



MAIRIE D'HEROUVILLE SAINT CLAIR

Presqu'île
Secteur Paysages Habités

Etude d'Impact sur l'environnement DOSSIER 3 : Analyse de l'état initial



Rapport

Réf : CICENO180042 / RICENO00570-01

AURO-MAG / CH. / MCN.

16/04/2018

GINGER
RURGEAP



MAIRIE D'HEROUVILLE SAINT CLAIR

Presqu'île
 Secteur Paysages Habités

DOSSIER 3 : Analyse de l'état initial

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	16/04/2018	01	Aurélien ROSSI Marie-Anne GUGLIELMI		Christophe HUMBERT		M. COHEN	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CICENO180042 / RICENO00570-01
Numéro d'affaire :	A16285
Domaine technique :	DR01
Mots clé du thésaurus	ETUDE D'IMPACT AMENAGEMENT

Agence Nord-Ouest
 Rue du pré de la roquette – 76800 Saint Etienne du Rouvray
 Tél : 02.32.81.45.00 • Fax : 02.32.10.37.33
agence.de.rouen@burgeap.fr

SOMMAIRE

1	Préambule	7			
2	Définition des aires d'étude	8			
3	Milieu physique.....	10			
	3.1 Géographie	10			
	3.2 Topographie et géomorphologie	12			
	3.3 Le climat.....	14			
	3.3.1 Les températures.....	14			
	3.3.2 Les précipitations.....	14			
	3.3.3 Les vents.....	14			
	3.3.4 Ensoleillement	15			
	3.4 Changement climatique (GES) – énergie.....	16			
	3.4.1 SRCAE : Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie	16			
	3.4.2 PCET : Plan Climat Énergie Territorial	16			
	3.4.3 Schéma Directeur de l'Énergie (SDE) de Caen la Mer.....	18			
	3.4.4 Les émissions de Gaz à effet de serre de Caen la Mer.....	18			
	3.5 Géologie	19			
	3.5.1 Le contexte géologique régional.....	19			
	3.5.2 Le contexte géologique de l'aire d'étude immédiate.....	19			
	3.6 Géotechnique	21			
	3.6.1 Secteur du plan Guide.....	21			
	3.6.2 Site des Paysages Habités.....	21			
	3.6.3 Conclusion.....	21			
	3.7 Hydrogéologie	22			
	3.7.1 Description des aquifères	22			
	3.7.2 La piézométrie	22			
	3.7.3 Qualité des eaux souterraines.....	24			
	3.7.4 Vulnérabilité hydrogéologique	25			
	3.7.5 Les usages de l'eau souterraine.....	25			
	3.7.6 Conclusion.....	28			
	3.8 Eaux superficielles.....	29			
	3.8.1 Description du bassin versant.....	30			
	3.8.2 Le milieu hydraulique superficiel.....	30			
	3.8.3 Hydrologie	33			
	3.8.4 Qualité des eaux.....	34			
	3.8.5 Qualité des sédiments	37			
	3.8.6 Usages de l'eau superficielle	38			
	3.9 Le caractère estuarien de l'Orne	40			
	3.10 Risques naturels	41			
	3.10.1 Le risque inondation	42			
	3.10.2 Le risque de submersion marine	50			
	3.10.3 Les risques mouvement de terrain	58			
	3.10.4 Le risque sismique.....	62			
	3.10.5 Le risque de tempête.....	62			
	3.10.6 Le Plan de Prévention Multi-Risques (PPRM) de la Basse Vallée de l'Orne.....	62			
4	Milieu naturel	63			
	4.1 Description et intérêts de la zone d'étude immédiate et ses abords.....	63			
	4.1.1 Inventaires patrimoniaux	63			
	4.1.2 Protections réglementaires.....	63			
	4.1.3 Gestions contractuelles et engagements internationaux	64			
	4.1.4 Trame Verte et Bleue	68			
	4.1.5 Stratégie de Création des Aires Protégées (SCAP)	68			
	4.1.6 Conclusion de l'intérêt patrimonial.....	68			
	4.2 Résultats de la recherche bibliographique au niveau de la zone d'étude immédiate ..	71			
	4.3 Inventaires floristiques, habitats et faunistiques	71			
	4.3.1 Intérêt des habitats.....	72			
	4.3.2 Intérêt floristique.....	78			
	4.3.3 Intérêt avifaunistique	87			
	4.3.4 Intérêt mammalogique.....	89			
	4.3.5 Intérêt herpétologique	89			
	4.3.6 Intérêt entomologique.....	89			
	4.4 Synthèse des enjeux	90			
	4.4.1 Territoires du plan Guide.....	90			
	4.4.2 Site des Paysages Habités.....	95			
5	Patrimoine culturel.....	98			
	5.1 Sites remarquables et protégés (sites inscrits et classés)	98			
	5.2 Monument historique et patrimoine	99			
	5.3 Bâtiments à vocation patrimoniale	102			
	5.4 SPR (ex AVAP)	102			
	5.5 Archéologie	104			
	5.6 Paysages	105			
	5.6.1 Les entités paysagères : l'espace périurbain.....	105			
	5.6.2 Analyse paysagère du secteur d'étude	105			
6	Activités humaines et cadre de vie.....	113			
	6.1 Utilisation des sols (Corine Land Cover)	113			
	6.2 Population	115			
	6.2.1 Population totale.....	115			
	6.2.2 La structure de la population	115			
	6.3 L'habitat	117			
	6.3.1 Contexte réglementaire	117			
	6.3.2 L'habitat sur l'aire d'étude rapprochée	119			
	6.4 Activités économiques.....	121			
	6.4.1 L'emploi.....	121			
	6.4.2 Les activités économiques	122			
	6.5 Les biens matériels	123			
	6.5.1 Les équipements de santé	123			
	6.5.2 Les équipements scolaires et pour la jeune enfance.....	123			
	6.5.3 Les équipements à destination des personnes âgées.....	123			
	6.5.4 Les équipements de sport et de loisirs	123			
	6.5.5 Les équipements culturels et jardins	123			
	6.5.6 Les équipements de tourisme	123			
	6.5.7 La situation sur les aires d'études immédiates	123			
	6.6 Infrastructures viaires	124			
	6.6.1 Contexte réglementaire	124			
	6.6.2 Réseau routier.....	124			
	6.6.3 Réseau de transports en commun	130			
	6.6.4 Situation de l'aire d'étude immédiate.....	132			
	6.6.5 Réseau Fluvial.....	133			
	6.6.6 Réseau ferré.....	133			
	6.6.7 Aéroports.....	133			
	6.6.8 Circulation douce.....	133			
	6.7 Gestion des déchets.....	138			
	6.7.1 Contexte réglementaire	138			
	6.7.2 Situation de Caen la Mer	138			
	6.8 Les risques technologiques	139			
	6.8.1 Risque lié aux installations classées pour l'environnement (ICPE) et sites SEVESO	139			
	6.8.2 Risque lié au transport de matières dangereuses	143			
	6.8.3 Risque lié à la rupture de barrage et de digue.....	143			
	6.9 Sites et sols pollués	145			
	6.9.1 Sites BASIAS	145			
	6.9.2 Sites BASOL	147			

7	Cadre de vie	149
7.1	L'ambiance sonore	149
7.1.1	Rappel du contexte réglementaire	149
7.1.2	Les mesures sonores	161
7.2	La qualité de l'air	164
7.2.1	Contexte réglementaire	164
7.2.2	Les données de surveillance de la qualité de l'air	165
7.3	Les odeurs	168
7.4	L'environnement lumineux	168
8	Les documents d'urbanisme	170
8.1	Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) de Caen Métropole	170
8.2	Plan Local d'Urbanisme (PLU) des territoires du Plan Guide	170
8.2.1	Le PLU de Mondeville	170
8.2.2	Le PLU d'Hérouville Saint-Clair	175
8.3	Le PLU de Caen	176
8.3.1	Le règlement de la zone UA	176
8.3.2	Le règlement de la zone UP	176
8.3.3	Le règlement de la zone UD	177
8.3.4	Les Orientations d'Aménagement Particulières (OAP)	178
8.4	Les servitudes d'utilité publique	181
8.4.1	Les servitudes d'utilité publique du site Nouveau Bassin	181
8.4.2	Les servitudes d'Utilité Publique du site Coeur Calix	181
8.4.3	Les servitudes d'utilité publique du site des Paysages Habités	181
8.5	La Directive Territoriale d'aménagement (DTA) de l'estuaire de la Seine	182
9	Synthèse des enjeux environnementaux sur le territoire de la presqu'île	183
9.1	Synthèse des enjeux environnementaux sur le secteur du Nouveau Bassin	183
9.2	Synthèse des enjeux environnementaux sur le secteur de Cœur Calix	186
10	Synthèse des enjeux environnementaux sur le secteur des Paysages Habités	190
11	Scénario de référence	194
11.1	Évolution en cas de mise en œuvre du projet « ZAC du paysage Habités »	194
11.2	Évolution probable en l'absence de mise en œuvre du projet	195

TABLEAUX

Tableau 1 - Températures moyennes à la station météorologique de Caen-Carpique (1981-2010) (Source : Météo France)	14
Tableau 2 – Hauteur de précipitations moyennes (en mm) à la station météorologique de Caen-Carpique (1981-2010) (Source : Météo France)	14
Tableau 3 - Scénario cible de la Basse-Normandie (Source : SRCAE de la Basse-Normandie)	16
Tableau 4 - Premières pistes d'actions sur les cinq postes les plus émetteurs de GES (Source: diagnostic Bilan Carbone Caen la Mer)	18
Tableau 5 - Valeurs piézométriques caractéristiques de la nappe du Dogger de la plaine de Caen et du Bessin (Source : ADES, BRGM)	24
Tableau 6 - La masse d'eau souterraine (Source : SDAGE du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands)	25
Tableau 7 - Objectifs de qualitatif et quantitatif de la masse d'eau n° 308 « Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bessin » (Source : SDAGE du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands 2016-2021)	25
Tableau 8 - Captages AEP au sein de l'aire d'étude rapprochée (Source : ARS Basse-Normandie)	26
Tableau 9 - Captages industriels au sein de l'aire d'étude immédiate (Source : Infoterre)	28
Tableau 10 - Captage agricole répertorié au sein de l'aire d'étude immédiate (Source : Infoterre)	28

Tableau 11 - Débits moyens mensuels (m ³ /s) et débits spécifiques (l/s/km ²) interannuels de l'Orne (1990-2013)- station Pont de Vaucelles (Source : DREAL Basse-Normandie)	33
Tableau 12 - Débits caractéristiques de l'Orne (Source : DREAL Basse-Normandie)	33
Tableau 13 - Débits moyens mensuels (m ³ /s) et débits spécifiques (l/s/km ²) interannuels du Biez - station à Mondeville (Source : DREAL Basse-Normandie)	34
Tableau 14 - Débits caractéristiques du Biez (Source : DREAL Basse-Normandie)	34
Tableau 15 - Objectifs de qualité du canal de Caen à la mer (Source : SDAGE du bassin Seine-Normandie)	34
Tableau 16 - Percentiles 10 et 90 ainsi que moyenne des analyses effectuées en 2015 et 2016 aux stations de mesure CE1, CE2 et CE3 du canal de Caen à la mer (Source : DDTM Calvados)	35
Tableau 17 - Objectifs de qualité de l'Orne (Source : SDAGE du bassin Seine-Normandie)	37
Tableau 18 - Hauteurs d'eau théoriques en CM prédites par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)	40
Tableau 19 - Liste des arrêtés de catastrophe naturelle sur les communes de Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair et Mondeville (source: Prim.net)	41
Tableau 20 - Risques mouvements de terrain recensés sur les communes du secteur d'étude (Source: DDRM Calvados)	58
Tableau 21 - ZNIEFF situées dans l'aire d'étude éloignée des 5 km	63
Tableau 22 - Espaces Naturels Sensibles situés dans l'aire d'étude éloignée des 5 km	64
Tableau 23 - Données bibliographique concernant la biodiversité au niveau de l'aire d'étude immédiate	71
Tableau 24 - Dates et conditions météorologiques pour chaque prospection (ALISE Environnement)	71
Tableau 25 - Dates et conditions météorologiques pour chaque prospection (GMN)	72
Tableau 26 - Nombre d'habitats recensés sur chaque site d'étude en 2014	72
Tableau 27 : Répartition de la flore recensée sur le site Cœur Calix (Mondeville) en fonction des statuts de rareté	78
Tableau 28 : Espèces exotiques envahissantes recensées sur le site Cœur Calix et ses abords (Mondeville) en 2014	78
Tableau 29 : Répartition de la flore recensée sur le site Nouveau Bassin (Caen) en fonction des statuts de rareté	78
Tableau 30 : Espèces végétales patrimoniales recensées sur le site Nouveau Bassin (Caen) en 2014	78
Tableau 31 : Espèces exotiques envahissantes recensées sur le site Nouveau Bassin (Caen) en 2014	79
Tableau 32 : Répartition de la flore recensée sur le site Paysages Habités (Hérouville Saint-Clair) en fonction des statuts de rareté	83
Tableau 33 : Espèces végétales patrimoniales recensées sur le site Paysages Habités (Hérouville) en 2014	83
Tableau 34 : Espèces exotiques envahissantes recensées sur le site Paysages habités (Hérouville Saint-Clair) en 2014	83
Tableau 35 : Synthèse des enjeux sur le site Nouveau Bassin à Caen	91
Tableau 36 : Synthèse des enjeux sur le site Cœur Calix à Mondeville	93
Tableau 37 : Synthèse des enjeux sur le site Paysages habités à Hérouville Saint-Clair	95
Tableau 38 - Liste des sites inscrits et classés à proximité de l'aire d'étude immédiate (Source: DREAL et DRAC Normandie)	98
Tableau 39 - Monuments historiques situés au sein de l'aire d'étude immédiate (Source : Mérimée et DRAC Basse-Normandie)	99
Tableau 40 - Monuments historiques situés dans un rayon de 500 autour de l'aire d'étude immédiate (Source : DRAC Basse-Normandie)	101
Tableau 41 - Données démographiques en 2013 de Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair et Mondeville (Source: INSEE)	115
Tableau 42 - Répartition (en %) de la population par tranches d'âges (2008-2013) (Source : INSEE)	116
Tableau 43 - Caractéristiques des logements (Source : INSEE 2013)	119
Tableau 44 - Répartition Maisons-Appartements (Source: INSEE, 2013)	119
Tableau 45 - Application des orientations du PLH à l'échelle de Caen et d'Hérouville Saint-Clair (Source: PLH Caen la Mer)	120
Tableau 46 - Taux de chômage (Source: INSEE)	121
Tableau 47 - Trafic de marchandises en tonne (Site internet Port de Caen Ouistreham)	122

Tableau 48 - Objectifs quantitatifs de répartition modale visés pour les habitants de Caen la Mer (Source : PDU de Caen la Mer).....	124
Tableau 49 - Gestion des déchets de Caen la Mer concernant la collecte en porte à porte et l'apport volontaire des déchets ménagers (Source : Rapport annuel 2015 de gestion des déchets ménagers et assimilés de Caen la Mer)	138
Tableau 50 - ICPE recensées sur les communes de Caen, Hérouville Saint-Clair et Mondeville (Source: base des installations classées, DREAL Normandie)	140
Tableau 51 - Sites recensés par BASIAS dans un rayon de 200 m autour de l'aire d'étude immédiate (Source: BASIAS).....	145
Tableau 52 : Classement des infrastructures de transport	150
Tableau 53 - Classement des infrastructures de transport situées sur l'aire d'étude immédiate	152
Tableau 54 - Localisation des points de mesure (Source : Bureau Veritas et Acoustibel)	161
Tableau 55 - Niveaux sonores moyens (Source : Bureau Veritas et Acoustibel)	162
Tableau 56 - Grille de correspondance des sous-indices ATMO avec la moyenne des concentrations de polluants relevées (Source : arrêté du 22 juillet 2004 et du 21 décembre 2011).....	165
Tableau 57 - Indices ATMO à Caen en 2015 et 2016 (Source : Atmo Normandie).....	166
Tableau 58 - Qualité de l'air à Caen sur 2 ans (2015-2016) (Source : Atmo Normandie).....	166
Tableau 59 - Résultats des mesures de polluants pour les années 2014 et 2015 sur les stations Caen Chemin-Vert Square Schuman et Rue de Vaucelles (Source: les statistiques Atmo Normandie rapports annuels 2014 et 2015).....	167

