comme dans le Calvados, la période :

- De fortes chaleurs pouvant donner lieu à des canicules s'étend généralement du 15 juillet au 15 août, parfois depuis la fin juin. Des jours de fortes chaleurs peuvent survenir en dehors de cette période. Toutefois avant le 15 juin ou après le 15 août, les journées chaudes ne méritent que très rarement le qualificatif de canicule. Les nuits sont alors suffisamment longues pour que la température baisse bien avant l'aube.
- Les températures les plus basses de l'hiver surviennent habituellement en janvier et février mais des épisodes précoces (en décembre) ou tardifs (en mars ou en avril) sont également possibles.

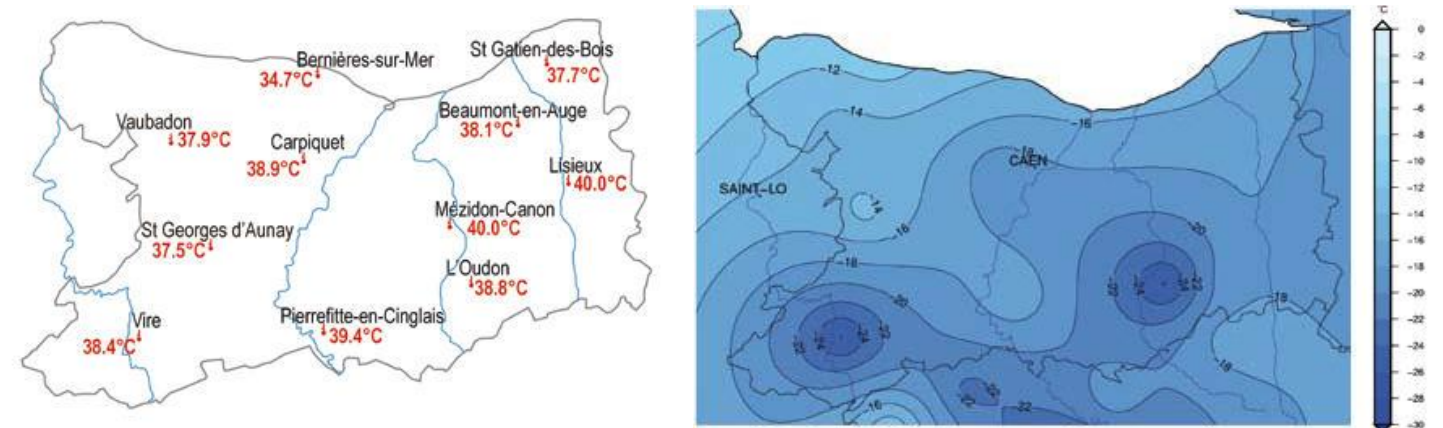
À noter que dans le département du Calvados :

- Le nombre moyen de jours où la température maximale dépasse les 30°C est de deux à quatre par an, mais ce seuil de température a été franchi dix-neuf fois en 1976 à L'Oudon ou en 2003 à Lisieux.
- La température minimale descend en dessous de -5°C entre quatre et onze jours par an en moyenne. En 1963, on a compté vingt-neuf jours de température minimale inférieure à -5°C à Caen. Plus récemment en 2010, la température est passée sous la barre des -5°C à treize reprises à Caen et à vingt-six reprises à L'Oudon. Dans le département, on dénombre en moyenne trois à quatre jours par an sans dégel (température maximale négative).

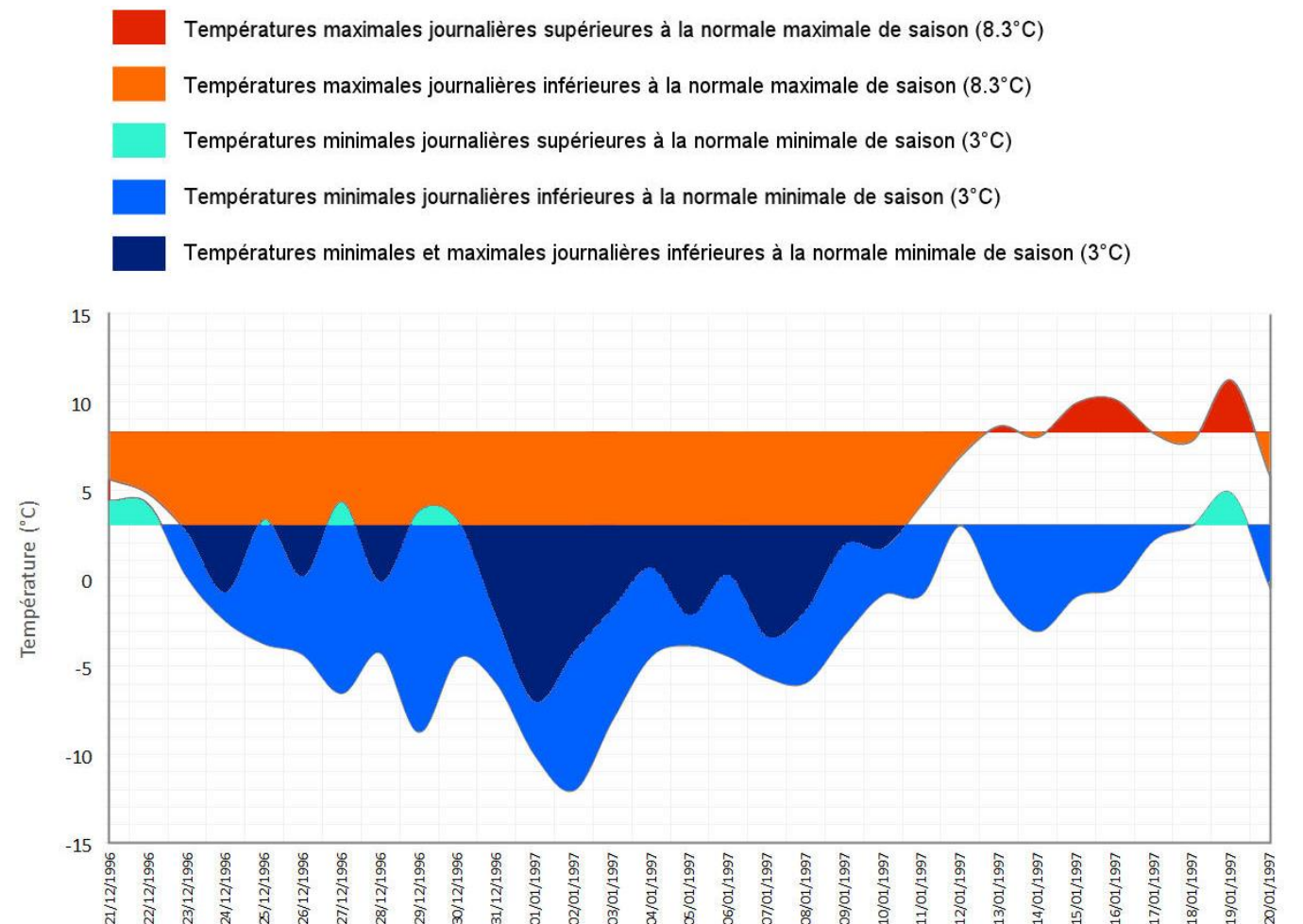
Dans le secteur d'étude, ces phénomènes de grand froid et de canicule sont actuellement relativement exceptionnels. Les effets du changement climatique devraient toutefois engendrer une augmentation du risque de canicules ; ils ne devraient pas modifier significativement l'exposition locale au risque de grand froid.

¹ Cette partie exclue les phénomènes météorologiques qui ne sont pas susceptibles d'intervenir sur le territoire étudié ainsi que les risques naturels induits par des phénomènes météorologiques tels que les crues ou inondations qui sont la conséquence de fortes précipitations, et sont détaillés dans les chapitres spécifiques aux eaux souterraines et superficielles.

Schéma 24 : Températures maximales enregistrées entre le 5 et le 10 août 2003 & Températures minimales modélisées pour la date du 08 janvier 1985 (Source : Météo France)



Graphique 3 : Évolution des températures minimales et maximales à Caen-Carpique du 21/12/1996 au 20/01/1997 (Source : Météo France)



3.2.3.2 Vents violents

Les tempêtes concernent une large partie de l'Europe, et notamment le quart Nord-Ouest de la France métropolitaine et la façade atlantique dans sa totalité. Aux vents pouvant dépasser 200 km/h en rafales, peuvent notamment s'ajouter des pluies importantes. Le seuil au-delà duquel on parle de tempête est de 89 km/h, correspondant au degré 10 de l'échelle de Beaufort. Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, le long de laquelle s'affrontent deux masses d'air aux caractéristiques distinctes (température, teneur en eau).

Bien que située en retrait du littoral, l'agglomération caennaise est potentiellement sujette à ce risque. Les tempêtes survenues en décembre 1999 ont souligné qu'aucune partie du territoire n'est à l'abri du phénomène. Elles ont également démontré l'ampleur des conséquences (humaines, économiques, environnementales) que les tempêtes sont en mesure de générer.

L'agglomération de Caen se trouve exposée à des tempêtes de retour cinquantennale, dont les vents atteignent une vitesse moyenne de 100,8 km/h (28 m/s). Les principales tempêtes enregistrées sur le secteur sont les suivantes :

- En 1987, avec des rafales de vent de 140 km/h ;
- En 1990, avec des rafales de vent de 130 km/h ;
- En 1999, avec des rafales de vent de 150 km/h.

Ces tempêtes surviennent principalement en automne et en hiver, de novembre à février. Du fait de la pluralité de leurs effets (vents, pluies, ...) et de zones géographiques touchées souvent étendues, les conséquences des tempêtes sont fréquemment importantes, tant pour l'Homme que pour ses activités ou pour son environnement : objets projetés, chutes d'arbres, inondations, ...

Lorsque cet aléa est combiné à d'autres paramètres tels que la topographie, les vents dominants, ou la hauteur des constructions, son ampleur peut augmenter ou diminuer. Compte tenu de sa situation sur le plateau, le secteur d'étude est donc davantage exposé à cet aléa.

Schéma 25 : Vitesses de vents mesurées lors de la tempête du 26 décembre 1999 (Source : Météo France)

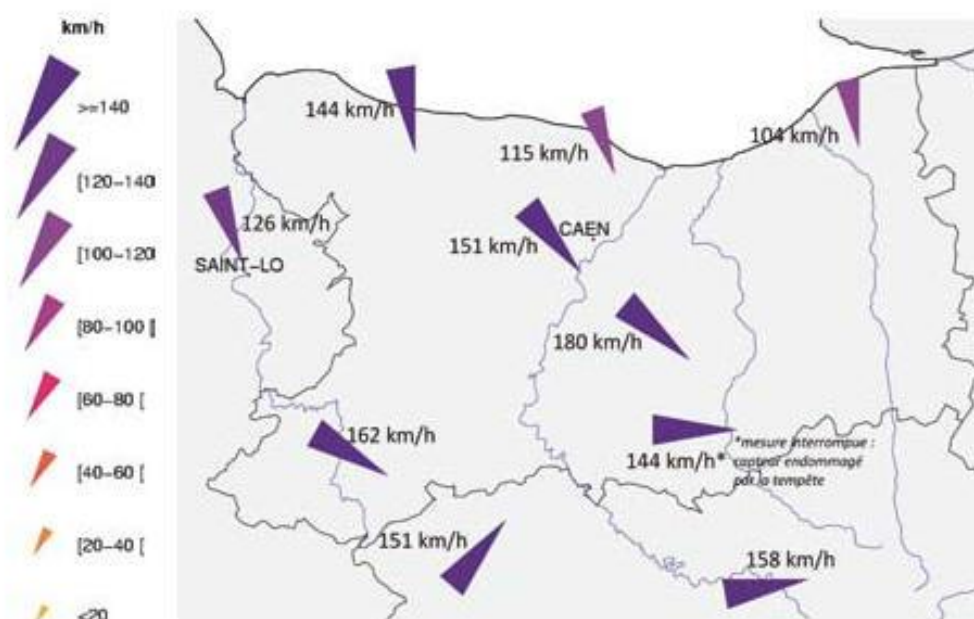
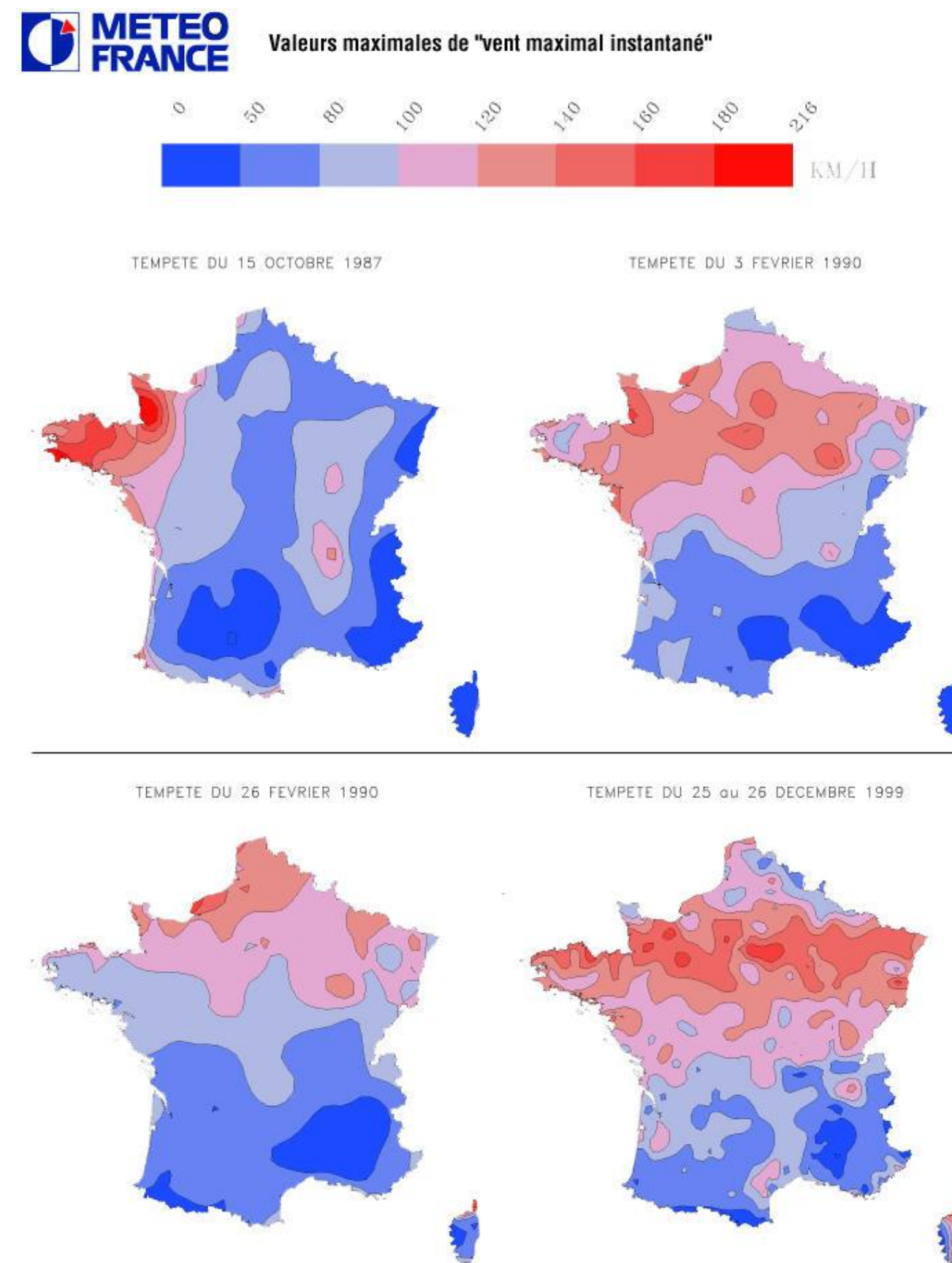


Schéma 26 : Tempêtes d'octobre 1987, de février 1990 et de décembre 1999 (Source : Météo France)



3.3 Compartiment terrestre

3.3.1 Relief et topographie

Les informations présentées dans cette partie proviennent de l'exploitation de la base de données RGEALTI de l'IGN ; modèle numérique de terrain maillé selon un pas de 5m.

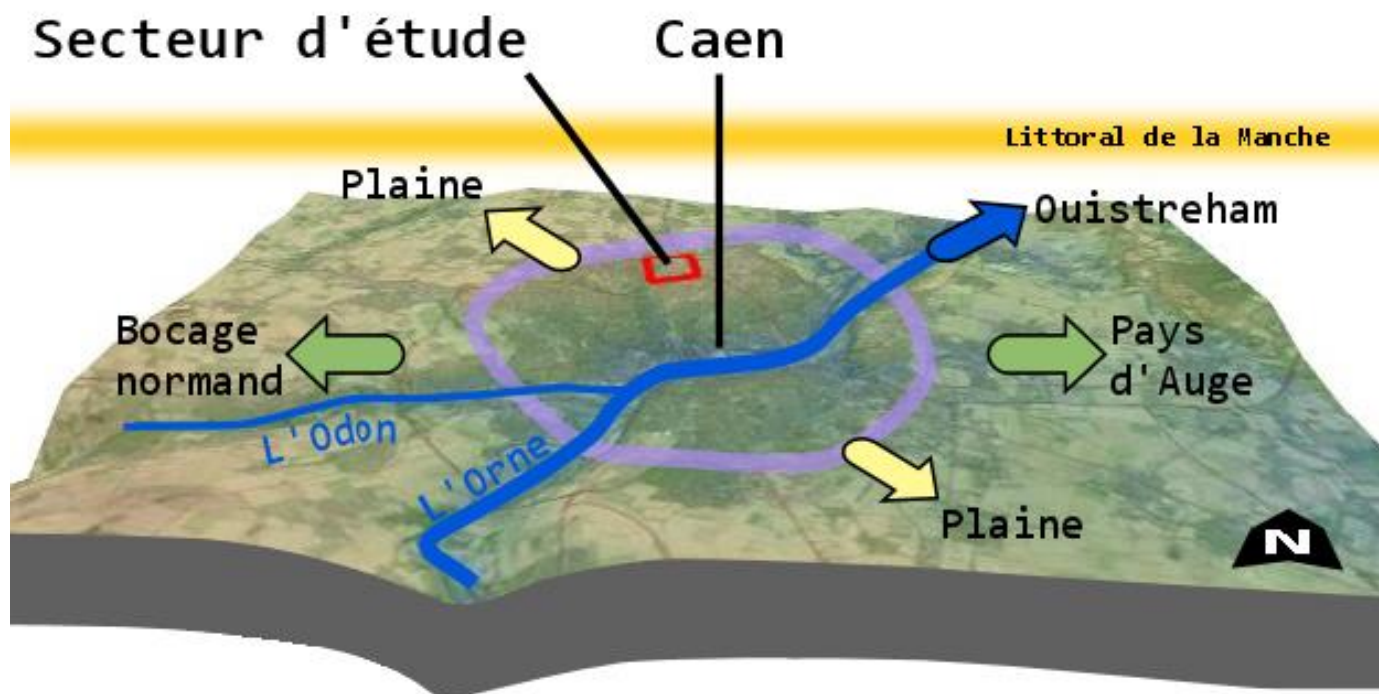
L'ex Basse-Normandie, région où se succèdent plaines et collines, se décompose en trois grands ensembles géographiques :