FIGURES

Figure 1 - Cartographie des aires d'étude du programme Presqu'île	9
Figure 2 - Carte IGN au 1/250000 représentant l'aire d'étude immédiate	11
Figure 3 : topographie de l'aire d'étude.....	13
Figure 4 - Températures moyennes mensuelles à la station de Caen-Carpique (1981-2010) (Source : Météo France)	14
Figure 5 - Rose des vents de la station de Caen-Carpique (Source : Météo France).....	15
Figure 6 - Durée d'ensoleillement en cumul d'heures mensuel mesurée à la station météo de Caen-Carpique (1991-2010) (source : Météo France).....	15
Figure 7 - Bilan des émissions de GES, en tonne équivalent CO ₂ , par poste d'émissions et par secteur, sur l'agglomération de Caen la Mer (Source: Agenda 21 Caen la Mer)	18
Figure 8 - Simulation de l'application au territoire de Caen la Mer des engagements français et européen de réduction des émissions de GES (Source : diagnostic Bilan Carbone Caen la Mer)	18
Figure 9 - Contexte géologique régional (source : Infoterre extrait carte 1/1 000 000)	19
Figure 10 - Carte géologique de l'aire d'étude (Source : Carte géologique de Caen, BRGM)	20
Figure 11 - Représentation d'un système aquifère (source : www.ec.gc.ca).....	22
Figure 12 - Carte piézométrique du Bathonien (Source : BRGM).....	23
Figure 13 - Graphique du piézomètre de la station « Puits la Maroisère » (Source : ADES)	24
Figure 14 - Graphique du piézomètre de la station « Forage du Château de Louvigny » (Source : ADES) ..	24
Figure 15 - Localisation des captages AEP à proximité de l'aire d'étude rapprochée et leurs périmètres de protection (Source : ARS Basse-Normandie).....	27
Figure 16 - Localisation des usages de l'eau souterraine	29
Figure 17 - Synoptique du système de gestion des niveaux d'eau du Canal de Caen à la Mer	30
Figure 18 - Vues sur le barrage de Montalivet (1908 – 2016).....	31
Figure 19 - Le milieu hydraulique superficiel sur l'aire d'étude immédiate et les ouvrages recensés	32
Figure 20 - Notion de bon état des eaux de surface	34
Figure 21 - Localisation des points de mesure de la qualité de l'eau et des sédiments du canal de Caen à la Mer (source : DDTM Calvados).....	36
Figure 22 - Localisation des points de mesure de la qualité des sédiments du canal de Caen à la Mer à partir de 2015 (source : DDTM Calvados).....	37
Figure 23 - Localisation des fossés existants (source : Etude hydraulique et gestion des EP dans le cadre du projet Caen Presqu'île – Mission 1 et 2 - Sogeti Ingenierie - Novembre 2016).....	38

Figure 24 - Cartes des quais du port de Caen Ouistreham situé sur la zone d'étude (Source: Port de Caen Ouistreham).....	39
Figure 25 - Extrait de l'atlas régional des zones inondables sur la commune de Caen (Source: DREAL Basse-Normandie)	43
Figure 26 - PPRI de la Basse Vallée de l'Orne.....	46
Figure 27 - Cartographie du risque de remontées de nappe (Source: BRGM http://www.inondationsnappes.fr).....	48
Figure 28 - Cartographie de la profondeur des eaux de la nappe phréatique (Source: DREAL Basse-Normandie)	49
Figure 29 - Zones sous le niveau marin (Source : DREAL Basse-Normandie risques littoraux)	51
Figure 30 - Cartographie des aléas littoraux dans le cadre du projet PPRL Dives-Orne – carte 1 (source : Préfecture du Calvados)	53
Figure 31 - Cartographie des aléas littoraux dans le cadre du projet PPRL Dives-Orne – carte 2 (source : Préfecture du Calvados)	54
Figure 32 - Cartographie des aléas littoraux dans le cadre du projet PPRL Dives-Orne – carte 3 (source : Préfecture du Calvados)	55
Figure 33 - Cartographie des aléas littoraux dans le cadre du projet PPRL Dives-Orne – carte 4 (source : Préfecture du Calvados)	56
Figure 34 - Cartographie des aléas littoraux dans le cadre du projet PPRL Dives-Orne – carte 5 (source : Préfecture du Calvados)	57
Figure 35 - Cartographie du risque mouvement de terrain sur la zone d'étude (source : Georisques.gouv.fr).....	58
Figure 36 - Les cavités souterraines de la zone d'étude (Source: BRGM bdcavites.net)	60
Figure 37 - Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles (Source : www.argiles.fr).....	61
Figure 38 - A gauche : zonage sismique de la France (entrée en vigueur le 1er mai 2011) ; à droite : zonage réglementaire en Basse-Normandie (Source: Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement - mai 2011 et DDRM Calvados)	62
Figure 39 - Localisation des ZNIEFF	65
Figure 40 - Localisation des Espaces Naturels Sensibles et des sites classés et inscrits	66
Figure 41 - Localisation des territoires humides	67
Figure 42 - Trame verte et bleue en Basse-Normandie (source : www.trameverteetbleuebassenormandie.fr)	69
Figure 43 - Localisation des réservoirs de biodiversité et des éléments fragmentants du SRCE de Basse-Normandie.....	70
Figure 44 - Cartographie des habitats recensés sur le site Paysages habités en 2014	73
Figure 45 - Cartographie des habitats recensés sur le site Nouveau Bassin en 2014.....	75
Figure 46 - Localisation de l'habitat d'intérêt communautaire recensé sur le site Nouveau Bassin en 2014 ..	76
Figure 47 - Cartographie des habitats recensés sur le site Cœur Calix en 2014.....	77
Figure 48 - Localisation des espèces végétales invasives recensées sur le site Nouveau Bassin en 2014 ..	80
Figure 49 - Localisation des espèces végétales patrimoniales recensées sur le site Nouveau Bassin en 2014	81
Figure 50 - Localisation des espèces végétales invasives recensées sur le site Cœur Calix en 2014	82
Figure 51 - Localisation des espèces végétales patrimoniales recensées sur le site Paysages habités en 2014	84
Figure 52 - Localisation des espèces végétales invasives recensées sur le site Paysages habités en 2014	85
Figure 53 - Localisation des espèces d'intérêt patrimonial fort.....	88
Figure 54 - Carte des enjeux (niveaux de la valeur écologique) du site Nouveau Bassin à Caen.....	92
Figure 55 - Carte des enjeux (niveaux de la valeur écologique) du site Cœur Calix à Mondeville	94
Figure 56 - Carte des enjeux (niveaux de la valeur écologique) du site Paysages habités à Hérouville Saint-Clair	97
Figure 57 - Cartographie du patrimoine culturel sur l'aire d'étude immédiate	100
Figure 58 - Projet de périmètre d'AVAP (source : Communauté Urbaine Caen la Mer Normandie)	103
Figure 59 - Entités archéologiques (Source : DRAC Basse-Normandie)	104
Figure 60 - Les 9 unités paysagères de Caen-Métropole (Source : Rapport de présentation du SCOT de Caen-Métropole)	105

Figure 61 - La Prairie, Caen (Source : Google Earth)	106	Figure 104 -Trafic à l'échangeur Montalivet en Heure de Pointe du Soir (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Novembre 2016).....	127
Figure 62 : La tour ronde du réfrigérant	106	Figure 105 - Trafic à l'échangeur Montalivet en Heure de Pointe du Matin (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Novembre 2016).....	128
Figure 63 - Château d'eau d'Hérouville Saint-Clair (Source : photos aériennes de la Mairie d'Hérouville Saint-Clair).....	107	Figure 106 - Trafic poids lourds (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Novembre 2016)	128
Figure 64 - Vue satellite de l'Ouest de la Presqu'île	107	Figure 107 - Fonctionnement du réseau viaire à l'heure de pointe du matin (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Novembre 2016).....	129
Figure 65 - Cartographie des paysages de l'aire d'étude immédiate.....	108	Figure 108 - Fonctionnement du réseau viaire à l'heure de pointe du soir (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Novembre 2016).....	129
Figure 66 - Vue satellite du Nord de la presqu'île	109	Figure 109 - Extrait du Plan de Stationnement du centre ville de Caen (Source : Caen.fr)	130
Figure 67 - Vue de la BMVR.....	109	Figure 110 - Réseau de transports en communs (Source: Communauté Urbaine de Caen la Mer)	131
Figure 68 - Vue du futur parc du palais de justice.....	109	Figure 111 : Plan du projet de tracé du TVR	132
Figure 69 - Vue du Chenal Victor Hugo	109	Figure 112 - Circulation douce sur l'aire d'étude immédiate (Source : Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Novembre 2016)	135
Figure 70 - Vue des berges du Nouveau Bassin.....	109	Figure 113 - Réseau cyclable caennais (Source: site de la mairie de Caen – septembre 2014).....	136
Figure 71 - Vue des cuves d'hydrocarbures et de la tour de refroidissement de Mondeville, depuis le périphérique caennais	109	Figure 114 - Plan des pistes cyclables de Mondeville (Source : mairie de Mondeville)	137
Figure 72 - Vue du périphérique caennais depuis l'angle de la rue Cardiff	110	Figure 115 - Plan des pistes cyclables d'Hérouville-St-Clair (Source : mairie d'Hérouville-St-Clair)	137
Figure 73 - Vue de la presqu'île depuis le Cours Montalivet (à son extrémité Est)	110	Figure 116 - Carte des aléas de DPC, tous types d'effets confondus (thermique et de surpression) (Source : PPRT DPC, Note de présentation des aléas).....	141
Figure 74 - Vue de la presqu'île depuis le Cours Montalivet (à la limite Caen/Mondeville).....	110	Figure 117 - Extrait du zonage réglementaire associé au PPRT (Source : DREAL Basse Normandie).....	142
Figure 75 - Vue de la presqu'île et du barrage depuis le Cours Montalivet	110	Figure 118 - Positionnement des anciennes lagunes d'eaux ammoniacales.....	148
Figure 76 - Vue de la presqu'île depuis le pont Alexandre Stirn	110	Figure 119 - Addition logarithmique des décibels (source : Observatoire du bruit de Paris)	149
Figure 77 - Vue de la presqu'île depuis l'avenue de Tourville (au niveau du numéro 21).....	111	Figure 120 : Echelle du bruit (source : ADEME, juin 2008)	149
Figure 78 - Vue de la presqu'île depuis l'avenue de Tourville (au niveau du numéro 121).....	111	Figure 121 - Carte de type A- bruit cumulé- de jour (Source : http://www.caenlamer/content/cartographie-du-bruit).....	155
Figure 79 - Vue sur le Nouveau Bassin de la presqu'île depuis l'avenue de Tourville (au niveau du numéro 121)	111	Figure 122 - Carte de type A- bruit routier- de jour (Source : http://www.caenlamer/content/cartographie-du-bruit).....	156
Figure 80 - Vue sur le Nord de la presqu'île depuis l'intersection de la rue Abbé Alix et le sentier de promenade le long du canal de Caen à la mer	111	Figure 123 - Carte de bruit routier de type A de nuit (Source : http://www.caenlamer/content/cartographie-du-bruit).....	157
Figure 81 - Vue de la presqu'île depuis le pont de Colombelles	111	Figure 124 - Carte de type B (Source : http://www.caenlamer/content/cartographie-du-bruit)	158
Figure 82 - Vue du Nord de la presqu'île depuis la rue de l'Orne	111	Figure 125 - Carte de type C de jour (Source : http://www.caenlamer/content/cartographie-du-bruit)	159
Figure 83 - Vue de la presqu'île au niveau de la station d'épuration depuis la route de Colombelles	112	Figure 126 - Carte de type C de nuit (Source : http://www.caenlamer/content/cartographie-du-bruit)	160
Figure 84 - Vue du port de plaisance depuis la place Courtonne	112	Figure 127 - Localisation des points de mesures	162
Figure 85 - Vue du pont de la Fonderie depuis le quai Vendoeuvre.....	112	Figure 128 - Localisation des points de mesure au niveau de la pointe de la presqu'île (Source: Acoustibel)	162
Figure 86 - Vue de la presqu'île depuis le Quai Vendoeuvre.....	112	Figure 129 - Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air à Caen (source : Atmo Normandie)	165
Figure 87 - Occupation du sol (Source: Aucame)	114	Figure 130 : Répartition des jours selon les indices ATMO de 2015 et 2016 (source : Atmo Normandie) ...	166
Figure 88 - Évolution de la population par tranches d'âges à Caen (2008-2013).....	115	Figure 131 - Carte de la pollution lumineuse à Caen pour un ciel légèrement brumeux (cas le plus fréquent en France) (Source http://www.avex-asso.org)	168
Figure 89 - Évolution de la population par tranches d'âges à Colombelles (2008-2013)	115	Figure 132 – Extrait de la carte d'OAP de Montalivet (Source : PLU Montalivet)	173
Figure 90 - Évolution de la population par tranches d'âges à Hérouville Saint-Clair (2008-2013)	116	Figure 133 - Extrait du zonage réglementaire du PLU de Mondeville (Source : PLU Mondeville).....	174
Figure 91 - Évolution de la population par tranches d'âges à Mondeville (2008-2013)	116	Figure 134 - Extrait du zonage réglementaire du PLU d'Hérouville Saint-Clair (Source : PLU Hérouville Saint-Clair)	175
Figure 92 : Carte des aires d'accueil des gens du voyage (source : DDTM Calvados).....	118	Figure 135 – Cartographie de l'OAP de Tourville Est (Source : PLU de Caen)	178
Figure 93 - Espaces fonciers pouvant accueillir des logements neufs (Source : PADD Caen).....	120	Figure 136 – Cartographie de l'OAP de Pointe Presqu'île (Source : PLU de Caen).....	179
Figure 94 - Population active de 15 ans ou plus (en %) selon la catégorie socioprofessionnelle à Caen (Source: INSEE, 2013)	121	Figure 137 - Extrait du zonage réglementaire du PLU de Caen (Source : PLU Caen)	180
Figure 95 - Population active de 15 ans ou plus (en %) selon la catégorie socioprofessionnelle à Hérouville Saint-Clair (Source: INSEE, 2013)	121		
Figure 96 - Population active de 15 ans ou plus (en %) selon la catégorie socioprofessionnelle à Mondeville (Source: INSEE, 2013).....	122		
Figure 97 - Population active de 15 ans ou plus (en %) selon la catégorie socioprofessionnelle à Colombelles (Source: INSEE, 2013)	122		
Figure 98 - Schéma d'implantation des établissements par types d'activité sur le territoire de Caen la Mer (Source: PLU de Caen)	122		
Figure 99 - Réseau routiers (Source: Via michelin)	125		
Figure 100 - Accessibilité routière au secteur de la Presqu'île (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec Nov 2016)	125		
Figure 101 - Zoom sur l'échangeur Montalivet (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen – Transitec Nov 2016)	126		
Figure 102 - Charges de trafics journaliers (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen – Transitec - Novembre 2016).....	126		
Figure 103 - Trafic journalier au niveau de la Presqu'île (Source: Etude de circulation de la Presqu'île de Caen –Transitec - Nov 2016)	127		

1 Préambule

L'état initial vise à caractériser l'environnement du site du projet et de ses environs. Par conséquent, dans le cadre du projet « Zac du Nouveau bassin » du programme Presqu'île porté par les communes de Caen, Hérouville Saint-Clair et Mondeville, l'état initial du site décrit les caractéristiques de chacun des sites telles qu'ils sont aujourd'hui et réalisera un focus sur le territoire du projet Nouveau bassin. Cette description servira de base à l'évaluation des impacts du projet (Pièce V).

Selon l'article R.122-5 du Code de l'environnement, l'étude d'impact doit présenter « *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. »*

L'analyse de l'état initial vise à :

- valider et, le cas échéant, préciser le champ d'investigation (aires d'étude, composantes de l'environnement),
- regrouper, pour chaque composante de l'environnement, les données nécessaires à l'évaluation environnementale du projet,
- identifier les enjeux environnementaux du territoire qui pourront subir des effets directs ou indirects du programme Presqu'île, ainsi que ce spécifiques à la « ZAC du Nouveau bassin »
- proposer une hiérarchisation des enjeux environnementaux susceptibles d'être concernés par les projets.

2 Définition des aires d'étude

Afin d'appréhender au mieux le contexte urbain et environnemental du projet Presqu'île, l'analyse de l'état initial a nécessité la définition de plusieurs aires d'études.

Ces aires ont été déterminées de manière à pouvoir tenir compte de l'ensemble des impacts envisageables pour les projets selon les thématiques environnementales abordées. Ainsi, les aires d'étude ont été définies de la façon suivante :

- **L'aire des secteurs opérationnels** correspond à l'espace concerné par les aménagements, c'est-à-dire l'emprise du projet et elle inclut la zone d'influence directe des travaux (pistes d'accès, places de dépôt, ou bien encore zones affectées par le bruit ou touchées par la poussière...). L'aire des secteurs opérationnels est décomposée en trois zones, correspondant respectivement à l'emprise de chaque site composant le projet Presqu'île.
- **L'aire d'étude immédiate** est élargie à une zone regroupant l'ensemble des sites. Cette aire désigne la zone géographique sur laquelle le projet est susceptible d'avoir des effets en phase travaux et en phase exploitation. Cette aire s'étend depuis l'extrémité ouest de la Presqu'île jusqu'au Pont de Colombelles. Elle représente une superficie de près de 600 ha, dont 75 ha environ sont en eau.
- **L'aire d'étude rapprochée** comprend le territoire de chacune des communes concernées par chaque zone immédiate, soit Caen, Hérouville Saint-Clair, Mondeville ainsi que Colombelles étant donné que l'aire rapprochée se situe en limite de cette commune. Elle permet d'apprécier les effets des aménagements sur le patrimoine paysager du secteur ainsi que les effets cumulés des projets connus dont la réalisation est concomitante avec l'aménagement de ce projet.
- **L'aire d'étude éloignée** correspond au territoire sur lequel ont été effectuées les recherches bibliographiques des zones d'inventaires et de protection du patrimoine naturel. Elle permet d'apprécier les effets des aménagements sur l'ensemble du patrimoine naturel. Les continuités écologiques seront également examinées dans cette aire d'étude. Son emprise couvre une bande de 5 km autour de l'aire d'étude immédiate.

Le tableau suivant présente l'aire d'étude retenue par thématique analysée. Certaines thématiques, comme le paysage ou le milieu naturel nécessitent une approche sur plusieurs échelles.

Thématique	Aire d'étude
MILIEU PHYSIQUE	
Topographie	Secteurs opérationnels
Géomorphologie	Immédiate
Climat	Rapprochée
Changement climatique	Rapprochée
Sols (géologie et géotechnique)	Secteurs opérationnels
Eaux souterraines	Immédiate
Eaux superficielles	Immédiate
Risques naturels	Rapprochée
MILIEU NATUREL	
Outils de gestion de Protection du milieu naturel	Éloignée
Étude bibliographique et diagnostic	Éloignée
Inventaires faunistiques et floristiques	Immédiate
NATURA 2000	Eloignée
PATRIMOINE CULTUREL	
Sites inscrits, sites classés	Immédiate
AVAP (ZPPAUP)	Immédiate
Monuments historiques	Immédiate
Patrimoine archéologique	Secteurs opérationnels
PAYSAGE	
Entité paysagère	Rapprochée
Perception paysagère	Immédiate
MILIEU HUMAIN	
Occupation du sol	Immédiate
Population, logement, activités économiques	Rapprochée
Biens matériels	Rapprochée
Risque technologique	Immédiate
CADRE DE VIE	
Équipements collectifs et sensibles	Rapprochée
Urbanisme	Secteurs opérationnels
Réseaux	Secteurs opérationnels
Conditions de déplacement et de circulation	Rapprochée
Déchets	Rapprochée
Environnement sonore	Immédiate
Vibrations	Immédiate
Odeurs	Secteurs opérationnels
Environnement lumineux	Rapprochée

Les différentes aires d'étude retenues dans le cadre de l'opération sont reportées sur la carte suivante.

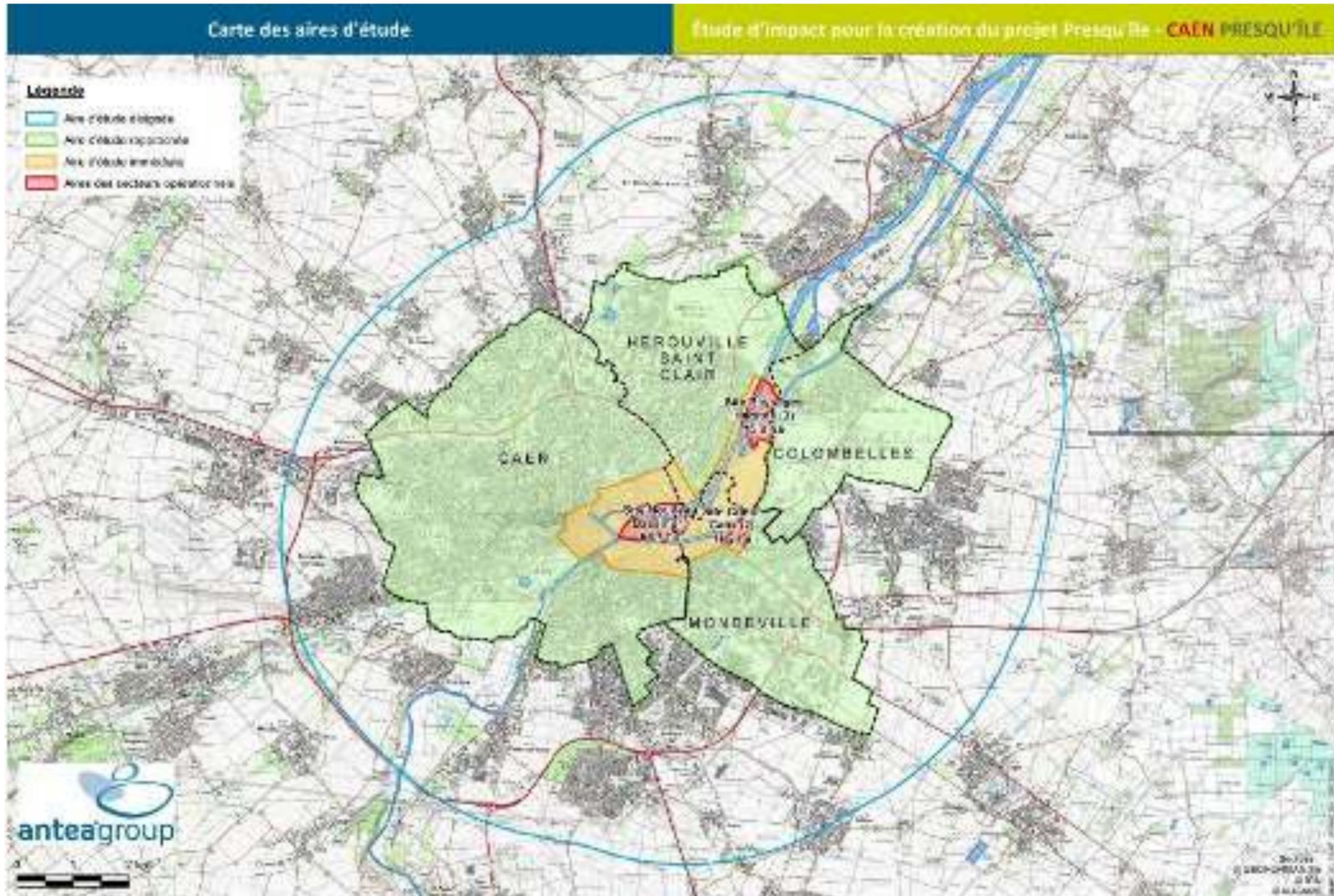


Figure 1 - Cartographie des aires d'étude du programme Presqu'île

3 Milieu physique

3.1 Géographie

L'aire d'étude immédiate se situe sur les communes de Caen, Mondeville et Hérouville Saint-Clair, dans le département du Calvados (14) en région Normandie. Ces trois communes appartiennent à la Communauté Urbaine Caen la Mer qui regroupe 50 communes et compte près de 268 000 habitants. Caen la Mer dépend elle-même de Caen Métropole qui est composé de 26 établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) regroupant près de 800 000 habitants.

L'aire d'étude immédiate s'étend sur près de 600 ha (dont 75 ha environ en eau) avec au centre la presqu'île de Caen entourée par l'Orne et le canal de Caen à la mer. Elle est délimitée par :

- Au Nord par le pont de Colombelles,
- Du Nord-est au Sud-ouest, par la rue verte, la rue de Belle Vue et la rue des Sources sur la commune d'Hérouville Saint-Clair puis par le viaduc de Calix sur lequel passe le périphérique caennais (RN814), l'avenue Georges Clemenceau jusqu'aux abords du Château Ducal et enfin par le boulevard Marechal Leclerc,
- Du Nord-est au Sud-est par l'Orne jusqu'à la limite entre les communes d'Hérouville Saint-Clair, de Mondeville et de Colombelles ; puis par la rue Calmette et rue Pasteur (N513) à Mondeville et enfin à Caen par l'avenue de Rouen, la rue d'auge et la rue de la gare,
- Au Sud-ouest, par l'hippodrome au niveau du cours du Général de Gaulle, après avoir longé le quai de Juillet et la promenade de Sévigné.

Au centre du périmètre d'étude immédiate se trouve la presqu'île de Caen, principalement concernée par les futurs aménagements du programme Presqu'île. L'occupation du sol actuelle de la presqu'île de Caen permet de distinguer deux zones principales : une zone industrielle en cours de mutation à l'Ouest séparée par le viaduc de Calix d'une zone à dominante naturelle à l'Est de la zone portuaire en activité gérée par Ports Normands Associés.

L'aire d'étude immédiate rassemble les trois sites qui composeront **les premiers secteurs opérationnels** : le site Cœur Calix sur Mondeville, le site des Paysages Habités sur Hérouville Saint-Clair et le site Nouveau Bassin sur Caen,

Les trois zones concernées par le projet Presqu'île sont délimitées de la façon suivante :

- **le site Cœur Calix** qui peut être assimilé à un polygone correspond à la zone comprise entre la bretelle d'accès à la RN 814 (au sud-ouest), la route de Cabourg à l'Est (y compris le giratoire avec la rue de Calmette) encore appelée route départementale RN573 de Honfleur à Caen, la zone boisée qui longe la rive droite de l'Orne au Nord-Est et enfin la route de Colombelle jusqu'à son intersection avec la RD513 au Nord. Sa superficie est de 11,2 ha. Le site Cœur Calix est le seul site entièrement localisé sur la rive droite de l'Orne et à ne pas empiéter sur la Presqu'île de Caen. Il concerne également une petite partie de l'Orne.
- **la zone Nouveau Bassin** d'une superficie de 64,7 ha est principalement centrée sur la Presqu'île. Elle englobe également au Nord, le canal de Caen à la mer et une portion de la rive gauche comprise entre le canal et la rue Basse. Au sud, elle est limitée par l'Orne. Les limites de la zone Nouveau Bassin sont constituées par :
 - Au Nord, la rue Basse,
 - A l'Est, le Quai Lefèvre,
 - L'Orne au Sud,
 - A l'Ouest, la rue de la Masse et le chenal Victor Hugo.

- **le site des Paysages Habités** est celui situé le plus au Nord des trois. Il se trouve entre le canal et l'Orne. Ainsi, à l'Est, il est délimité par l'Orne, au Nord par le pont de Colombelles et la rocade qui le prolonge et à l'Ouest, par le canal. Puis sa limite sud part du second pont qui traverse l'Orne au sud du pont de Colombelles, pour rejoindre le bassin d'Hérouville et rejoindre la rive gauche du canal. Sa superficie est de 45,8 ha.

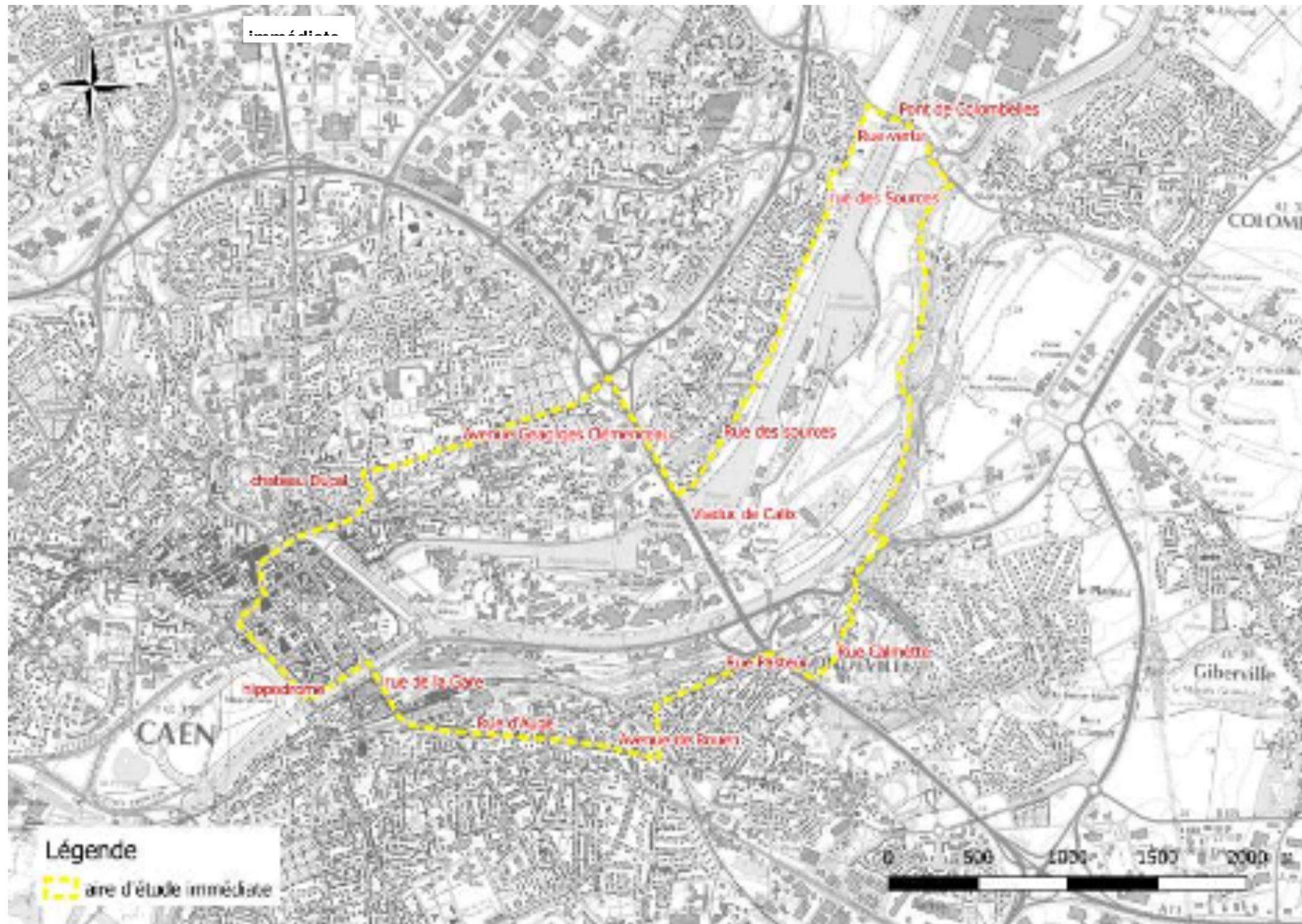


Figure 2 - Carte IGN au 1/250000 représentant l'aire d'étude immédiate

3.2 Topographie et géomorphologie

La géomorphologie permet de comprendre l'intégration du site dans son environnement. Basé sur la description de la topographie qui renseigne sur l'altitude et la déclivité du site, ce paragraphe permet d'identifier le bassin versant et son hydrographie. Leur connaissance fonde également l'analyse des milieux naturels (diversité des habitats) et la lecture du paysage.

Les villes de Caen, Hérouville Saint-Clair et Mondeville, situées au centre nord de la Normandie, font parties du bassin parisien et sont implantées sur un plateau de part et d'autre de l'Orne. Ces villes ont été fondées dans une vallée alluviale marécageuse. La topographie de l'aire d'étude immédiate est relativement plane et horizontale au niveau de la presqu'île et du centre-ville caennais avec une topographie qui varie entre 3 et 12 m NGF. Sur les bordures de l'aire d'étude immédiate, la topographie varie entre 13 m et 30 m NGF.