- La plaine de Normandie en son centre ;
- Le bocage normand à l'Ouest ;
- L'Est plus complexe qui se compose de plusieurs sous-ensembles géographiques (le pays d'Auge, le pays d'Ouche ornais et le Perche ornais).

Caen, dont le territoire couvre environ 2 570 ha, se situe au centre Nord de la Basse-Normandie, au milieu de la plaine normande, propice à la culture céréalière. La ville a été fondée dans une vallée alluviale marécageuse, à la confluence de l'Odon et de l'Orne :

- À l'Ouest de la ville s'étend le bocage normand, à l'Est le pays d'Auge ;
- Du Nord au Sud, la plaine agricole, interrompue par la vallée de l'Orne, se prolonge pratiquement du littoral jusqu'aux frontières de la Basse-Normandie.

Schéma 27 : Bloc diagramme du relief de Caen et ses environs (Source : INGETEC / Exploitation des données IGN RGEALTI et BDORTHO)



Le relief de Caen trouve son point culminant à 84 m NGF (au Nord de la ville) ; le point le plus bas, au niveau de la vallée de l'Orne (à l'Ouest de la ville) se trouve quasiment au niveau de la mer (3 m NGF).

Le secteur d'étude se développe sur le rebord du plateau Nord ; l'altitude décroît ensuite vers la vallée de l'Orne au Sud et à l'Ouest. Une vallée sèche se développe au Sud-Ouest du secteur d'étude et constitue un axe de ruissellement privilégié depuis la vallée des Jardins jusqu'au bassin Saint-Pierre.

Selon le RGE ALTI de l'IGN, le secteur d'étude se situe à 55 m NGF en moyenne et est relativement plan. Le relief varie plus exactement entre 59 m NGF au Nord, Nord-Ouest (au niveau du SDIS et du terrain de sport) et 51 m NGF au niveau du boulevard Jean Moulin au Sud Est (1 à 2% de pente moyenne).

Schéma 28 : Relief au niveau du secteur d'étude (Source : INGETEC / Exploitation des données IGN RGEALTI et BDORTHO)



3.3.2 Sol et sous-sol

3.3.2.1 Contexte géologique

 Les informations présentées dans cette partie proviennent de l'exploitation des cartes et notices géologiques au 1/50 000 produites par le BRGM (feuilles n°119 Bayeux - Courseulles-sur-Mer et n°120 Caen). Elles sont complétées par les résultats de l'étude géotechnique préalable réalisée par GINGER en 2021/2022.

Caen se trouve à l'extrémité occidentale du bassin parisien, vaste bassin sédimentaire de forme arrondie reposant en grande partie sur un socle crayeux datant du crétacé. La région étudiée est rattachée à la Campagne de Caen septentrionale, plateau sédimentaire d'âge mésozoïques, localement entaillé par la vallée de l'Orne, et recouvert de loess (sédiments limoneux éoliens non stratifiés déposés lors des périodes les plus froides du Quaternaire).

D'après la carte géologique au 1/50 000 (feuilles n°119 et n°120), la structure géologique locale est composée de haut en bas par la succession des principales formations suivantes :

- Les limons des plateaux (LP) ou loess (OE) : cette formation éolienne, déposée en contexte périglaciaire, est constituée de matériaux jaune pâle, homogènes, contenant 13 à 20 % de carbonate et 6 à 13 % d'argiles. Sur les plateaux, l'épaisseur est en moyenne de 1 à 2 m, et la couverture est continue.
- Les calcaires de Ranville du Bathonien supérieur (j3Ra/J2e) : dans l'ensemble des séries de calcarénites bioclastiques bathoniennes à stratifications obliques, il se distingue par une teinte ocre caractéristique. L'épaisseur de cette formation est de 20 à 35 m suivant les secteurs.
- Les caillasses et calcaires de Blainville du Bathonien supérieur à moyen (j2d/j2c) : il s'agit d'un calcaire bioclastique et oolithiques épais de 8 à 12 m. La base de cette formation est caractérisée par le niveau repère de la caillasse de Fontaine-Henry, épais de 6 à 8 m.
- Les calcaires de Creully et de Caen du Bathonien supérieur (j2b) : il s'agit de calcaires bioclastiques grossiers à fins, présentant des incidents siliceux et une stratification oblique, représentant une puissance totale de 45 à 50 m. Cette formation peut être divisée en trois parties, avec depuis la base de la formation jusqu'à son sommet :
 - Le Banc Bleu, niveau plus argileux et condensé (épaisseur de de 5 à 10 m) : Ces couches n'affleurent pas dans le secteur représenté sur la feuille, mais les sondages géologiques montrent qu'elles constituent, sous la partie basse de la ville, le plancher imperméable de la vallée de l'Orne et de l'Odon, supportant les alluvions quaternaires et leur nappe aquifère.
 - Le calcaire de Caen, bio-micritique à banc fin (épaisseur de de 20 à 25 m).
 - Le calcaire de Creully, calcarénitique et à stratification oblique en silex (épaisseur de de 45 à 50 m).

Ces formations reposent sur les marnes de Port-en-Bessin qui constituent le plancher imperméable de l'aquifère du Bathonien. Cette formation est représentée par des argiles et marnes sombres, compactes, massives, de couleur grise à noire, alternant parfois avec des calcaires argileux en bancs plus clairs de 0,10 m à 0,50 m d'épaisseur.

Les indications « à grande échelle » fournies par la carte géologique au 1/50 000 du BRGM sont confirmées par les résultats des sondages réalisés par le bureau d'étude GINGER en décembre 2021, permettant de dresser la coupe géotechnique constitué par une couche de remblais, suivi d'une couche de limons, le tout reposant sur une formation calcaire.

On se réfèrera à l'extrait de carte géologique et aux coupes lithologiques reportés ci-contre.

Selon les indications des cartes et notices géologiques produites par le BRGM, les terrains naturels rencontrés au droit du secteur d'étude seraient constitués de limons reposant sur une structure crayeuse aquifère. Toutefois, il est vraisemblable que ces matériaux naturels aient été partiellement substitués par des remblais anthropiques dans le cadre des remaniements des sols associés à l'urbanisation du site.