Sur la zone Nouveau Bassin, la topographie varie globalement entre 4 et 8 m sur la presqu'île. Pour la zone Cœur Calix, elle se situe entre 5,5 et 10 m et enfin, pour la zone Paysages Habités de 6 à 13 m.

La topographie de l'aire d'étude immédiate est relativement plate. Étant donné les faibles variations altimétriques au sein des trois sites (Nouveau Bassin, Cœur Calix et Paysages Habités), la topographie ne constitue pas une contrainte pour le projet. L'enjeu relatif à la topographie sera qualifié de négligeable.

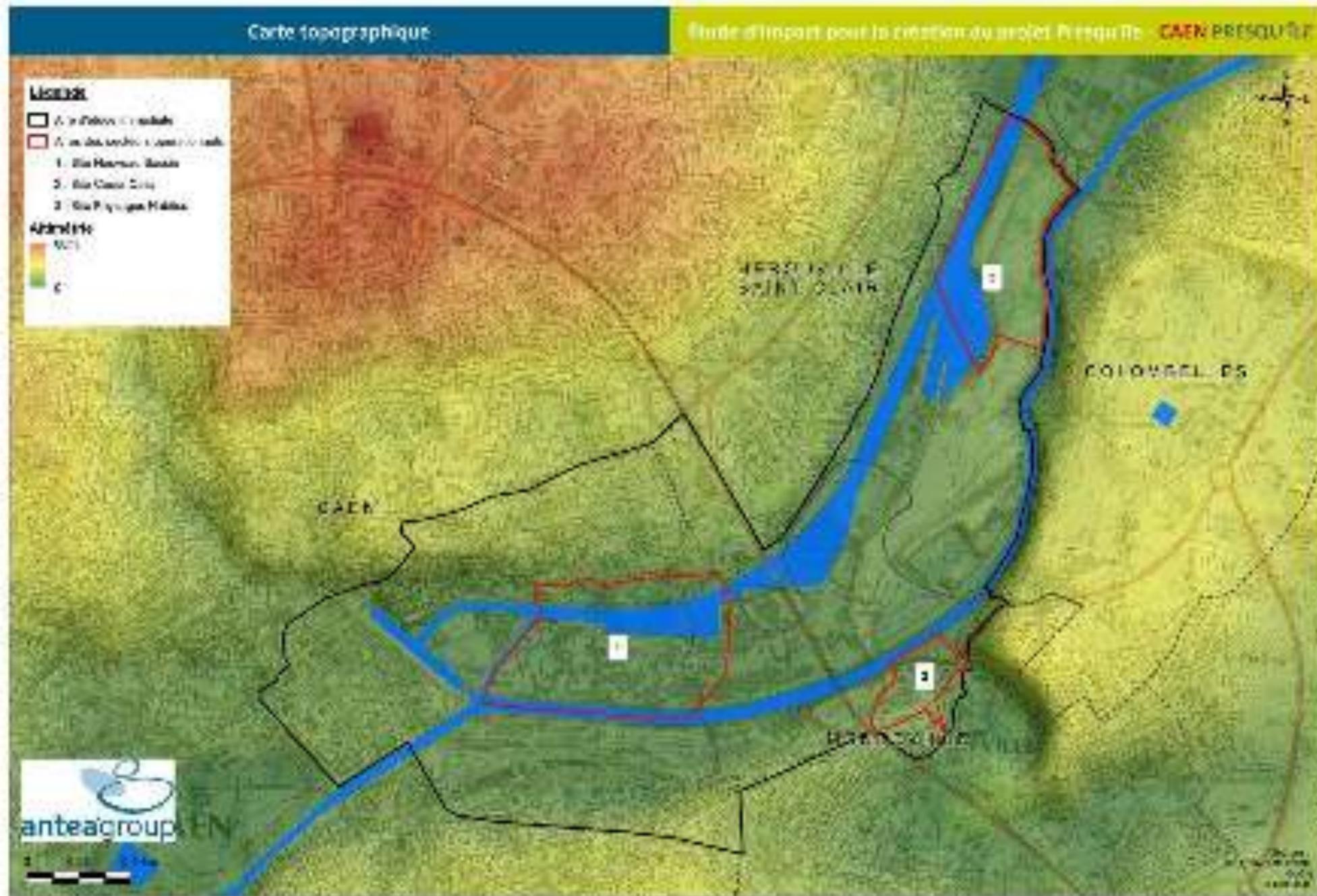


Figure 3 : topographie de l'aire d'étude

3.3 Le climat

Le climat peut se définir comme les conditions moyennes de température, précipitation, condition de vent, d'ensoleillement, de gel... qu'il fait dans un endroit donné. Ces conditions moyennes sont calculées d'après les observations sur une période d'au moins 30 ans. Les phénomènes exceptionnels et leur récurrence sont également pris en compte.

Les données météorologiques utilisées au cours de cette étude sont celles issues de la station météorologique de Caen-Carpiquet, fournies par Météo France (cf. fiches météo en annexe 1). Ces données correspondent aux statistiques de température et de pluviométrie sur la période 1981-2010 ainsi qu'à la rose des vents entre 1991 et 2010.

Le climat de la zone d'étude rapprochée présente les caractéristiques habituelles d'un climat océanique tempéré avec des pluies assez abondantes, rarement intenses, réparties sur l'ensemble de l'année, et des températures jamais excessives, quelle que soit la saison.

3.3.1 Les températures

La température moyenne mensuelle est de 11,2°C sur l'année. Les minima de températures moyennes sont observés au cours des premiers mois de l'année : 5,3°C en janvier et 5,5°C en février. Les températures estivales restent peu marquées, la température moyenne mensuelle atteignant les 17,9°C aux mois de juillet et août. Concernant les extrêmes :

- la température maximale est supérieure ou égale à 25 °C pendant 22,6 jours et supérieure à 30 °C pendant 3,5 jours par an ;
- une température minimale inférieure ou égale à 0°C est enregistrée pendant 32,1 jours par an.

Ces chiffres, qui soulignent les faibles amplitudes de température sur l'année, traduisent le climat océanique du secteur (cf Tableau 1 et Figure 4).

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
T _{mini} (°C)	2,6	2,4	4,2	5,3	8,5	11	13,1	13,2	11,1	8,7	5,3	3,0	7,4
T _{moy} (°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
T _{max} (°C)	8,0	8,6	11,5	13,6	17,1	20,1	22,6	22,8	20,1	16,1	11,5	8,3	15,1
Gelées (j)	7,9	7,9	3,9	1,2	0,0	-	-	-	-	0,5	3,2	7,5	32,1

Tableau 1 - Températures moyennes à la station météorologique de Caen-Carpiquet (1981-2010)
(Source : Météo France)

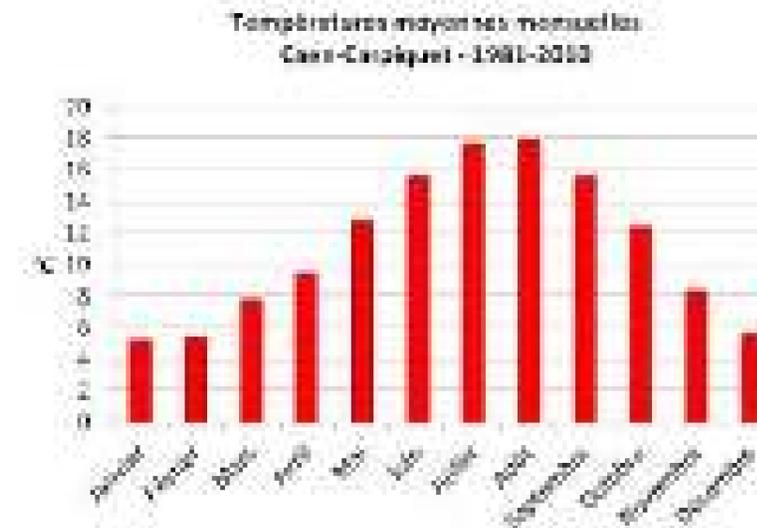


Figure 4 - Températures moyennes mensuelles à la station de Caen-Carpiquet (1981-2010)
(Source : Météo France)

3.3.2 Les précipitations

Le Tableau 2 présente les hauteurs de précipitation mensuelles sur la période de mesure 1981-2010.

Les hauteurs de précipitations enregistrées sur la période 1981-2010 (et records) à la station de Caen-Carpiquet sont assez régulières sur l'ensemble de l'année et connaissent cependant une augmentation les mois d'automne et d'hiver. La hauteur cumulée sur l'année est de 739,9 mm pour une moyenne mensuelle de 61,6 mm.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Pluies moyennes (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

Tableau 2 – Hauteur de précipitations moyennes (en mm) à la station météorologique de Caen-Carpiquet (1981-2010)
(Source : Météo France)

Le mois d'avril est le mois le moins pluvieux de l'année, avec une moyenne de 50,4 mm sur la période 1981-2010. Le mois le plus pluvieux, le mois de décembre, comptabilise une moyenne mensuelle de 78,1 mm. Enfin, il pleut à la station de Caen-Carpiquet plus d'un tiers des jours de l'année (125,7 jours avec une hauteur de précipitation supérieure à 1 mm).

3.3.3 Les vents

Les vents du secteur proviennent majoritairement du sud-ouest. Caen est une ville ouverte aux vents et sujette à des tempêtes régulières. La rose des vents de la station de Caen-Carpiquet sur la période 1991-2010 est présentée sur la figure suivante.

ROSE DES VENTS DE LA STATION METEO DE CAEN-CARPIQUET

ROSE DES VENTS DE LA STATION METEO DE CAEN-CARPIQUET

Tableau de rose des vents
N° de site : 1001001 (Météo France)
Date : 01/04

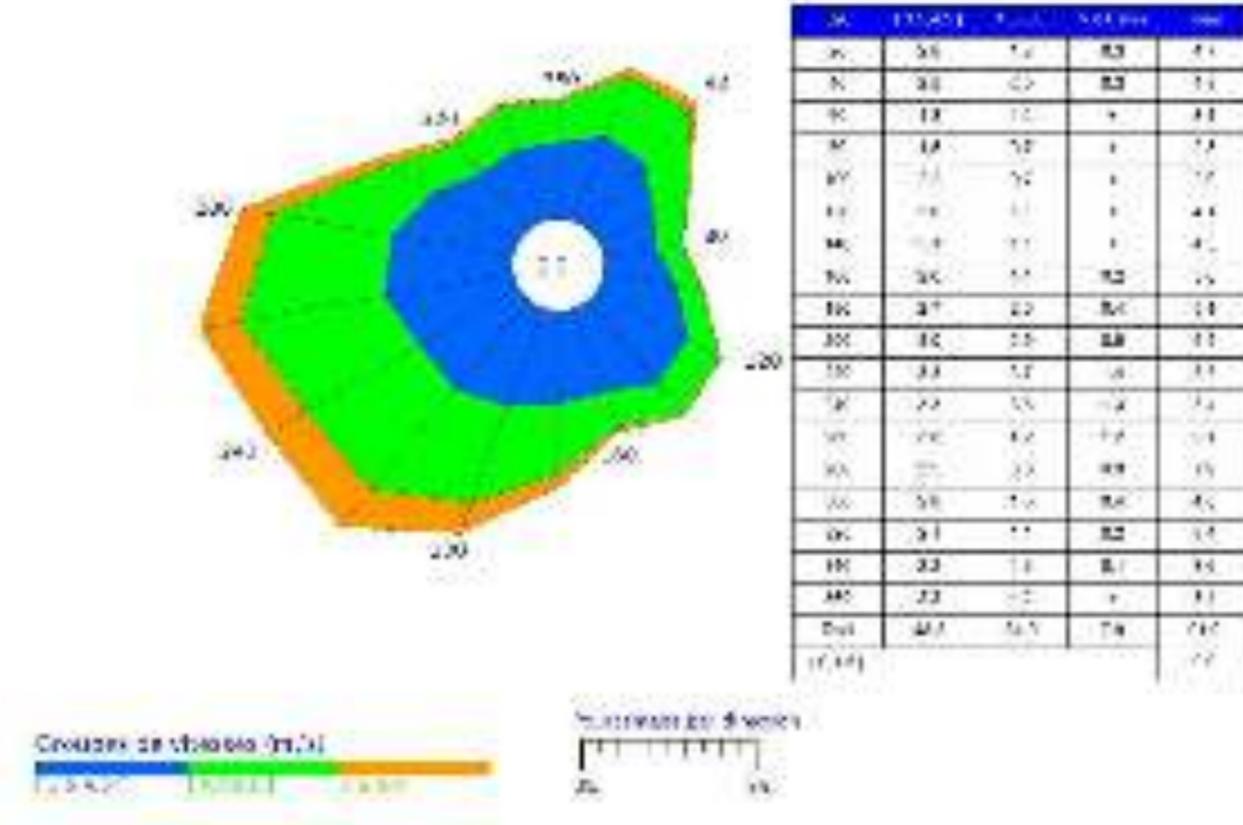


Figure 5 - Rose des vents de la station de Caen-Carpiquet (Source : Météo France)

Sur la station de Caen-Carpiquet, 40,8 % des vents proviennent du sud-ouest (direction entre 200° et 280°). C'est également de cette direction que les vents sont les plus forts. En effet, 72 % des vents d'une vitesse supérieure à 8 m/s soufflent de cette direction. Près de 8 jours sur l'année connaissent des rafales de vents d'une vitesse supérieure ou égale à 8 m/s.

3.3.4 Ensoleillement

L'ensoleillement est la mesure du rayonnement solaire que reçoit une surface au cours d'une période donnée. Elle est exprimée en mégajoules par mètre carré, MJ/m².

En météorologie la durée d'ensoleillement correspond au temps pendant lequel le soleil brille sur un lieu ainsi que sur une période donnée. Elle s'exprime souvent en heures/an ou encore en heures/mois voire en heures/jour.

Le graphique suivant présente la durée d'ensoleillement par mois (en cumul d'heures mensuel) mesuré à la station de Caen-Carpiquet entre 1991 et 2010.

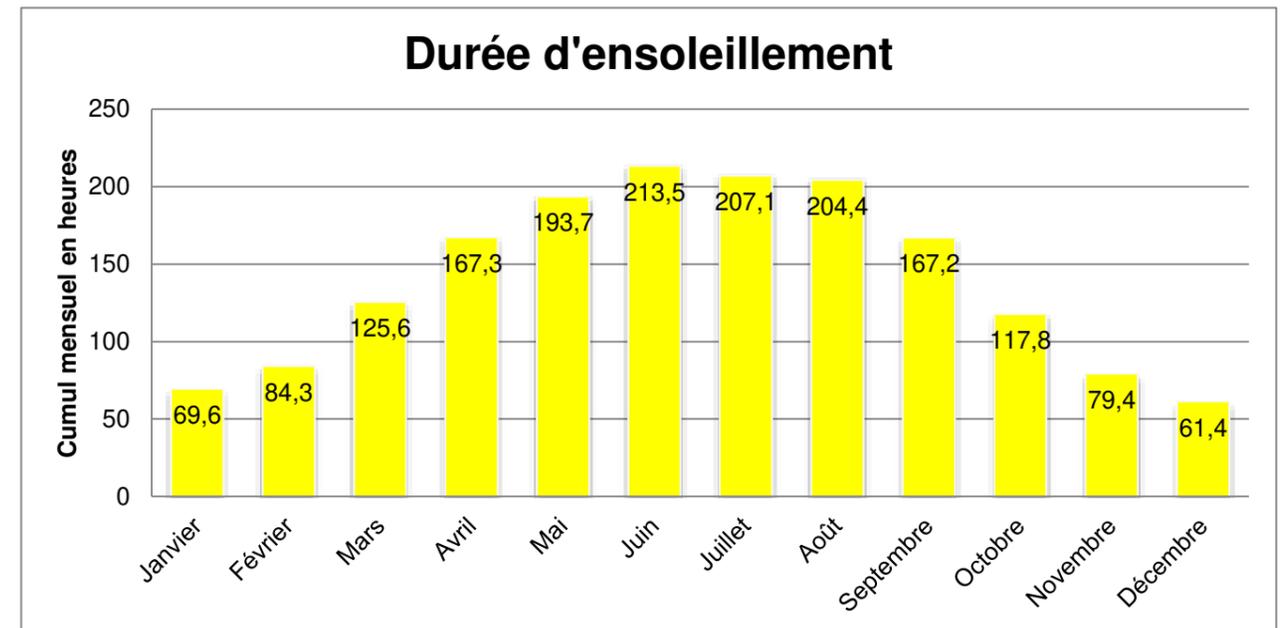


Figure 6 - Durée d'ensoleillement en cumul d'heures mensuel mesurée à la station météo de Caen-Carpiquet (1991-2010) (source : Météo France)

Sur la figure ci-dessus le mois de juin présente la durée d'ensoleillement la plus longue et celui de décembre la plus courte. Ces mois correspondent aux solstices d'hiver et d'été et contiennent les journées les plus longues (juin) et les plus courtes (décembre).

En conclusion, les températures et les précipitations modérées sur la zone d'étude rapprochée permettent de qualifier les conditions climatiques d'enjeu faible sur l'aire d'étude rapprochée.

3.4 Changement climatique (GES) – énergie

La terre reçoit toute son énergie du soleil. Seule une partie de cette énergie est absorbée par la terre et l'atmosphère ; le reste étant renvoyé vers l'espace. Avec cette énergie, la terre s'échauffe et ce grâce aux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère, qui empêchent les rayonnements infrarouges d'être renvoyés de la terre vers l'espace. L'effet de serre, phénomène naturel, est donc la condition indispensable à la vie sur terre.

L'accroissement de la concentration de gaz à effet de serre (GES), dont certains sont très efficaces en petite quantité, retient dans l'atmosphère davantage de rayonnement infrarouge. Ce surplus artificiel d'effet de serre provoque un réchauffement du climat. Les gaz dits à effet de serre, émis par les activités humaines, intensifient ce phénomène depuis deux siècles.

Les GES d'origine anthropique sont :

- le gaz carbonique (CO₂), surtout dû à la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz) et à l'industrie (fabrication de ciment),
- le méthane (CH₄) qui provient de l'élevage des ruminants, des décharges d'ordures, des exploitations pétrolières et gazières,
- le protoxyde d'azote (N₂O) qui vient des engrais azotés et de divers procédés chimiques,
- les gaz fluorés (HFC, CFC) qui sont des gaz propulseurs dans les bombes aérosols, des gaz réfrigérants (climatiseurs). Ils sont émis par diverses industries (mousses plastiques, composants d'ordinateurs),
- les hydrocarbures perfluorés (PFC) qui sont, entre autres, émis lors de la fabrication de l'aluminium.

Le changement climatique désigne l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné au cours du temps (réchauffement ou refroidissement), ce phénomène pouvant entraîner des dommages importants : élévation des niveaux des mers, accentuation des événements climatiques extrêmes comme les sécheresses, les inondations et les cyclones, déstabilisation des forêts, menaces sur les ressources d'eau douce, difficultés agricoles, désertification, réduction de la biodiversité, extension des maladies tropicales ou autres (source <http://www.actu-environnement.com>).

La compatibilité des futures ZAC avec le SRCAE sera étudiée dans le volume 3 de l'étude d'impact. Les paragraphes suivants présentent les principaux objectifs des Plans et Schémas concernant la qualité de l'air et les changements climatiques.

3.4.1 SRCAE : Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie

Créés par l'article 68 de la Loi Grenelle 2, les Schémas Régionaux Climat, Air, Énergie (SRCAE), remplacent à terme les plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA).

Élaboré conjointement par l'État et la Région, la vocation d'un SRCAE est de définir à moyen et long terme des objectifs et orientations en matière de lutte contre le changement climatique, d'efficacité énergétique, de développement des énergies renouvelables et d'amélioration de la qualité de l'air. Les objectifs et orientations sont déclinés en actions à l'initiative notamment des collectivités territoriales au travers des Plans Climat Énergie Territoriaux (PCET).

Le but du SRCAE est à l'horizon 2020, de satisfaire aux engagements nationaux de réduction de 20 % des émissions des gaz à effet de serre, de réduction de 20 % de la consommation d'énergie, et de satisfaction des besoins à hauteur de 23 % à partir d'énergies renouvelables. Il définit les trois grandes priorités régionales pour 2020 :

- Renforcer l'efficacité énergétique des bâtiments avec un objectif de doublement du rythme des réhabilitations dans le tertiaire et de triplement dans le résidentiel,
- Développer le chauffage urbain alimenté par des énergies renouvelables et de récupération, avec un objectif d'augmentation de 40% du nombre d'équivalents logements raccordés,

- Réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre et du trafic routier ; baisser les émissions de polluants atmosphériques (particules fines, dioxyde d'azote)

Le SRCAE de Basse-Normandie, construit conformément aux dispositions du décret n°2011-678 du 11 juin 2011, a été approuvé le 30 décembre 2013 par le préfet de région. Ce dernier est constitué de quatre parties :

- l'état des lieux en matière d'énergie, d'air et de climat,
- la scénarisation afin d'illustrer les trajectoires des consommations d'énergie, des émissions de GES et du développement des énergies renouvelables (ENR) par secteur selon différentes hypothèses de politiques et mesures régionales,
- les 40 orientations pour atteindre les objectifs cibles régionaux,
- les annexes.

Le tableau suivant présente les objectifs régionaux aux horizons 2020 et 2030.

	1990	2009	Cible 2020	Cible 2030
Consommation d'énergie (GWh)	nd	40 422	37 741	35 047
Obj 1 : Gain en efficacité énergétique	nd	-	19,7%	35%
Emission de GES (MtéqCO₂)	17,4	16,2	13,1	9,5
Obj 2 : réduction des émissions par rapport à 1990	-	-6%	-25%	-45%
Production ENR (GWh)	Nd	4 252	11 784	23 029
Obj 3 : part des ENR dans la consommation	nd	11%	31%	66%

Tableau 3 - Scénario cible de la Basse-Normandie (Source : SRCAE de la Basse-Normandie)

Les 40 orientations stratégiques de la région Basse-Normandie sont réparties sur neuf secteurs :

- Bâtiment (4 orientations),
- Transports (5 orientations),
- Urbanisme (5 orientations),
- Industrie (5 orientations),
- Agriculture (6 orientations),
- Production d'énergie renouvelable (6 orientations),
- Qualité de l'air (4 orientations),
- Adaptation au changement climatique (4 orientations),
- Lutte contre la précarité énergétique (1 orientation).

3.4.2 PCET : Plan Climat Énergie Territorial

Le PCET est une démarche de développement durable axée spécifiquement sur la lutte contre le changement climatique. Il est obligatoire pour toutes les collectivités de plus de 50 000 habitants (loi Grenelle II). De manière générale, le PCET doit permettre de :

- Quantifier les émissions de GES et évaluer la vulnérabilité du territoire à la raréfaction des énergies fossiles,
- Identifier les acteurs-clés, leur rayon de compétences et leurs actions,
- Définir une stratégie afin de réduire les émissions de GES et la vulnérabilité du territoire à la raréfaction des énergies fossiles,
- Proposer un plan d'actions afin de réduire les émissions de GES et la vulnérabilité du territoire à la raréfaction des énergies fossiles,

- S'organiser en interne comme en externe, pour mettre en œuvre le plan d'actions,
- Évaluer le plan d'actions.

Caen-métropole a adopté son PCET en 2010. Ses principaux objectifs à l'horizon 2020 sont de réduire les émissions de GES (- 22% par rapport au bilan carbone de 2006) et d'augmenter la part des énergies renouvelables (20 %) dans la consommation énergétique totale d'énergie. Pour atteindre ses objectifs, Caen-Métropole a défini 3 grands axes :

- Tendre vers un urbanisme durable,
- Déployer la politique « climat-énergie » sur le territoire,
- Développer les énergies renouvelables.

L'Agglomération Caen la Mer a inséré au sein de son agenda 21, adopté en juin 2013, un volet PCET. Huit objectifs y sont alors définis :

- Réduire les émissions de GES liées aux déplacements,
- Penser l'aménagement et le bâti en fonction des enjeux climatiques,
- Rendre le territoire moins vulnérable face aux évolutions du climat et des prix de l'énergie,
- Maîtriser les consommations énergétiques du territoire,
- Faire de la lutte contre l'effet de serre un thème d'innovation et d'activité économique,
- Développer toutes les nouvelles énergies,
- Sensibiliser le public et les acteurs,
- Renforcer l'exemplarité de la collectivité.

Le PCET de la ville de Caen a été adopté le 4 novembre 2013 par le Conseil Municipal. Il comprend quatre orientations :

- Orientation 1 : Le défi de l'habitat durable, pour l'aménagement et le bâti en fonction des enjeux climatiques
- Orientation 2 : Vers une autre mobilité, réduire les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements
- Orientation 3 : Energies, entre sobriété et autonomie, maîtriser les consommations fossiles, encourager les nouvelles énergies
- Orientation 4 : Climat, anticiper pour s'adapter, rendre le territoire moins vulnérable face aux évolutions du climat et des prix de l'énergie.

3.4.3 Schéma Directeur de l'Energie (SDE) de Caen la Mer

Le Schéma Directeur de l'Energie est une démarche de planification énergétique territoriale. Le SDE de Caen la Mer a été lancé début 2017 par le groupement suivant :

- o Energies Demain (mandataire) : spécialiste de la mise en œuvre opérationnelle des politiques publiques énergie / climat.
- o Audit Expertise Conseil (AEC) : spécialiste en réseaux de distribution d'énergies (électricité, gaz, chaleur) et en planification énergétique.
- o Itherm Conseil : spécialiste en réseaux de chaleur et énergies renouvelables.
- o Antéa : spécialiste dans les thématiques environnementales et en aménagement du territoire.
- o Nouveau Regard : agence spécialisée dans la communication

3.4.4 Les émissions de Gaz à effet de serre de Caen la Mer

Un bilan carbone, prenant en compte toutes les émissions émises par les communes de Caen la Mer, a été réalisé durant l'année 2010. Le bilan carbone est un outil permettant de fournir des indications sur les sources d'émissions des GES et donc sur les facteurs contribuant à la dégradation de la qualité de l'air.

En 2010, 1 620 178 tonnes équivalent CO₂ ont été émises sur le territoire de Caen la mer.

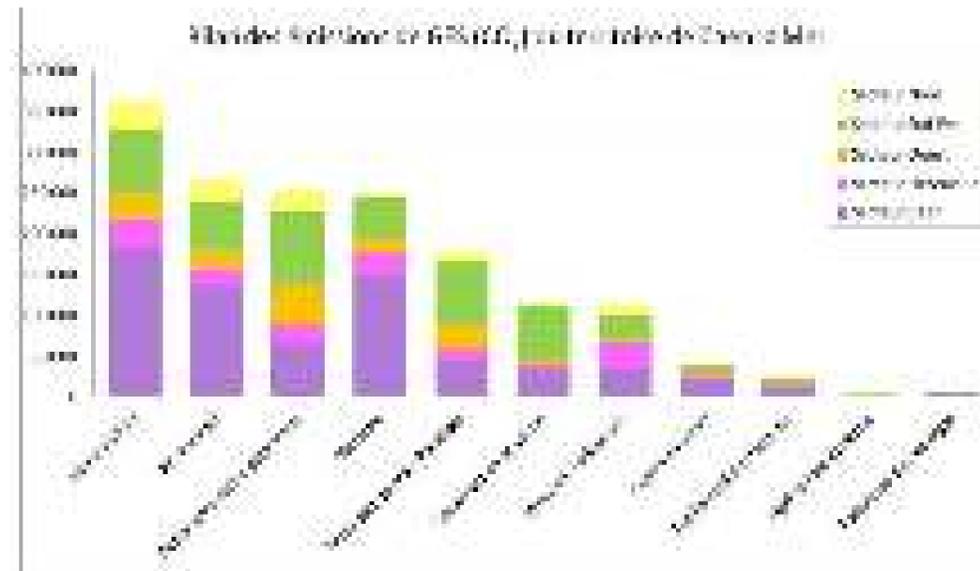


Figure 7 - Bilan des émissions de GES, en tonne équivalent CO₂, par poste d'émissions et par secteur, sur l'agglomération de Caen la Mer (Source: Agenda 21 Caen la Mer)

Le territoire caennais est celui émettant le plus de GES sur le territoire de Caen la Mer. De plus, il apparaît que les postes d'émission à traiter en priorité sont l'alimentation, les consommations énergétiques des résidences, les déplacements de personnes, les consommations énergétiques des entreprises tertiaires et le transport de marchandises. L'ensemble d'émission de ces cinq postes représente 80 % des émissions du territoire de Caen la Mer.

Quelques pistes d'actions ont été pensées pour réduire les émissions de GES (Tableau 4)

L'Union européenne s'est engagée à réduire de 20 % ses émissions de GES d'ici à 2020. Parallèlement la France s'est engagée à réduire 75 % de ses émissions à l'horizon 2050. La figure suivante représente la simulation de l'application au territoire de Caen la Mer des engagements français et européen de réduction des émissions de GES.

Postes	Pistes d'actions
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> Encourager l'achat de produits bio/locaux. Encourager les pratiques agricoles (sans pesticide). Encourager la population à acheter intentionnellement des produits alimentaires. Encourager les consommateurs à acheter localement et à privilégier les circuits courts.
Chauffage	<ul style="list-style-type: none"> Encourager le développement des réseaux existants sur le territoire. Encourager les communes à améliorer les bâtiments sur les nouvelles pour améliorer les consommations énergétiques. Encourager le développement des énergies renouvelables, la rénovation des façades, le renouvellement de chaudières, etc. de communes membres de Caen la Mer. Encourager les travaux de réhabilitation sur les achats d'équipement d'énergie renouvelable.
Déplacements de personnes	<ul style="list-style-type: none"> Encourager le développement des modes de transport doux. Encourager l'usage de véhicules moins polluants et développer des transports collectifs, vélos, trottinettes, etc. Encourager la mise en place de Plans de Développement Local (PDL). Encourager le développement de l'habitat collectif et individuel.
Industrie Tertiaire	<ul style="list-style-type: none"> Identifier les places des entreprises tertiaires pour un développement des énergies renouvelables, l'achat de produits locaux, le remplacement de chaudières, etc. de communes membres de Caen la Mer. Encourager la mise en place de Plans de Développement Local (PDL). Encourager les travaux de réhabilitation des bâtiments.
Transport de marchandises	<ul style="list-style-type: none"> Encourager la signalisation de la route des commerçants, l'achat de produits locaux, etc. Encourager les communes à améliorer les bâtiments sur les nouvelles pour améliorer les consommations énergétiques. Encourager les communes à améliorer les bâtiments sur les nouvelles pour améliorer les consommations énergétiques.

Tableau 4 - Premières pistes d'actions sur les cinq postes les plus émetteurs de GES (Source: diagnostic Bilan Carbone Caen la Mer)



Figure 8 - Simulation de l'application au territoire de Caen la Mer des engagements français et européen de réduction des émissions de GES (Source : diagnostic Bilan Carbone Caen la Mer)

3.5 Géologie

L'étude de la géologie des sols permet de comprendre leur composition, leur structure, leur histoire, l'évolution des couches externes de la Terre, et des processus qui la façonnent.

Les caractéristiques géologiques du site peuvent être repérées simplement à partir des cartes géologiques de la France au 1/50 000. Les informations issues de ces cartes permettent au maître d'ouvrage de définir le cas échéant les études géotechniques à réaliser.

3.5.1 Le contexte géologique régional

Le site de projet se place sur l'extrémité occidentale du Bassin de Paris, bassin sédimentaire de forme arrondie d'environ six cents kilomètres de diamètre bordé par le Massif Armoricaïn, le Massif Central, les Vosges et les Ardennes.