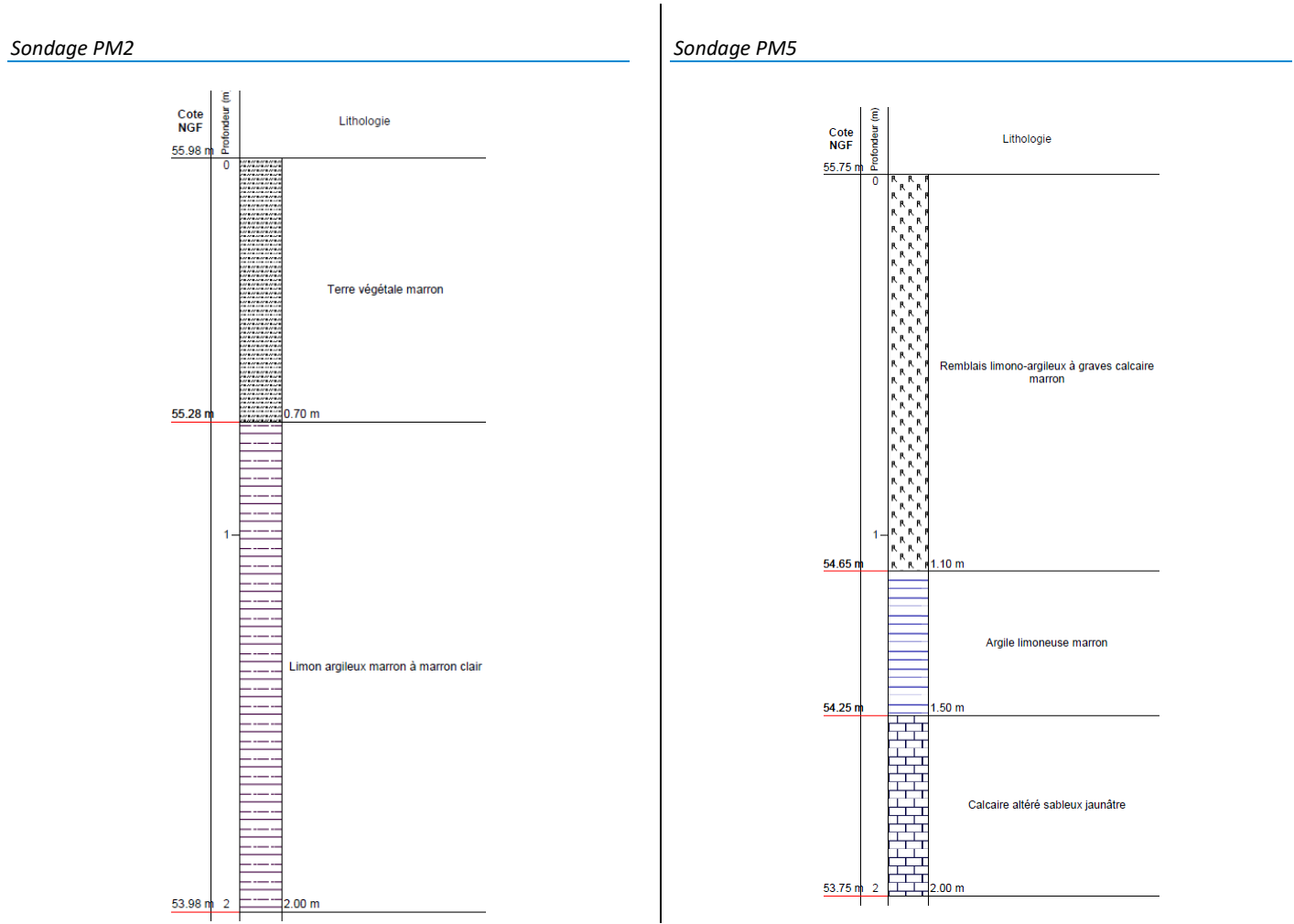
Schéma 29 : Extrait des cartes géologiques au 1/50 000 au niveau du secteur d'étude (Source : BRGM)



Schéma 30 : Plan d'implantation des sondages réalisés au droit du secteur d'étude (Source : GINGER)



Schéma 31 : Coupes lithologiques des sondages réalisés au droit du secteur d'étude (Source : GINGER)



3.3.2.2 Perméabilité des sols

Dans le cadre des études géotechniques, 4 essais de perméabilité MATSUO ont été réalisés par GINGER CEBTP en décembre 2021 à 2 m de profondeur. La localisation des essais est précisée ci-dessous.

Schéma 32 : Localisation des essais de perméabilité (Source : GINGER)



Tableau 11 : Résultats des essais de perméabilité (Source : GINGER)

Essai	Formation / Nature du sol	Profondeur de l'essai (m/TN)	Coefficient de perméabilité K	
			m/s	mm/h
KM1	1/ Argile +/- limoneuse marron	1.5 / 2.0	2.9 x 10 ⁻⁶	10.44
KM2	1/ Argile +/- limoneuse marron	0.7 / 2.0	2.4 x 10 ⁻⁶	8.64
KM3	1/ Argile +/- limoneuse marron	1.5 / 2.0	1.4 x 10 ⁻⁵	50.40
KM4	1/ Argile +/- limoneuse marron	1.2 / 2.0	5.2 x 10 ⁻⁶	18.72

Les résultats obtenus après essais de perméabilité démontrent une capacité d'infiltration comprise entre 2,4 x 10⁻⁶ m/s et 1,5 x 10⁻⁵ m/s. La perméabilité du sol est donc favorable à l'infiltration des eaux pluviales. La valeur retenue pour les calculs de dimensionnement des ouvrages d'infiltration sera, par mesure de sécurité, la plus faible mesurée ici à savoir 2x 10⁻⁶ m/s.

3.3.2.3 Risques naturels liés aux phénomènes géologiques

Les informations de cette partie ont été récupérées auprès des bases de données du BRGM (info terre) et du ministère de l'Environnement (SisFrance : base de données de sismicité historique).

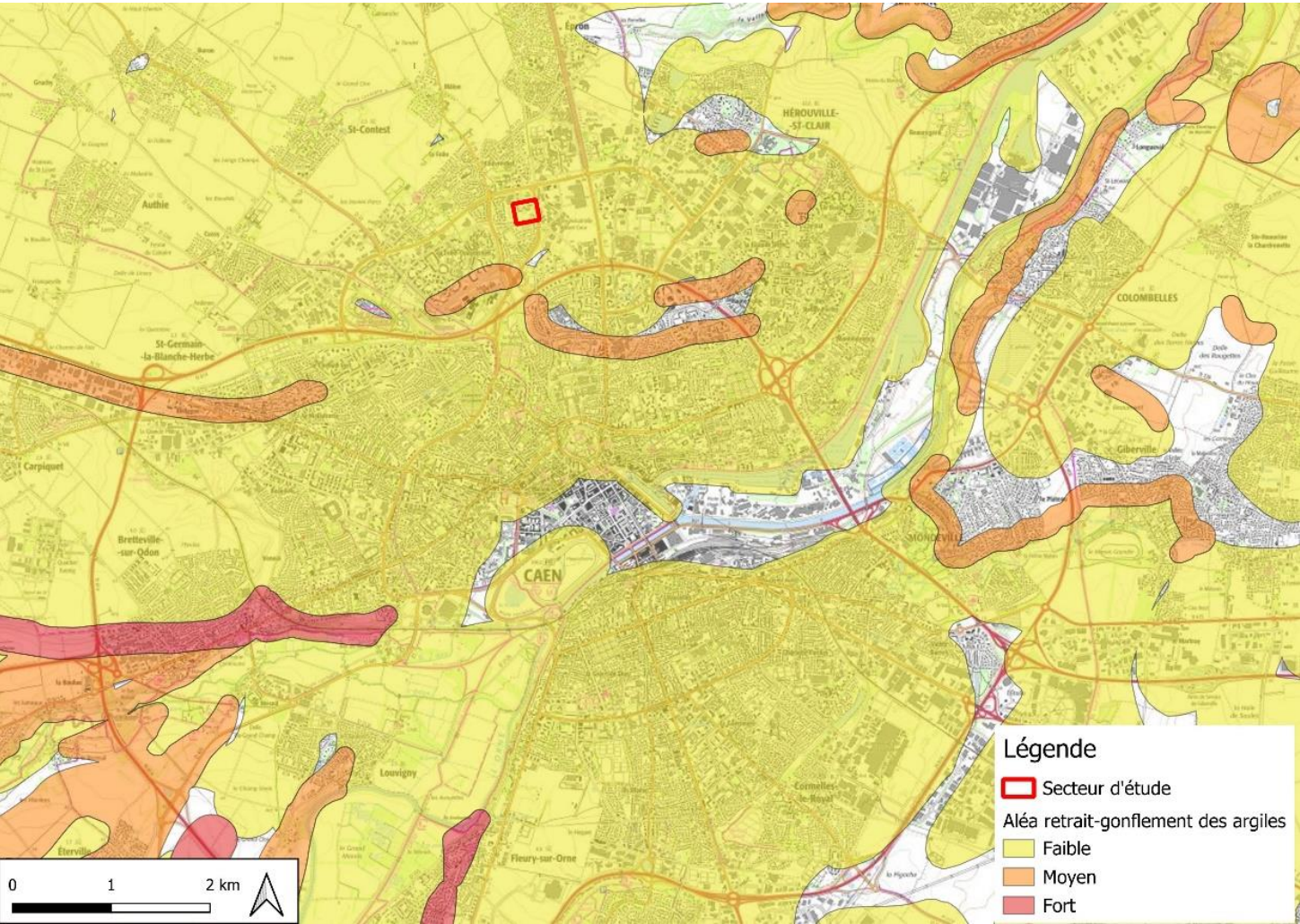
Aléa retrait/gonflement des argiles

Les argiles ont la propriété de voir leur consistance modifiée en fonction de leur teneur en eau. Ainsi, un sol humide sera plastique, au contraire un sol sec sera cassant. Ce phénomène, d'origine climatique, est directement lié aux conditions météorologiques.

La nature du sol est le principal facteur influençant le retrait/gonflement des argiles car seules les formations contenant des minéraux argileux sont concernées par ce phénomène.

Le contexte hydrogéologique (présence d'une nappe phréatique, circulation souterraines ...) peut favoriser les variations de teneur en eau du sol. Des phénomènes climatiques exceptionnels peuvent également générer ces variations.

Schéma 33 : Aléa retrait-gonflement des argiles (Source : InfoTerre)



Le secteur d'étude se trouve en zone d'aléa retrait/gonflement des argiles faible.

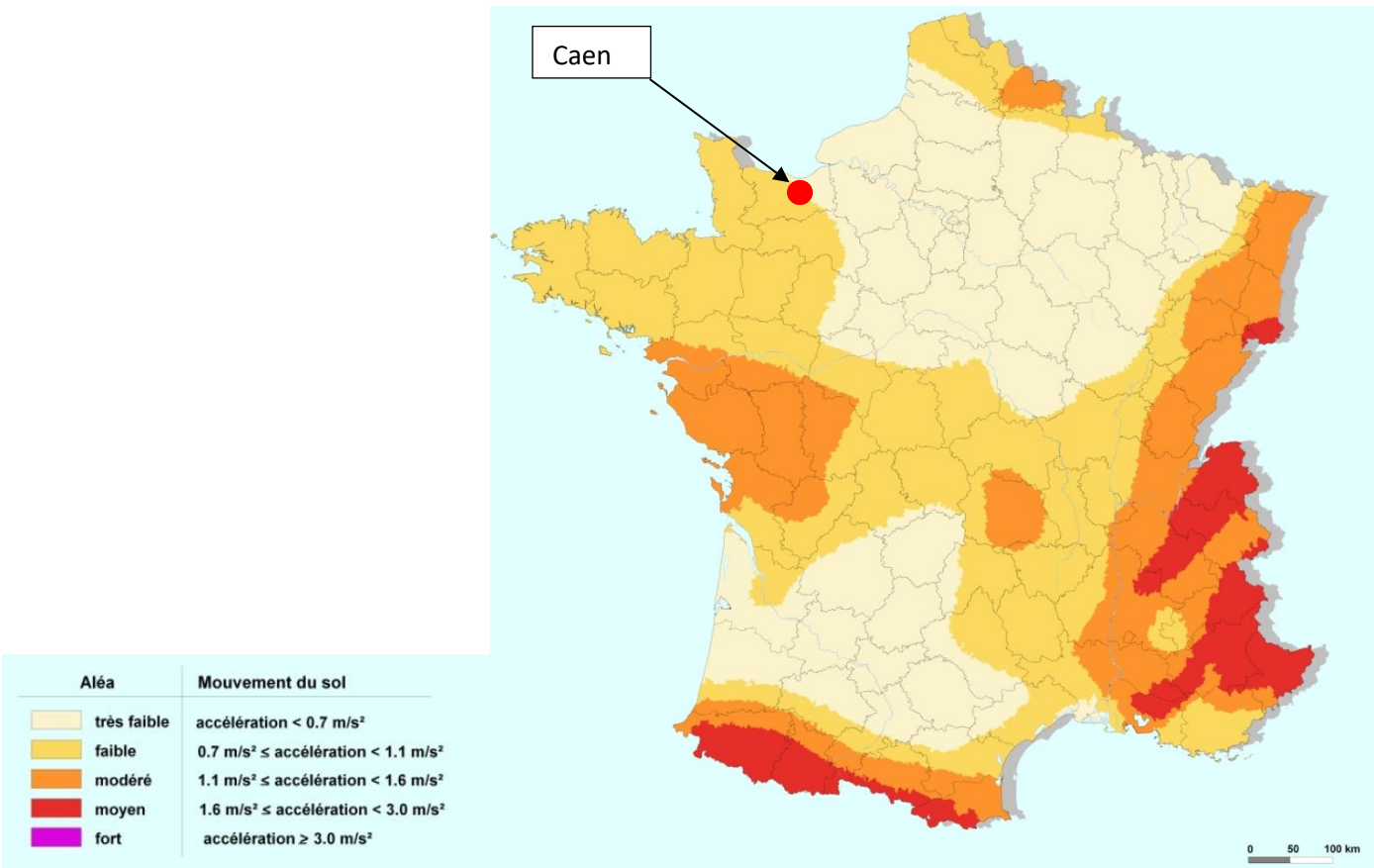
Sismicité

Conformément au décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique, un découpage de la France en différentes zones a été effectué en fonction de leur niveau de sismicité :

- Zone 1 : Sismicité très faible ;
- Zone 2 : Sismicité faible ;
- Zone 3 : Sismicité modérée ;
- Zone 4 : Sismicité moyenne ;
- Zone 5 : Sismicité forte.

La carte de sismicité en France est présentée sur le schéma suivant.

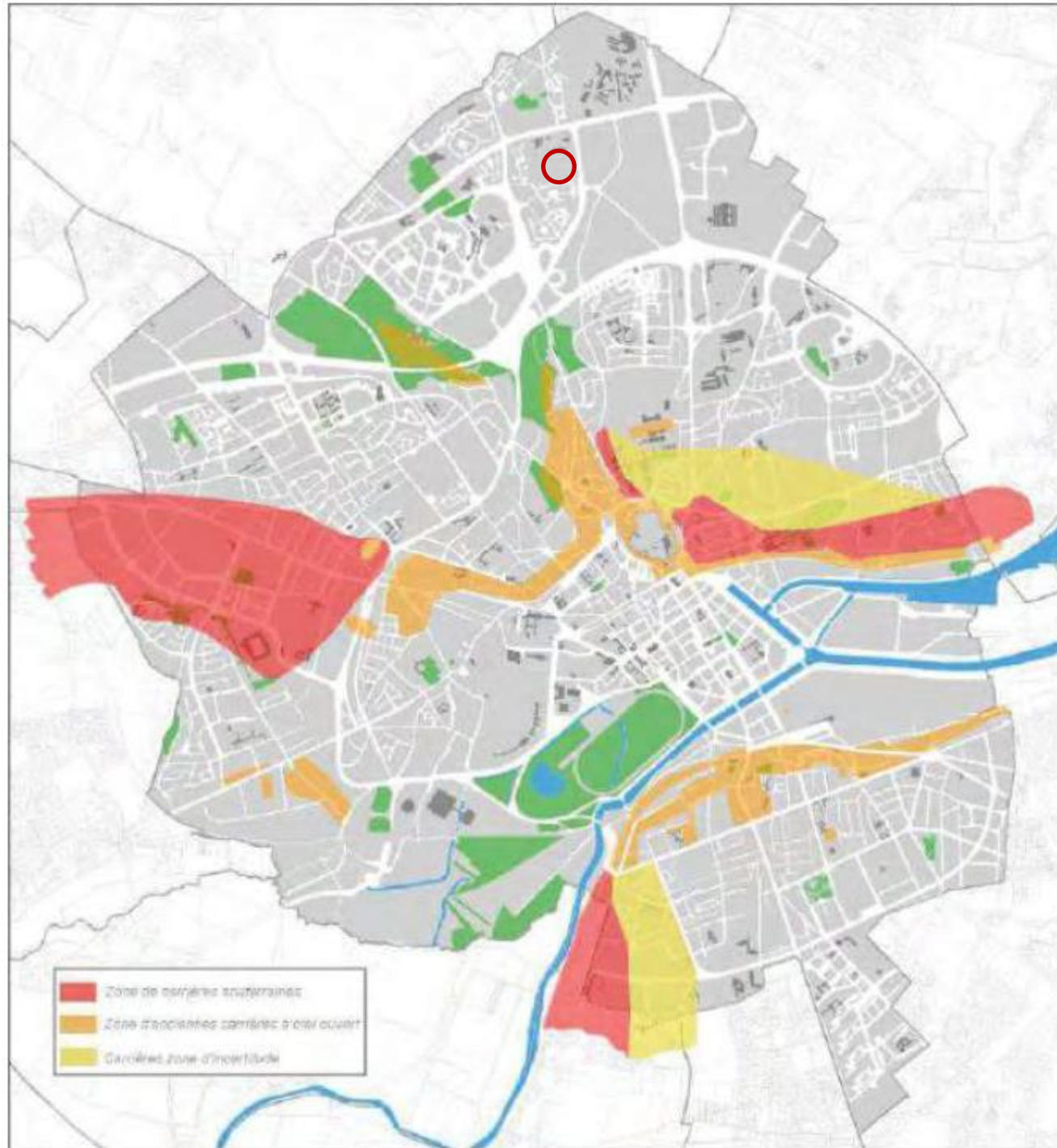
Schéma 34 : Aléa retrait-gonflement des argiles (Source : ministère de l'Environnement)



La commune de Caen, tout comme la moitié Sud-Ouest du Calvados, est classée en zone d'aléa faible (zone 2) au sein de laquelle, des règles de construction sont applicables pour les bâtiments neufs de catégories III et IV (tels que les établissements scolaires, les établissements recevant plus de 300 personnes, les bâtiments indispensables à la sécurité civile, les bâtiments assurant la production et le stockage d'eau potable, etc.).

Dans le cadre de l'élaboration du PLU de Caen, une caractérisation des zones de cavités souterraines a été menée. Cette analyse territoriale à l'échelle communale est fournie ci-dessous.

Schéma 35 : Cartes des cavités souterraines sur la commune de Caen (Source : PLU de Caen)



D'après les données du PLU, le site ne serait pas concerné par la présence potentielle de cavités souterraines.

3.4 Compartiment aquatique

3.4.1 Eaux souterraines

3.4.1.1 Aquifères en présence

Les données exploitées dans cette partie proviennent de la notice géologique du BRGM et de la base de données SIGES (Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Seine-Normandie) créée par le BRGM en collaboration avec l'agence de l'eau Seine Normandie.