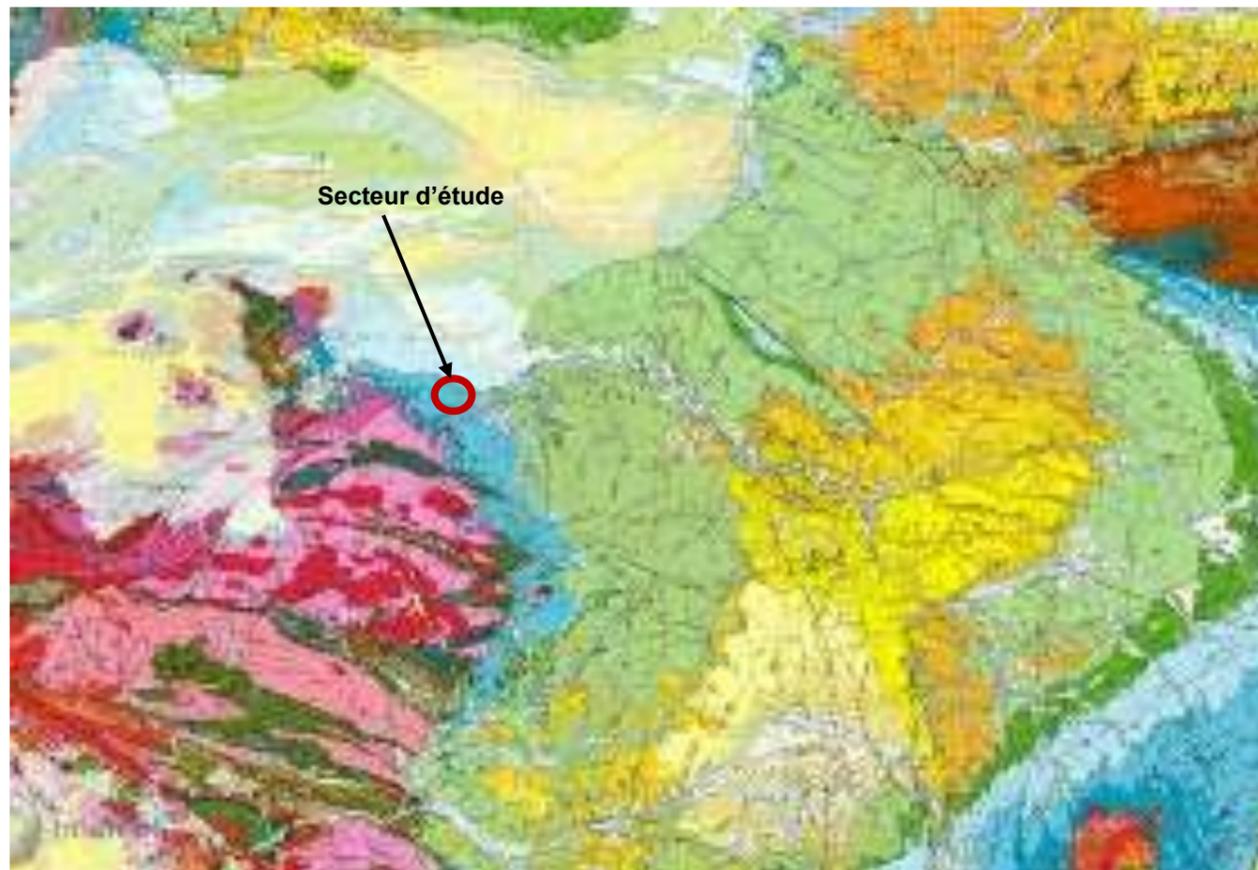


Figure 9 - Contexte géologique régional (source : Infoterre extrait carte 1/1 000 000)

La région étudiée est rattachée à la Campagne de Caen septentrionale. De part et d'autre de la vallée de l'Orne, les formations géologiques y sont essentiellement représentées par des terrains sédimentaires d'âge mésozoïques qui s'inclinent faiblement vers l'est-nord-est.

Le secteur est localisé sur un plateau calcaire, daté du Jurassique moyen (Bajocien-Bathonien).

Les Calcaires bajo-bathoniens sont entaillés par les vallées de l'Orne et de l'Odon au sein desquelles se sont déposés des alluvions anciennes (galets et graviers) et modernes (à dominante argileuse) au quaternaire.

3.5.2 Le contexte géologique de l'aire d'étude immédiate

D'après la carte géologique de Caen, les formations géologiques susceptibles d'être rencontrées au niveau du secteur d'étude sont :

Des formations superficielles :

- **Remblais anthropiques (X)** constitués essentiellement de sables coquilliers issus des dragages du canal de Caen à la mer et du chenal d'accès au port de Caen ;
- **Limons des plateaux (LP)** : couverture de loess et de calcaire sur la Campagne de Caen dont l'épaisseur moyenne est de 2,50 m ;
- **Alluvions modernes, remblaiement fluvio-marin (F-Mz)** qui sont une alternance de dépôts carbonatés vaseux, limoneux et tourbeux (fluvio-marins et sableux près de la côte, plus fins et sablo-limoneux ou sablo-argileux dans les basses-vallées marécageuses de l'Orne) ;
- **Alluvions anciennes, nappe alluviale saaliennne (Fx)** : épaisses de 2 à 5 m, les alluvions sont soutirées par un karst postérieur au dépôt dont les poches plongent sous le niveau du remblaiement récent.

Des formations mésozoïques (Jurassiques moyen) :

- **Formations de calcaire bioclastiques (Bathonien moyen - j2b).**

Ces formations, épaisses de 45 à 50 m, sont composées à la base par du Blanc bleu – argileux et condensé– (5 à 10 m), puis par le Calcaire de Caen (20 à 25 m) à grain fin et en gros bancs et enfin au sommet par le calcaire de Creully (12 à 15 m) à stratification oblique et silex.

Les caractéristiques des couches géologiques relevées sur la zone du projet, ne présentent pas de contraintes particulières ou significatives pour la construction de bâtiments. En effet, en raison de la présence de calcaires en profondeur, l'enjeu peut donc être considéré comme faible.

3.6 Géotechnique

L'étude géotechnique a pour objectif de déterminer la mécanique des sols en place et leurs caractéristiques (composition, profondeur, substratum...). Elle permet ensuite au maître d'ouvrage de définir le type de fondations adaptées au sol. Ce type d'étude est nécessaire pour tous types de projets d'aménagement.

Divers sondages réalisés sur le secteur d'étude ont été répertoriés dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM et dans des études géotechniques réalisées sur le secteur d'étude. Ces différents sondages et coupes réalisés permettent de décrire une succession lithologique « type » au droit de chaque site.

3.6.1 Secteur du plan Guide

3.6.1.1.1 Site Nouveau Bassin

Ce site peut être décomposé en deux secteurs : le secteur nord et le secteur de la presqu'île. Pour chaque secteur, d'après les données de la Base de données du Sous-Sol (BSS) sur les sondages effectués à proximité et les études effectuées par BURGEAP, la succession des formations est la suivante.

- Secteur nord du canal :
 - 0 à 5 m : remblais,
 - 5 à 15 m : alluvions quaternaires,
 - 15 à 21 m : alluvions anciennes,
 - Au-delà : calcaire de Caen.

- Secteur de la presqu'île :
 - 0 à 5 m : remblais,
 - 5 à 12 m : argile tourbeuse,
 - 12 à 15 m : alluvions anciennes constituées de graviers et galets,
 - Au-delà : calcaire de Caen.

3.6.1.1.2 Site Coeur Calix

A partir des coupes des ouvrages référencés 120-5-424 et 120-5-425, dont la cote du sol est respectivement de 7 m NGF et 4 m NGF, la succession des formations est la suivante :

- 0 à 3,5 / 4,5 m : argile avec des remblais en surface,
- 3,5 / 4,5 m à 10,5 m : tourbe et limon calcaire ou sables argileux calcaires,
- 10,5 m à 12,8 / 14,7m : grave sablo argileuse ou calcaire,
- Au-delà : calcaire.

3.6.2 Site des Paysages Habités

A partir des coupes des ouvrages référencés 120-5-102 et 120-5-494, dont la cote du sol est respectivement de 4,6 m NGF et 5 m NGF, la succession des formations est la suivante :

- 0 à 8 m : argile sableuse avec des remblais en surface,
- 8 à 10 / 12 m : tourbe ou sables fins à silts,
- 10 / 12 m à 15 / 17 m : argile,
- 15 / 17 m à 17 / 19 m : sables et graviers,
- Au-delà : marne calcaire et calcaire.

3.6.3 Conclusion

Sur chacun des sites, les caractéristiques mécaniques des sols sont globalement faibles pour les remblais et alluvions, du fait de l'absence de cimentation entre les différents matériaux (graviers et galets) et de la présence de la nappe aquifère qui y circule. Quant aux limons, même si leur teneur en eau et leur compressibilité sont plus faibles, il faut tout de même recourir parfois à des fondations particulières. Les calcaires situés à plus de 10 m de profondeur environ possèdent des caractéristiques plus intéressantes. Cependant des précautions sont à prendre, en effet le sous-sol calcaire a été longtemps exploité et d'anciennes carrières grossièrement remblayées ont parfois été abandonnées et présentent un risque à l'effondrement.

Les caractéristiques géotechniques des sols vont constituer une contrainte qui devra être prise en compte dans la conception des fondations des nouveaux bâtiments.

A l'échelle du programme, l'enjeu lié au contexte géotechnique est qualifié de modéré à potentiellement fort en fonction de l'épaisseur des formations et de la présence ou non d'anciennes exploitations de carrière.

Concernant le secteur du projet de la ZAC des Paysages Habités, les caractéristiques mécaniques des remblais sont globalement faibles. Les calcaires avec des caractéristiques intéressantes sont au-delà de 10 m de profondeur mais potentiellement fragilisés par endroit par l'ancienne activité d'exploitation du sous-sol et le remblaiement grossier des carrières qui s'en est parfois suivi.

Ainsi, l'enjeu géotechnique est considéré comme modéré à fort sur ce secteur.

3.7 Hydrogéologie

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches, humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé aquifère. La nappe chemine en sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois pendant des dizaines voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau. (source : <http://www.cnrs.fr>)

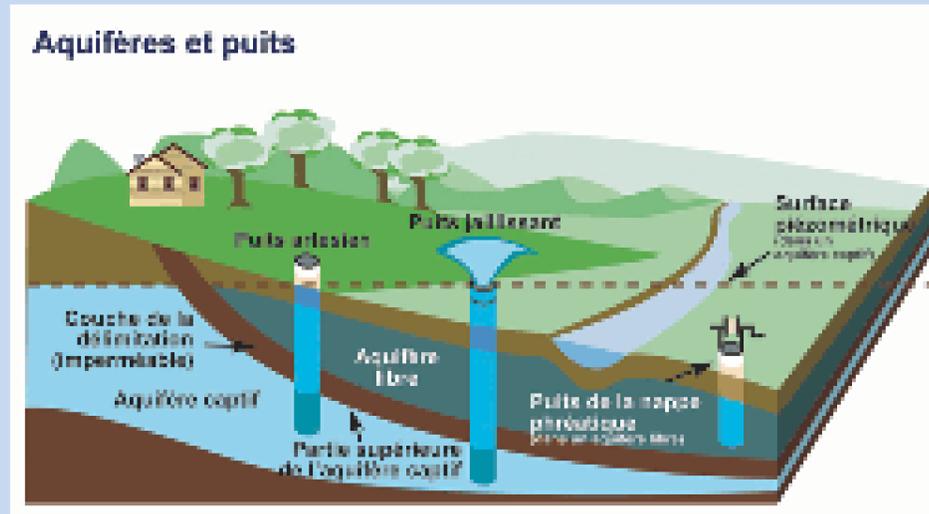


Figure 11 - Représentation d'un système aquifère (source : www.ec.gc.ca)

La connaissance du contexte hydrogéologique va permettre d'identifier la ressource en eaux souterraines concernée et de définir sa vulnérabilité à la pollution. Le porteur de projet devra tenir compte des risques de pollutions accidentelles de l'aquifère pendant la phase de construction et de démantèlement ainsi que des risques de pollution chronique pendant l'exploitation, particulièrement si le projet est situé à proximité d'un périmètre de protection d'un aquifère destiné à l'alimentation en eau potable.

3.7.1 Description des aquifères

Les couches géologiques, lorsqu'elles sont perméables, constituent des réservoirs aquifères. Parmi les formations géologiques décrites précédemment, plusieurs sont aquifères :

Les alluvions de l'Orne

Au droit du projet, les quelques mètres d'alluvions anciennes constituées de graves et de galets peuvent être aquifères. De plus, des circulations d'eau peuvent avoir lieu au sein des remblais et des alluvions récentes sableuses. Cet aquifère est considéré comme la nappe d'accompagnement de l'Orne.

Les calcaires jurassiques (Dogger)

- Le Bathonien : le Bathonien est un aquifère multicouche constitué de bancs calcaires entrecoupés de caillasses argileuses. Des formations constituant la série complète, seuls les calcaires de Caen sont présents au droit du projet où l'érosion a décapé les terrains supérieurs. Le mur de cet aquifère est constitué des Marnes de Port en Bessin qui sont remplacées vers l'est par les Bancs bleus de la Pierre de Caen. Au droit du projet, en raison de ce passage latéral de faciès entre les marnes de Port en Bessin et les Bancs Bleu, les calcaires bathoniens sont en continuité hydraulique avec les calcaires bajociens sous-jacents.
- Le Bajocien : l'aquifère dit du Bajocien est constitué des Marnes et Calcaires à Ammonites du Toarcien supérieur, de la Malière aalénienne, des oolithes ferrugineuses aalénienne et bajocienne et des Calcaires à spongiaires du bajocien supérieur. Au droit du projet, les marnes du Bathonien inférieur (Marnes de Port en Bessin) disparaissent. Un seul aquifère peut être considéré : du Toarcien supérieur au Bathonien. La formation des Argiles à Poisson de la base du Toarcien constitue le mur de l'aquifère du Bajocien.

Dans la suite de ce rapport, le Bathonien et le Bajocien peuvent être regroupés sous le terme aquifère du Dogger. Cette nappe est captive sous les niveaux argileux des alluvions récentes.

Ces deux formations ne sont séparées par aucune formation considérée comme imperméable. Elles sont qualifiées de système aquifère multicouche : les formations alluviales et bajociennes sont en continuité hydraulique. Le mur (c'est-à-dire la base) de cet aquifère est constitué par la formation des Argiles à Poissons du Toarcien, atteinte à une profondeur de 25 mètres environ.

3.7.2 La piézométrie

L'aquifère du Dogger est drainé par la vallée de l'Orne. Ce drainage de l'aquifère du Dogger s'effectue sur les flancs de la vallée mais aussi par un drainage gravitaire sous le fond de la vallée. Ainsi, c'est l'aquifère du Dogger qui s'écoule dans la nappe d'accompagnement de l'Orne. Les pluies sur la vallée de l'Orne n'alimentent pas ou peu par infiltration verticale l'aquifère du Dogger sous la vallée.

L'aquifère du Dogger se recharge principalement par les apports latéraux depuis les plateaux, ces apports venant des horizons bathoniens, mais aussi probablement pour partie des niveaux bajociens en amont du bassin versant.

La carte piézométrique du Bathonien, présentée ci-dessous a été fournie par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

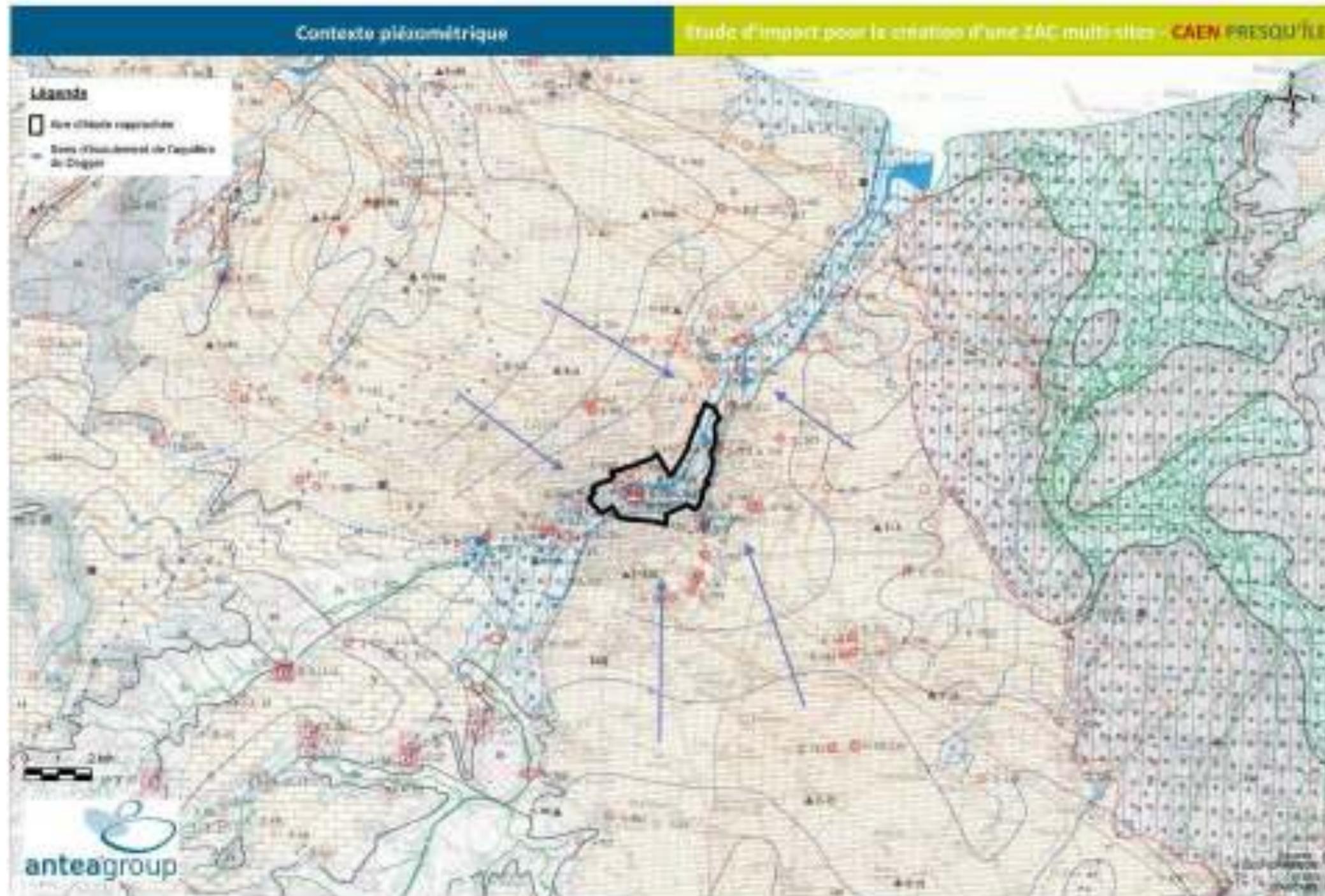


Figure 12 - Carte piézométrique du Bathonien (Source : BRGM)

D'après le BRGM et l'Accès aux Données des Eaux Souterraines (ADES), il a été recensé à proximité de l'aire d'étude immédiate divers piézomètres dont deux stations de mesures d'eaux souterraines encore actives situées à Ifs et Louvigny. Le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques de la nappe du Bathonien-bajocien au niveau de ces piézomètres.

Code national du point d'eau	Dénomination du point d'eau	Cote maximale (m NGF)	Cote moyenne (m NGF)	Cote minimale (m NGF)	Distance par rapport à l'aire d'étude immédiate
01198X0057/X4	Forage X4 la Prairie	2,15 (19/09/1973)	0,74	-0,94 (05/02/1980)	1,2 km au Sud-ouest
01205X0447/P1	Forage P'1 du Grand-Cours	5,56 (19/09/1973)	3,72	3,20 (05/02/1980)	100 m au Sud-ouest
01205X0448/P1	Forage P1 du Grand-Cours	4,14 (19/09/1973)	3,60	3,03 (05/02/1980)	100 m au Sud-ouest
01205X0229/S1	Puits la Maroisière (Ifs)	17,76 (08/04/2001)	11,12	8,09 (10/06/1997)	1,9 km au Sud-ouest
01198X0029/S8	Forage du Château de Louvigny	6,45 (13/02/1988)	4,99	3,98 (05/10/2004)	2,7 km au Sud-ouest

Tableau 5 - Valeurs piézométriques caractéristiques de la nappe du Dogger de la plaine de Caen et du Bessin (Source : ADES, BRGM)

Attention : il faut noter que de grandes inondations se sont produites en 2001 à Ifs, ce qui explique le niveau statique très élevé.

Les graphiques ci-dessous représentent les côtes NGF mesurées, de 1970 à aujourd'hui, aux stations piézométriques de Louvigny et d'Ifs. Ainsi, une piézométrie très variable peut être observée. Elle dépend des variations climatiques. Des inondations par remontée de nappe sont susceptibles de se produire.

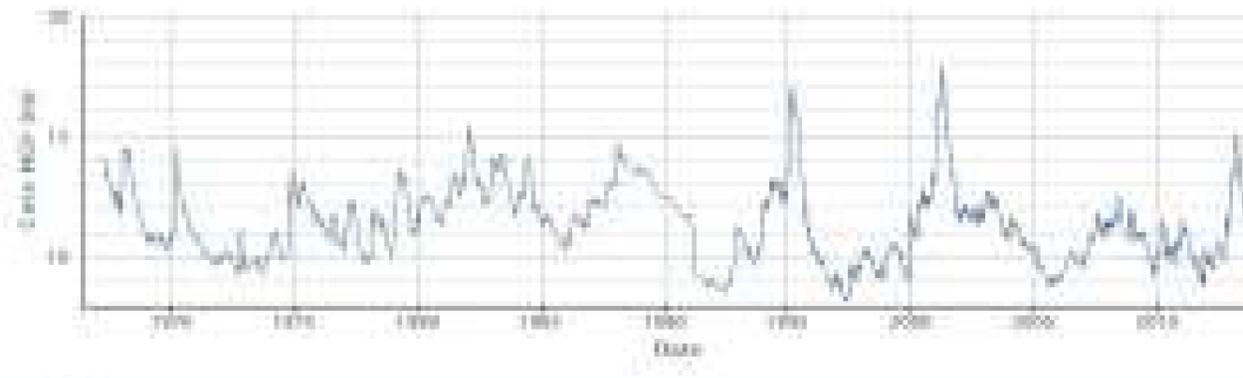


Figure 13 - Graphique du piézomètre de la station « Puits la Maroisière » (Source : ADES)

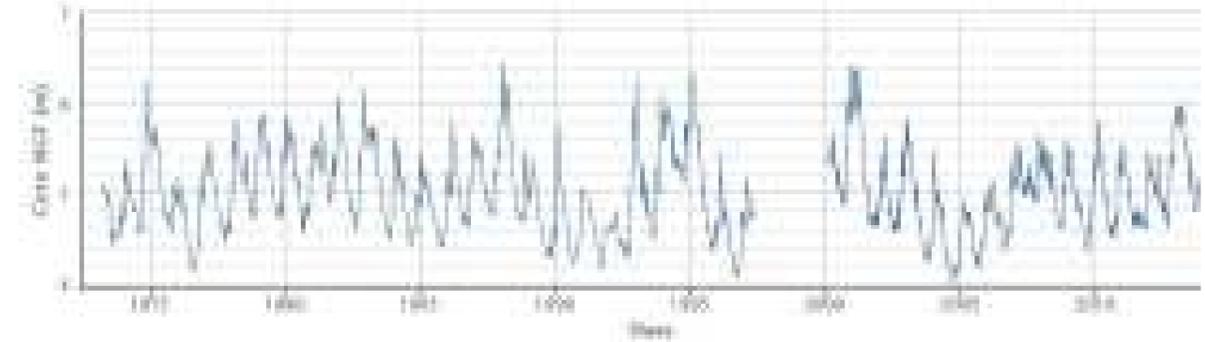


Figure 14 - Graphique du piézomètre de la station « Forage du Château de Louvigny » (Source : ADES)

L'aquifère des alluvions de l'Orne est drainé par l'Orne à l'étiage du fleuve et à marée basse. Le sens d'écoulement est inversé en crue de l'Orne et à marée haute. L'eau se trouve donc à faible profondeur sous le terrain naturel.

3.7.3 Qualité des eaux souterraines

L'état des masses d'eau souterraine et l'objectif d'atteinte du bon état sont déterminés par l'observation de la qualité et de la piézométrie des nappes du bassin, selon une méthodologie nationale. Le bon état d'une eau souterraine est l'état atteint par une masse d'eau souterraine lorsque son état quantitatif et son état chimique sont, au moins, "bons".

L'état chimique est considéré comme bon lorsque les concentrations en polluants (tels que nitrates et pesticides) dues aux activités humaines ne dépassent pas les normes et valeurs seuils, lorsqu'elles n'empêchent pas d'atteindre les objectifs fixés pour les eaux de surface alimentées par cette masse d'eau souterraine et lorsqu'il n'est constaté aucune intrusion d'eau salée (ou autre eau polluée) due aux activités humaines.

L'état quantitatif d'une eau souterraine est considéré comme bon lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible, compte tenu de la nécessaire alimentation en eau des écosystèmes aquatiques de surface et des zones humides directement dépendantes.

Une étude de l'état chimique des masses d'eau du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands a été réalisée dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2015-2021. Cette étude a été effectuée à partir de données chimiques mesurées sur les points du réseau patrimonial de suivi de qualité d'eaux souterraines, et d'avis d'experts prenant en compte notamment les usages de l'eau souterraine dont l'alimentation en eau potable, les interactions avec les écosystèmes terrestres et de surface, le fond géochimique.

La nappe des alluvions

La nappe des alluvions est susceptible d'avoir été polluée au droit de la zone d'étude du fait de l'activité industrielle importante de la presqu'île.

De plus, la nappe des alluvions est très sensible aux intrusions salines liées à la présence du canal de Caen la mer et à l'Orne.

L'aquifère du Dogger (Bathonien-Bajocien)

Au sein de l'aire d'étude immédiate, une masse d'eau a été identifiée. Il s'agit de la masse d'eau 308 Bathonien – Bajocien Plaine de Caen et du Bessin. Elle est classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE). Ses principales caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant.

Code	Nom de la masse d'eau	Type	Surface en km ²	Type d'écoulement	Karstique	Intrusion saline

FRHG30 8	Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bessin	Dominante sédimentaire	6566 dont 2856 de surface affleurante	Libre et captif, majoritairement libre	Oui	Oui
-------------	--	------------------------	---------------------------------------	--	-----	-----

Tableau 6 - La masse d'eau souterraine (Source : SDAGE du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands)

La nappe phréatique de Caen s'étend sur un terrain sédimentaire calcaire du Bathonien. Les eaux y sont légèrement basiques (pH 7,2) et présentent une minéralisation assez importante. Les eaux souterraines sont, d'une manière générale, chargées naturellement en chlorures, sulfates, fluor et sodium. Les eaux du Bathonien sont de très bonne qualité en ce qui concerne l'altération des matières organiques et oxydables, des matières azotées (hors nitrates), HAP, PCB et des micropolluants minéraux. Cependant, depuis 1997, les concentrations élevées en nitrates et pesticides diminuent la qualité de ces eaux. Cette pollution est principalement due aux activités et rejets agricoles.

Actuellement, l'état chimique des eaux souterraines est préoccupant sur le bassin. Ceci est dû à des pollutions diffuses par les nitrates et les pesticides provenant de pollutions d'origine majoritairement agricole. La masse d'eau n°308 au droit du site d'étude est considérée dans un **état chimique médiocre**. Une tendance à la hausse des concentrations en nitrates a d'ailleurs été constatée pour 39 masses d'eau dont la masse n°308. Il faut noter que pour des raisons de fiabilité statistique liées aux données disponibles, il n'a pas été possible de déterminer les tendances sur les pesticides. L'ensemble des masses d'eaux souterraines du bassin est en bon état quantitatif.

Dans le tableau 5 de l'annexe 2 du SDAGE 2016-2021 sont présentés les objectifs de qualités et de quantités de la masse d'eau présente au droit du secteur d'étude. **L'objectif d'état chimique de la masse d'eau n° 308 a été fixé au « bon état » global à l'horizon 2027.**

Objectifs chimiques			Objectif quantitatif	
Objectif qualitatif	Délai	Paramètres responsables du risque de non atteinte du bon état	Objectif quantitatif	Délai
Bon état	2027	NO ₃ , Pesticides	Bon état	2015

Tableau 7 - Objectifs de qualitatif et quantitatif de la masse d'eau n° 308 « Bathonien-bajocien de la plaine de Caen et du Bessin » (Source : SDAGE du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands 2016-2021)

La masse d'eau du Bathonien-bajocien de la Plaine de Caen et du Bessin présente un risque fort de non atteinte du bon état chimique en 2027, dû aux teneurs en nitrates (avec fortes tendances à la hausse) et en pesticides (atrazine et déséthyl).

Selon les critères de la Directive Cadre Européenne (DCE), la masse d'eau n°308 est en bon état quantitatif, avec cependant des déséquilibres locaux identifiés.

Par arrêté préfectoral du 4 Février 2004, la masse d'eau du Bathonien-bajocien de la Plaine de Caen et du Bessin est classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) qui est une zone sur laquelle les besoins en prélèvement d'eau excèdent les capacités naturelles des rivières ou des nappes. Ce classement implique l'abaissement des seuils de déclaration ou d'autorisation des prélèvements, ainsi que le paiement de la redevance « prélèvement » à l'Agence de l'Eau. Dans ces zones, les prélèvements d'eau supérieurs à 8 m³/s sont soumis à autorisation et tous les autres sont soumis à déclaration.

Afin d'assurer un équilibre quantitatif entre les prélèvements et la disponibilité de la ressource en eau, qui est l'objectif B du SAGE Orne aval-Seulles, le SAGE prévoit de mettre en place une gestion collective des prélèvements sur la masse d'eau du Bajo-bathonien.

3.7.4 Vulnérabilité hydrogéologique

Étant donné que l'aquifère du Bathonien alimente l'Orne, sa vulnérabilité vis-à-vis des pollutions de surface est normalement très faible. Toutefois, la mise en charge du fleuve de l'Orne lors d'une crue peut temporairement inverser le sens d'écoulement. La vulnérabilité de l'aquifère du Dogger peut être considérée comme faible.

La nappe alluviale superficielle de l'Orne est par contre très vulnérable à toutes les pollutions de surface. De plus, l'inversion quotidienne des sens d'écoulement par effet des marées favorise le brassage des eaux, ce qui accentue la vulnérabilité, sans compter les effets directs liés aux intrusions salines.

3.7.5 Les usages de l'eau souterraine

3.7.5.1 Captages pour l'alimentation en eau potable (AEP)

L'approvisionnement en eau potable du département du Calvados se fait essentiellement à partir de prélèvements d'eaux souterraines. L'exploitation de cette ressource concerne principalement l'ensemble des aquifères libres à l'affleurement.

La ville de Caen est alimentée en eau potable par un champ captant au droit de la Prairie (au sud de l'hippodrome) qui capte l'aquifère du Dogger et par un prélèvement dans l'Orne en amont de Caen sur la commune de Louvigny. Ces ouvrages de prélèvement disposent de périmètres de protection. Ce champ captant se situe en amont hydrogéologique de l'aire des secteurs opérationnels.

La ville d'Hérouville Saint Clair compte également un champ captant destiné à l'alimentation en eau potable, qui capte l'aquifère du Dogger. L'aire des secteurs opérationnels du site des Paysages Habités se trouve en limite du périmètre de protection éloignée du champ captant.

Le sens d'écoulement de la nappe du Dogger dans ce secteur est de direction nord-ouest vers le sud-est, puisque cette nappe est drainée par la vallée de l'Orne. Le site des Paysages Habités ne se trouve pas en amont hydrogéologique direct de l'aire d'alimentation du champ captant. Cependant il ne faut pas exclure l'existence potentielle d'une circulation souterraine d'eau dans les alluvions parallèlement au canal. Dans ce cas, le site des Paysages Habités se trouverait potentiellement en amont du secteur alluvionnaire alimentant le champ captant.

Les ouvrages de prélèvement d'eau destinés à l'alimentation en eau potable situés à proximité de la zone d'étude sont localisés sur la figure suivante. Leurs principales caractéristiques figurent dans le tableau suivant. Ces ouvrages captent l'aquifère du Dogger.