A l'échelle départementale, les deux aquifères constatés sont les nappes calcaires du Bathonien et du Bajocien

Nappe des calcaires du Bathonien

La formation du Bathonien abrite une nappe libre alimentée directement par infiltration des pluies efficaces. Le mur de la formation est constitué par le faciès marneux du Bathonien inférieur (marnes de Port en Bessin). L'écoulement de la nappe se fait globalement des plateaux vers les points bas en suivant grossièrement la topographie. Au droit de l'Orne, la surface de la nappe se raccorde à celle de la nappe alluviale.

Si l'épaisseur du Bathonien atteint dans son intégralité une centaine de mètres (bord de mer), celle de la nappe est plus réduite, car la profondeur de son niveau piézométrique atteint sous les plateaux des valeurs de l'ordre de 30 m tandis que dans les vallées, où la nappe est sub-affleurante, une bonne partie du calcaire a été érodée.

Localement, en période de moyennes eaux, la nappe se situe entre +15 et +20 m NGF. Ce niveau piézométrique fluctue en fonction des variations annuelles et interannuelles de la recharge. Les fluctuations atteignent en moyenne 5 à 10 mètres sous les plateaux alors qu'elles sont de l'ordre du mètre dans les vallées.

C'est un aquifère carbonaté de type discontinu, c'est-à-dire que la circulation de l'eau souterraine se fait essentiellement par les fissures d'origine tectonique et développées par dissolution physico-chimique. Cette fissuration conditionne la productivité des ouvrages et affecte préférentiellement les vallons et vallées. Les ouvrages donnant un débit supérieur à 100 m³/h sont situés dans les vallées, vallons secs ou à proximité immédiate de la vallée de l'Orne. A l'inverse, les débits obtenus sur les plateaux sont en général plus faibles, inférieurs à 50 m³/h.

Du point de vue qualitatif, la nappe des calcaires bathoniens est dure, généralement fortement minéralisée. Les principaux éléments indésirables rencontrés sont les nitrates et les pesticides, indices de pollution de type agricole. Ponctuellement, des concentrations en fer sont observées.

Nappe des calcaires du Bajocien

Séparé du Bathonien calcaire par les Marnes de Port en Bessin, la formation des calcaires du Bajocien contient une nappe captive en rive droite de l'Orne. En rive gauche, en amont de Caen, on peut la retrouver à l'affleurement ou sous recouvrement alluvionnaire notamment dans la vallée de l'Orne. Le mur de cet aquifère est constitué par la formation des Argiles des poissons du Toarcien.

Sa productivité est généralement plus faible que celle des calcaires bathoniens, en raison d'une fissuration limitée et irrégulière. Comme pour ce dernier, les meilleurs résultats sont obtenus dans les vallées humides et vallons secs.

A noter que localement, ses caractéristiques hydrodynamiques ainsi que sa piézométrie restent mal connues. Le niveau piézométrique pourrait tendre à s'équilibrer avec celui de l'aquifère bathonien.

Sur le plan qualitatif, la nappe des calcaires bajociens peut présenter des teneurs importantes en fluor et des concentrations non négligeables en fer.

Schéma 36 : Schéma de la masse d'eau souterraine HG308, Bathonien Bajocien de la plaine de Caen est du Bessin (Source : BRGM)



L'aquifère présent à l'aplomb du secteur d'étude est celui des calcaires du Bathonien ; il repose sur les formations peu perméables des marnes de Port-en-Bessin rencontrées à environ 60 m de profondeur.

3.4.1.2 Caractéristiques de l'aquifère : piézométrie

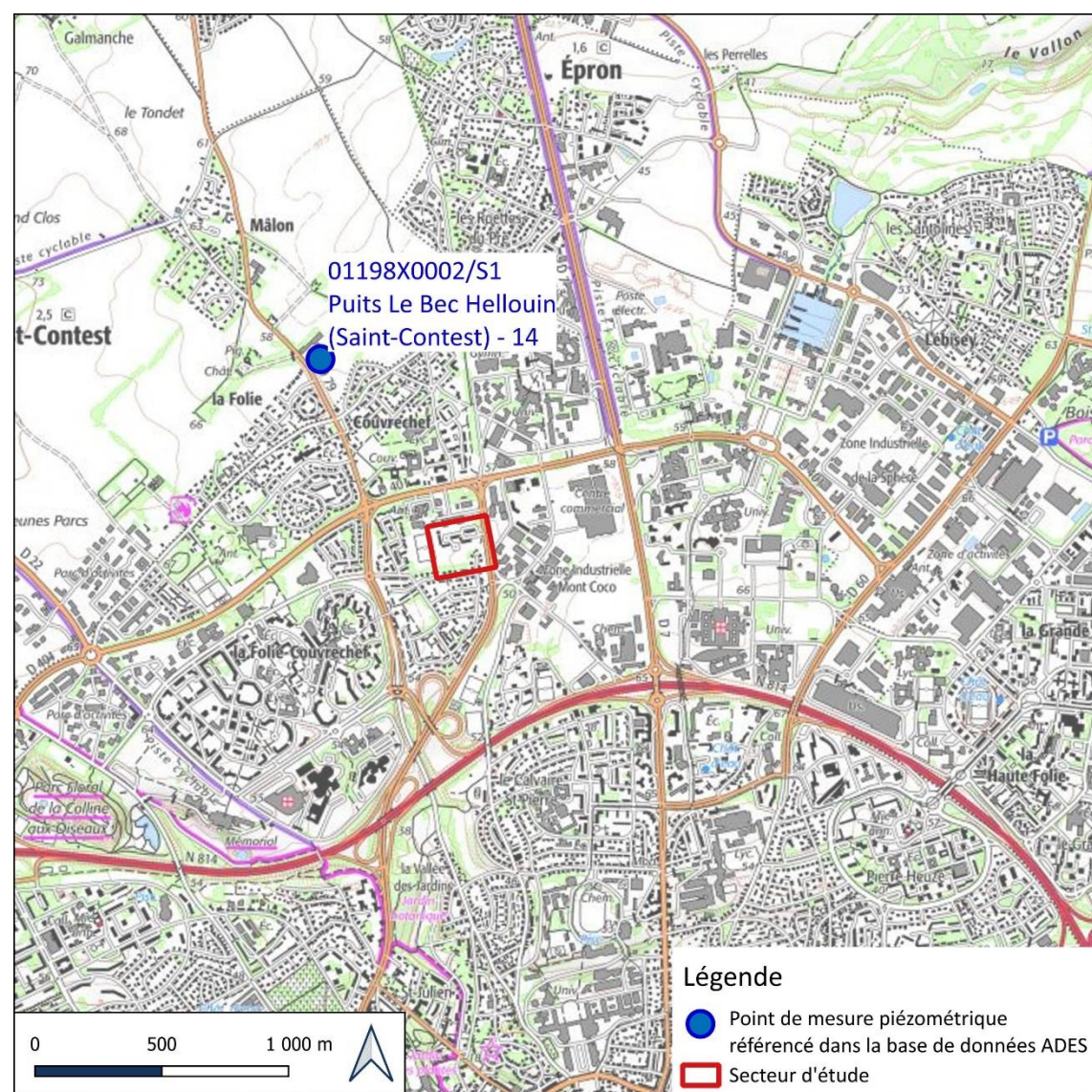
Les données présentes dans cette partie proviennent de la base de données ADES qui répertorie les stations de mesure des nappes phréatiques et les données relatives à celles-ci.

Le niveau piézométrique de la nappe du Bathonien fluctue sous l'effet des variations de l'alimentation par les pluies au cours de l'année et au cours de « cycles interannuels ». Ces fluctuations atteignent sous les plateaux 3 à 5 mètres alors qu'elles sont réduites à des valeurs de l'ordre du mètre dans les vallées où les cours d'eau représentent des limites à niveau constant.

Le niveau d'eau de la nappe du Bathonien est suivi depuis 1966 au droit du piézomètre de Saint-Contest (commune voisine) n° 01198X0002/S1, situé à 600 m au Nord-Ouest du secteur d'étude. Il permet de suivre les fluctuations du niveau de la nappe depuis 46 ans.

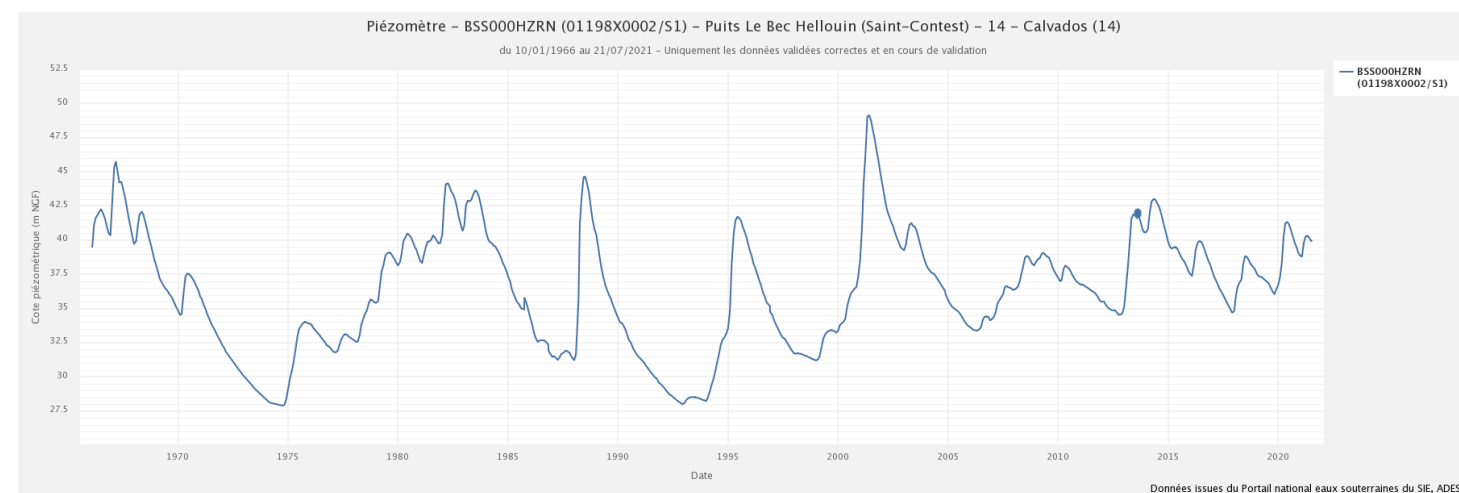
Le point de mesure se situe à une altitude sensiblement similaire à celle du secteur d'étude (60 m en moyenne).

Schéma 37 : Point de mesure de la piézométrie de la nappe des Calcaires du Bathonien à Saint-Contest (Source : données ADES)



Le suivi piézométrique de la nappe au droit du puits « Le Bec Hellouin » est représenté sur ce graphique.

Graphique 4 : Piézométrie de la nappe des Calcaires du Bathonien à Saint-Contest (Source : données ADES)



Au regard de cette piézométrie locale, on observe :

- Des fluctuations du niveau de la nappe au cours des 50 dernières années (variations annuelles et pluriannuelles) pouvant atteindre plus de 20 m d'amplitude, avec des périodes de basses eaux et des périodes de hautes eaux ;
- Des mises en charges saisonnières de bonnes amplitudes traduisant le caractère plus capacitif de l'aquifère au niveau de la vallée de l'Orne. Au cours d'un cycle annuel, les niveaux de hautes et basses eaux se situent en moyenne respectivement au printemps et en automne.

Le niveau de plus hautes eaux a été enregistré sur l'ouvrage de Saint-Contest le 16 mai 2001 avec une cote à 49,29 m NGF. Le toit de la nappe atteignait une profondeur de 11 m par rapport au niveau du sol.

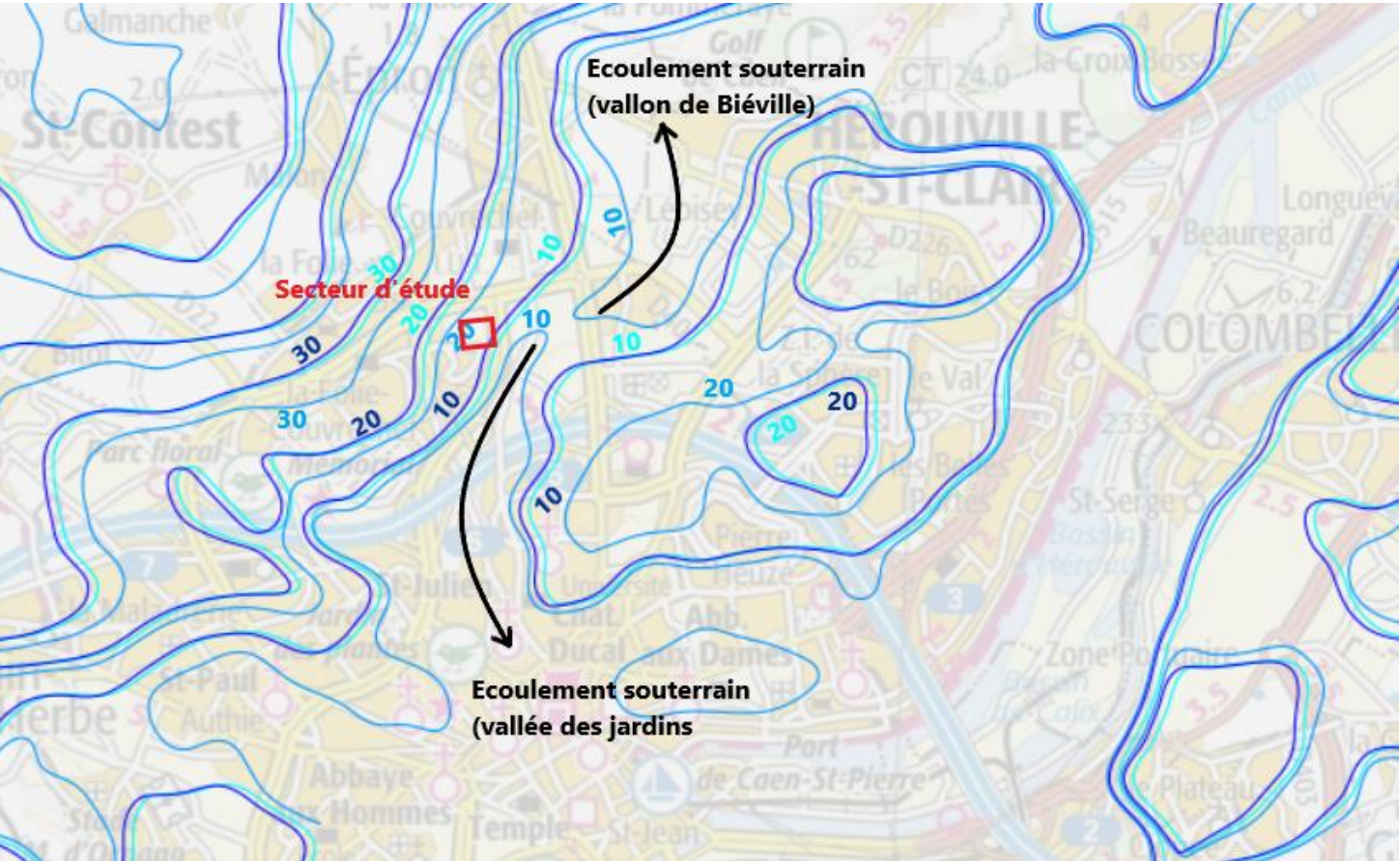
Cette remontée de nappe n'a pas été provoquée par une pluviométrie mensuelle ou même annuelle exceptionnelle, mais par la succession de 3 années pluvieuses. La fréquence de cet événement est donc difficile à donner.

Au cours de ces 10 dernières années, le toit de la nappe est resté compris entre 17 et 25 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

Par ailleurs, aucun niveau d'eau n'a été observé au droit des sondages lors des investigations du bureau d'études GINGER en décembre 2021.

Le schéma suivant présente les courbes isopièzes de la nappe du Calcaire du Bathonien, extraite de l’atlas 2007 réalisé sur le département du Calvados. Cette carte met en évidence les courbes isopièzes en périodes de basses eaux (BE), moyennes eaux (ME) et hautes (HE).

Schéma 38 : Contexte piézométrique de la nappe du Calcaire du Bathonien niveau du secteur d’étude (Source : SIGES Seine Normandie)



Les écoulements souterrains au sein de la nappe du Calcaire du Bathonien se dirigent ensuite vers la vallée des jardins puis le fond de vallée au niveau du centre-ville.

Contrairement aux données piézométriques mesurées au droit du puits « Le Bec Hellouin » qui indique un toit de la nappe entre 35 et 40 m NGF en moyenne, le schéma ci-dessus issu du BRGM révèle que le toit de cette même nappe au droit du secteur d’étude se situe en moyenne autour de 10 m NGF, soit un écart de plus de 25 m entre les deux sources d’information. Cet écart peut en partie s’expliquer par une nature des sols différentes et des moyens de mesure/analyse plus ou moins précis ; la carte ci-dessus ayant en effet été réalisée à grande échelle.

Au regard de ces éléments et du contexte géologique présenté précédemment, on considérera que l’épaisseur de la nappe du Bathonien est très variable et que le toit de cette nappe est susceptible d’être rencontré à partir d’une dizaine de mètres de profondeur lors de périodes de hautes eaux.

3.4.1.3 Etat des eaux souterraines

Les données présentées dans cette partie s’appuient sur l’Etat des lieux de 2019 réalisé par l’Agence de l’Eau Seine Normandie dans le cadre de l’élaboration du nouveau SDAGE pour la période 2022-2027. Cet état des lieux a été approuvé, le 4 décembre 2019, par le comité de bassin Seine-Normandie.

Comme présenté en introduction de cette partie sur les eaux souterraines, le secteur d’étude est localisé sur la masse d’eau « BATHONIEN-BAJOCIEN PLAINE DE CAEN ET DU BESSIN » du bassin hydrographique Seine-Normandie, référencée FHRG308.

Tableau 12 : Etats et objectifs de la masse d’eau au droit du secteur d’étude (Source : SDAGE Seine-Normandie)

Masse d’eau	Etat quantitatif (2019)		Etat chimique (2019)	
	ETAT	PARAMETRE DÉCLASSANT	ETAT	PARAMETRE DÉCLASSANT
FRHG 308				
Bathonien-Bajocien Plaine de Caen et du Bessin	Médiocre	Test eaux de surface (T2)	Médiocre	Nitrates, Atrazine desethyl deisopropyl, Diméthachlore CGA, Metazachlore ESA, Bentazone

L’état quantitatif de la masse d’eau souterraine qui était qualifié de bon lors du précédent état des lieux en 2013, est désormais classé dans la catégorie médiocre.

Cette masse d’eau a été déclassée d’une part en raison du changement de référentiel et de méthode de qualification de l’état et d’autre part, en raison de son impact sur le fonctionnement et l’état écologique des cours d’eau, évalué par le ratio des prélèvements au débit d’étiage des cours d’eau.

L’état qualitatif était quant à lui déjà considéré comme médiocre en 2013. Les paramètres déclassants qui justifient cet état sont essentiellement d’origine agricole.

 Les données présentées dans cette partie proviennent de l'ARS Normandie via une cartographie utilisant le logiciel Google Earth. Des données sont affiliées au point de captages présenté dans la carte ci-dessous. Les données relatives à la Zone de Répartition des Eaux sont quant à elles issues de l'arrêté préfectoral du 8 mars 2017.

- Les 4 captages de Biéville (F6,7,8,9) ;
- Le captage de Bonnes Femmes (F4) ;
- Le captage de Beauregard (F5) ;
- Les captages de Plaine (F2) et de Blainville au Nord Est (F1).

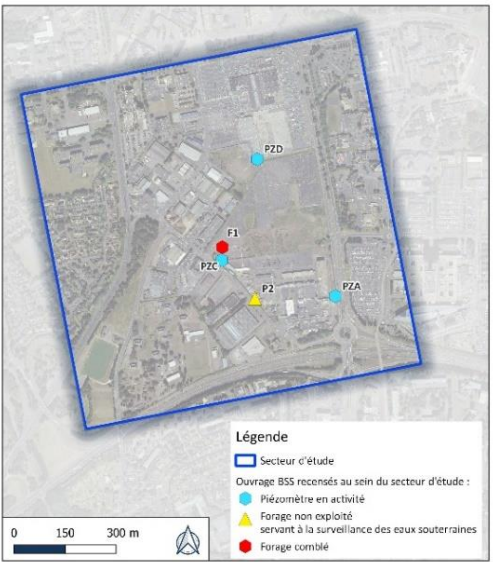
Les services de l'État ont ainsi délimité une ZRE dans laquelle les prélèvements en eaux souterraines sont contraints. Par arrêté préfectoral du 8 mars 2017, il a été décidé que sur les communes incluses dans la ZRE des nappes et bassins du Bajo-Bathonien, tout prélèvement en eaux superficielles ou souterraines supérieur à 1000 m³/an doit au préalable faire l'objet d'une procédure de déclaration au titre de la loi sur l'eau s'il reste sous le seuil de 8 m³/h et dans le cas où il dépasse ce seuil, une procédure de demande d'autorisation environnementale doit être menée par le maître d'ouvrage.

Suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site MURATA

Au sein du secteur d'étude, aucun ouvrage ne permet de caractériser la qualité de la nappe. Les seuls ouvrages permettant de caractériser la qualité de la nappe sont situés à proximité et actuellement gérés par la société MURATA INTEGRATED PASSIVE SOLUTIONS qui procède à une surveillance de la qualité des eaux souterraines par la réalisation de prélèvements dans des piézomètres (non démantelé et toujours en activité).

Cette surveillance est menée dans le but d'appréhender et de suivre l'évolution de la qualité des eaux souterraines compte tenu des activités industrielles passées et pollutions résiduelles des sols et eaux souterraines sur ce site.

Tableau 13 : Ouvrages de surveillance de la nappe souterrain à proximité du secteur d'étude (Source : Arrêté complémentaire d'actualisation de prescriptions suite à la réorganisation du site de la société MURATA)

	Forage P2	PZA	PZC	PZD	Localisation
Code BSS	01198C0066/ F2	01205X0576/ PZA	01198X0365/ PZ1	01198X0360/ PZD	
Mois et année de réalisation	Mars 1964	Mars 2004	Janvier 2007	Mars 2004	
Altimétrie (m)	63, 15 (précision RNG)	64,69 (précision EPD)	57,5 (précision IGN)	64,69 (précision EPD)	
Profondeur (m)	65	61	61	58	

3.4.3 Eaux superficielles

3.4.3.1 Fonctionnement hydraulique local

A l'échelle du secteur d'étude, le fonctionnement hydraulique peut être caractérisé par la topographie générale du terrain mais aussi et surtout par les composantes du tissu urbain y compris le réseau d'assainissement en place.

Comme cela a été mis en avant dans la partie 3.3.1 de cette étude, le point haut de ce bassin versant urbain se situe globalement au Nord (en frange du SDIS) et à l'Ouest (Quartier résidentiel) tandis que le point bas est localisé au Sud-Est au niveau du boulevard Jean Moulin.

Au sein du secteur d'étude, l'écoulement des eaux de surface est peu influencé par l'occupation actuelle des sols, constitué :

- D'une aire en gravats issus de la démolition des bâtiments et relativement imperméable en raison de la compacité des sols notamment
- D'une prairie enherbée perméable.

La pente du terrain naturel est relativement faible et les ruissellements sont diffus. Les essais de perméabilité réalisés sur le site montrent une capacité d'infiltration des sols relativement bonne et favorable à l'infiltration des eaux pluviales. La majeure partie du volume ruisselé sur ce bassin versant urbain ne fait l'objet d'aucun tamponnement. Les eaux pluviales sont infiltrées ou récupérées directement par le réseau pluvial que l'on retrouve au droit :

- Du boulevard Jean Moulin ;
- De la rue des Potiers.

Le fonctionnement du réseau d'assainissement pluvial en place est détaillé dans la partie 3.8.1 relative aux réseaux. A noter que le réseau rejoint ensuite le collecteur Couvrechef Dunois et se déverse dans l'Orne au niveau de l'hippodrome.

3.4.3.2 Contexte hydrographique

Compte tenu de la localisation du projet et de la description faite ci-dessus sur le fonctionnement hydraulique au droit du bassin versant du secteur d'étude, le cours d'eau récepteur des eaux pluviales est le fleuve de l'Orne. La masse d'eau superficielle associée dans le Schéma Directeur et d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Seine Normandie est celle de l'Estuaire de l'Orne (FRHT04).

L'Orne, deuxième plus important fleuve normand après la Seine, prend sa Source aux environs d'Aunou-sur-Orne, dans le département de l'Orne près de Sées, à 190 m d'altitude. Sur la partie aval de son tracé, l'Orne traverse la plaine de Caen avant de rejoindre la Manche à Ouistreham après un parcours de près de 170 km.

Au niveau de Caen, un petit bras d'eau, la Noë, se détache du fleuve et traverse la Prairie. Il est ensuite rejoint par la rivière de l'Odon et se jette dans le bras principal de l'Orne. Entre Caen et l'estuaire, le cours de l'Orne est doublé, sur une quinzaine de kilomètres, par le canal de Caen à la mer.

La superficie totale du bassin versant à l'exutoire est de 2 932 km², composé à 84 % de terres agricoles, à 10 % de forêts et milieux semi-naturels et à 6 % de territoires artificialisés.

Schéma 40 : Fonctionnement hydraulique au niveau du secteur d'étude

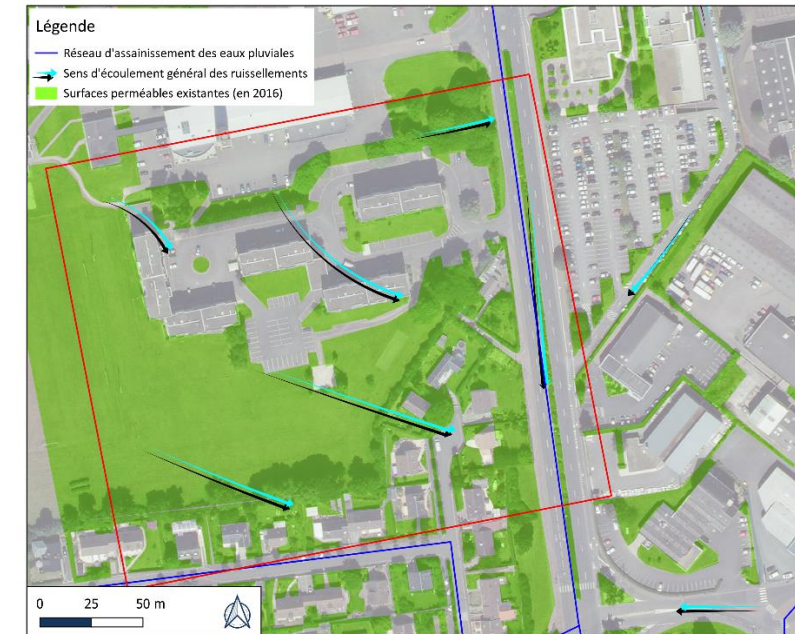


Schéma 41 : Exutoire naturel des eaux pluviales du secteur d'étude (Source : PLU Caen)