BSS	Nom	Commune	Nature de l'eau captée	Distance par rapport à la zone d'étude immédiate
01205X0001	Beauregard F5	Hérouville Saint-Clair	Aquifère des calcaires du Bathonien	700 m au Nord-est
01205X0005	Bonnes femmes F4	Hérouville Saint-Clair	Aquifère des calcaires du Bathonien	1,1 km au Nord-est
01205X0109	Chemin de Bieville F6	Hérouville Saint-Clair	Aquifère des calcaires du Bathonien	1,5 km au Nord-est
01205X0110	Chemin de Bieville F7	Hérouville Saint-Clair	Aquifère des calcaires du Bathonien	1,9 km au Nord-est
01205X0321	Chemin de Bieville F8	Hérouville Saint-Clair	Aquifère des calcaires du Bathonien	2,4 km au Nord-est
01205X0322	Chemin de Bieville F9	Hérouville Saint-Clair	Aquifère des calcaires du Bathonien	2,4 km au Nord-est
01198X0034	Prairie I A	Caen	Aquifère des calcaires du Bajocien	1,3 km au Sud-ouest
01198X0035	Prairie I B	Caen	Aquifère des calcaires du Bajocien	1,1 km au Sud-ouest
01198X0037	Prairie I D	Caen	Aquifère des calcaires du Bajocien	1,2 km au Sud-ouest

Tableau 8 - Captages AEP au sein de l'aire d'étude rapprochée (Source : ARS Basse-Normandie)

D'après les données de l'Agence Régionale de Santé (ARS) de la région Normandie, aucun captage AEP n'est situé sur l'aire d'étude immédiate, ni par conséquent sur l'aire des secteurs opérationnels. Toutefois, le site des Paysages Habités est limitrophe du périmètre de protection éloignée des captages en eau potable situés sur la commune (Figure 15 et Tableau 8).

La carte suivante localise les périmètres de protection des captages d'eau potable dans l'aire d'étude rapprochée.

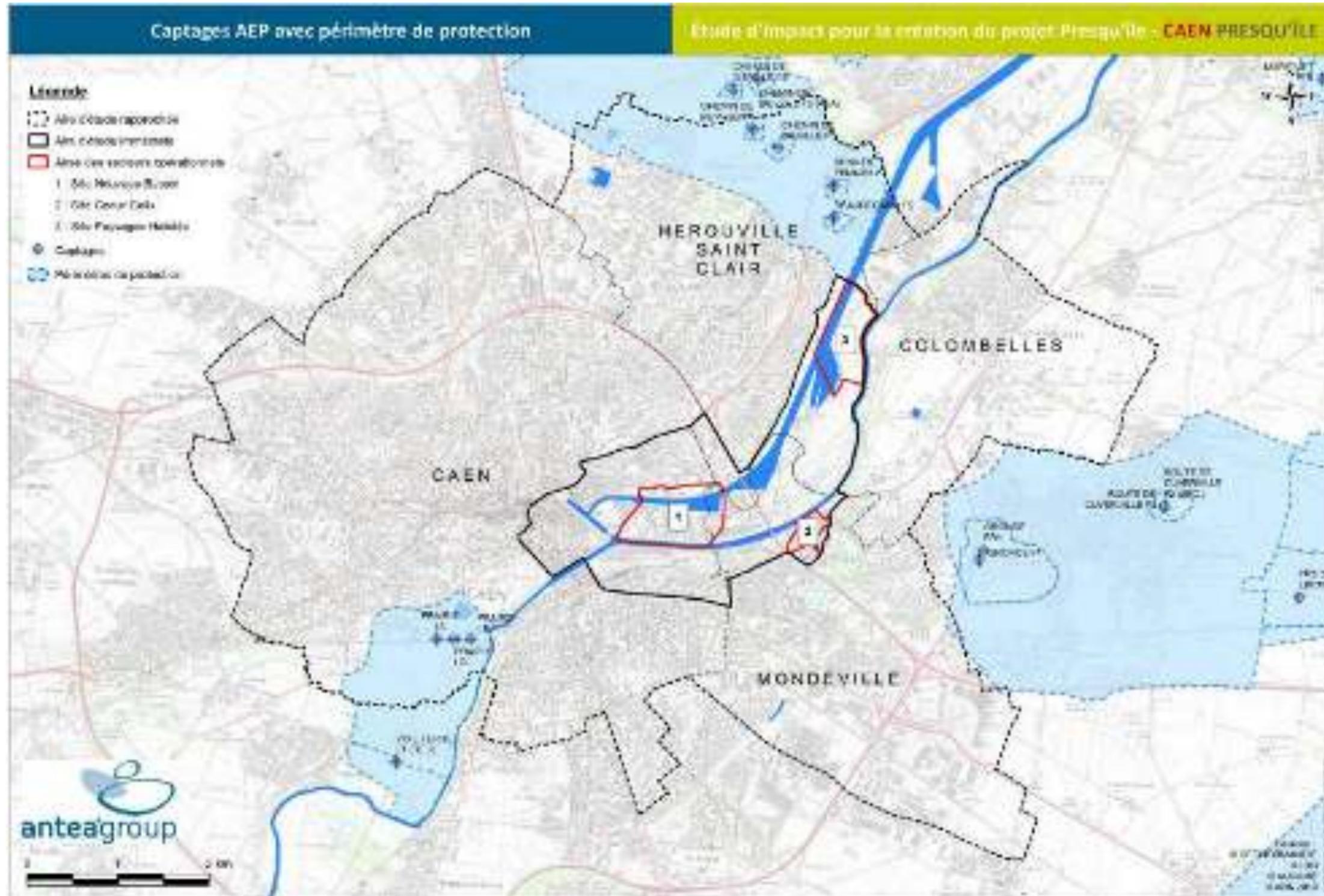


Figure 15 - Localisation des captages AEP à proximité de l'aire d'étude rapprochée et leurs périmètres de protection (Source : ARS Basse-Normandie)

3.7.5.2 Captages industriels

D'après les données du BRGM, plusieurs captages industriels ont été recensés sur la zone d'étude immédiate. Tous sont localisés à Caen au Sud de la presqu'île ainsi qu'au niveau de l'avenue de Tourville et de la rue Basse. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

N° BSS	LOCALISATION		NATURE DU FORAGE		
	Commune	Lieu dit	Nature	altitude du forage (m NGF)	Profondeur/sol (m)
01205X0267/F1	CAEN	Société des combustibles de Normandie - 4 quai de Normandie	FORAGE	4,5	27,55
01205X0266/F2	CAEN		FORAGE	4,5	36
01205X0394/111111	CAEN	Avenue de Tourville n°47 et 49	FORAGE	6	30
01205X0396/P1	CAEN	Lemannisier-Dupuis - Avenue Victor-Hugo	PUITS	5	30
01205X0260/C1	CAEN	Blanchisserie Becquart - 86 rue Basse	SOURCE	4,5	0
01205B0261/PC	CAEN	EDF (Usine thermique centrale de Caen) - forage	PUITS-COMPLEXE	4,29	23,22
01205X0395/P1	CAEN	Glacières Normandes - ZI Quai de la Londe	PUITS-COMPLEXE	5	40
01205B0270/F3	CAEN	Lamy Société Combustibles de Normandie - forage n°3	FORAGE	5	31,5

Tableau 9 - Captages industriels au sein de l'aire d'étude immédiate (Source : Infoterre)

Sur la base des données de la profondeur du sol, il paraît raisonnable de penser que l'eau est captée dans l'aquifère du Dogger, excepté pour la source qui capte probablement la nappe des alluvions.

3.7.5.3 Captage agricole

Un captage à usage agricole (cf Tableau 10) a été recensé sur le secteur d'étude dans le prolongement de la rue Basse à Hérouville Saint-Clair. Comme pour les captages industriels, la profondeur de l'eau captée par rapport au sol tend à indiquer qu'il s'agit de la nappe des alluvions.

LOCALISATION	NATURE DU FORAGE
--------------	------------------

N° BSS	Commune	Lieu dit	Nature	altitude du forage (m NGF)	Profondeur/sol (m)
01205X0202/C1	HEROUVILLE-SAINTE-CLAIRE	Les frères d'Hérouville-rue Basse prolongée	SOURCE	4	0

Tableau 10 - Captage agricole répertorié au sein de l'aire d'étude immédiate (Source : Infoterre)

3.7.5.4 Autres captages

Sont également présents sur le secteur d'étude :

- de nombreux piézomètres implantés pour réaliser le suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des sites industriels,
- des puits et forages divers,
- un forage utilisé à des fins de production d'eau individuelle.

Tous ces captages sont représentés figure suivante.

3.7.6 Conclusion

Les formations de ce système aquifère multicouche (alluvions Dogger) sont en continuité hydraulique.

La nappe des alluvions est à très faible profondeur sous le sol.

D'un point de vue qualitatif, en raison de l'activité industrielle antérieure sur la Presqu'île, la nappe des alluvions est susceptible d'être polluée et celle du Dogger du fait de sa qualité actuelle bénéficie d'un report de délai jusqu'à 2027 pour l'atteinte de l'objectif de Bon état chimique.

Concernant les usages, le site des Paysages Habités est en limite du périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable d'Hérouville Saint-Clair et plusieurs forages et/ou puits ont été recensés sur l'aire d'étude immédiate.

Par conséquent, l'enjeu lié au contexte hydrogéologique est qualifié de modéré à fort à l'échelle du programme.

Concernant la ZAC des Paysages Habités, le site se trouve dans un secteur où l'on trouve les alluvions de l'Orne et les calcaires jurassiques (Dogger). La nappe des alluvions est susceptible d'avoir été polluée au droit de la zone d'étude du fait de l'activité industrielle importante de la Presqu'île. L'état chimique des eaux de l'aquifère du Dogger est considéré comme médiocre. Les deux aquifères sont sensibles aux intrusions salines liées à la présence de l'Orne et du canal de Caen à la mer. La nappe du Dogger présente une vulnérabilité faible tandis que celle des alluvions est très vulnérable aux pollutions de surface. 1 champ captant la nappe du Dogger pour l'adduction en eau potable est localisé à Caen, ainsi que 6 captages industriels captant également la nappe du Dogger.

Ainsi, l'enjeu de protection des captages AEP est qualifié de fort sur le site du projet de la ZAC des Paysages Habités

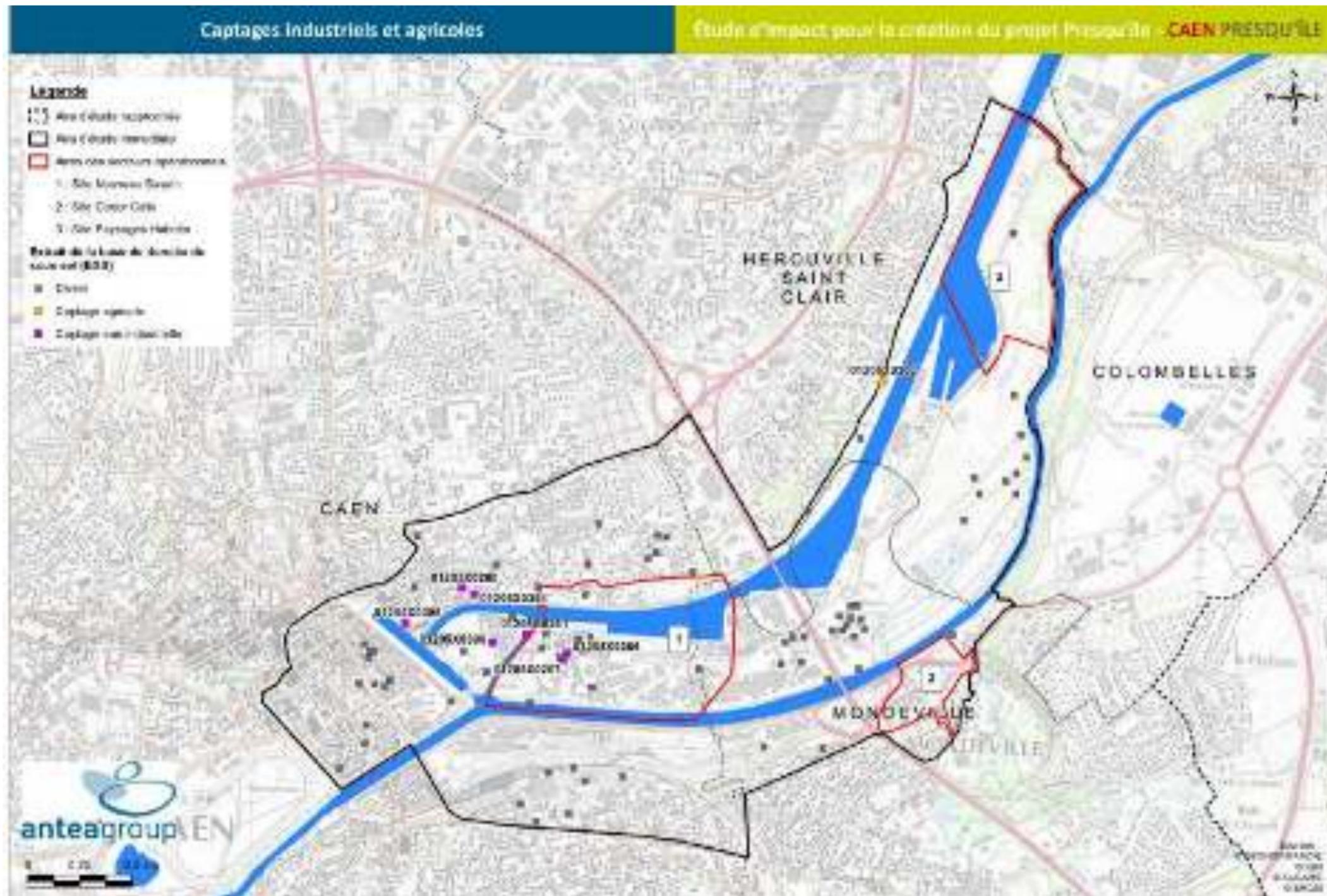


Figure 16 - Localisation des usages de l'eau souterraine

3.8 Eaux superficielles

Il s'agit de présenter le réseau hydrographique de surface et ses caractéristiques à l'échelle du bassin versant du projet.

L'étude va s'intéresser aux variations de débit du cours d'eau (hydrologie) et caractériser ses débits d'étiage (basses eaux) et de crues (hautes eaux). La qualité actuelle du cours d'eau est présentée et comparée aux objectifs fixés par le SDAGE. Les principaux usages sont identifiés et localisés par rapport au projet.

3.8.1 Description du bassin versant

L'ensemble du secteur d'étude est localisé dans le bassin versant de l'Orne. L'Orne draine un bassin versant de 2 928 km² et coule sur une longueur totale de 175 km.

Plus localement, l'aire d'étude immédiate concerne le bassin versant de l'Orne aval. Ce territoire intègre environ les 700 km² aval du bassin de l'Orne, depuis le Pont du Coudray (communes de Maizet et Mutrécy) jusqu'à la confluence avec la mer de la Manche (commune de Ouistreham). Le fleuve de l'Orne reçoit notamment les eaux des deux sous-bassins de La Laize, affluent en rive droite, d'un linéaire d'environ 50 kilomètres, et de l'Odon, affluent en rive gauche, d'un linéaire d'environ 59 kilomètres. La rivière Biez est également un affluent de l'Orne au niveau de la commune de Mondeville.

3.8.2 Le milieu hydraulique superficiel

Deux cours d'eau principaux sont présents sur l'aire d'étude immédiate :

- **Le canal de Caen à la mer** (unité hydrographique FRHR360 « canal de l'Orne » d'après le SDAGE 2016-2021).
- **L'Orne** (unité hydrographique FRHT04 « Estuaire de l'Orne » d'après le SDAGE 2016-2021).

La rivière du **Biez**, affluent de l'Orne, est un cours d'eau secondaire présent sur l'aire d'étude immédiate.

3.8.2.1 Le canal de Caen à la mer

Le canal de Caen à la mer est un canal artificiel, inauguré en 1857, qui relie Caen au port de Ouistreham sur la Manche. Le canal, d'une longueur de 14 km et d'une largeur moyenne de 100 m, a été conçu pour développer l'activité du port de Caen suite à l'ensablement de l'Orne. Il traverse les villes de : Caen, Hérouville Saint-Clair, Colombelles, Blainville-sur-Orne, Ranville, Bénouville et Ouistreham. Ce canal donne au port de Caen un statut de port de mer.

Plusieurs ouvrages permettent d'alimenter le canal avec l'eau du fleuve :

- le barrage de Montalivet qui permet de maintenir un niveau d'eau en amont pour l'alimentation du canal et du bassin portuaire de Caen (bassin Saint Pierre) ;
- un petit vannage permettant la communication entre l'Orne et le bassin Saint-Pierre à Caen ;
- une vanne secteur équipant une ancienne écluse, appelée Portes de l'Orne et située à l'entrée du bassin Saint Pierre à Caen ;
- le chenal Victor Hugo à Caen qui est un ouvrage qui a été conçu pour permettre la régulation des crues de l'Orne,
- les deux écluses d'Ouistreham, qui permettent le maintien en eau du canal et le passage des navires.

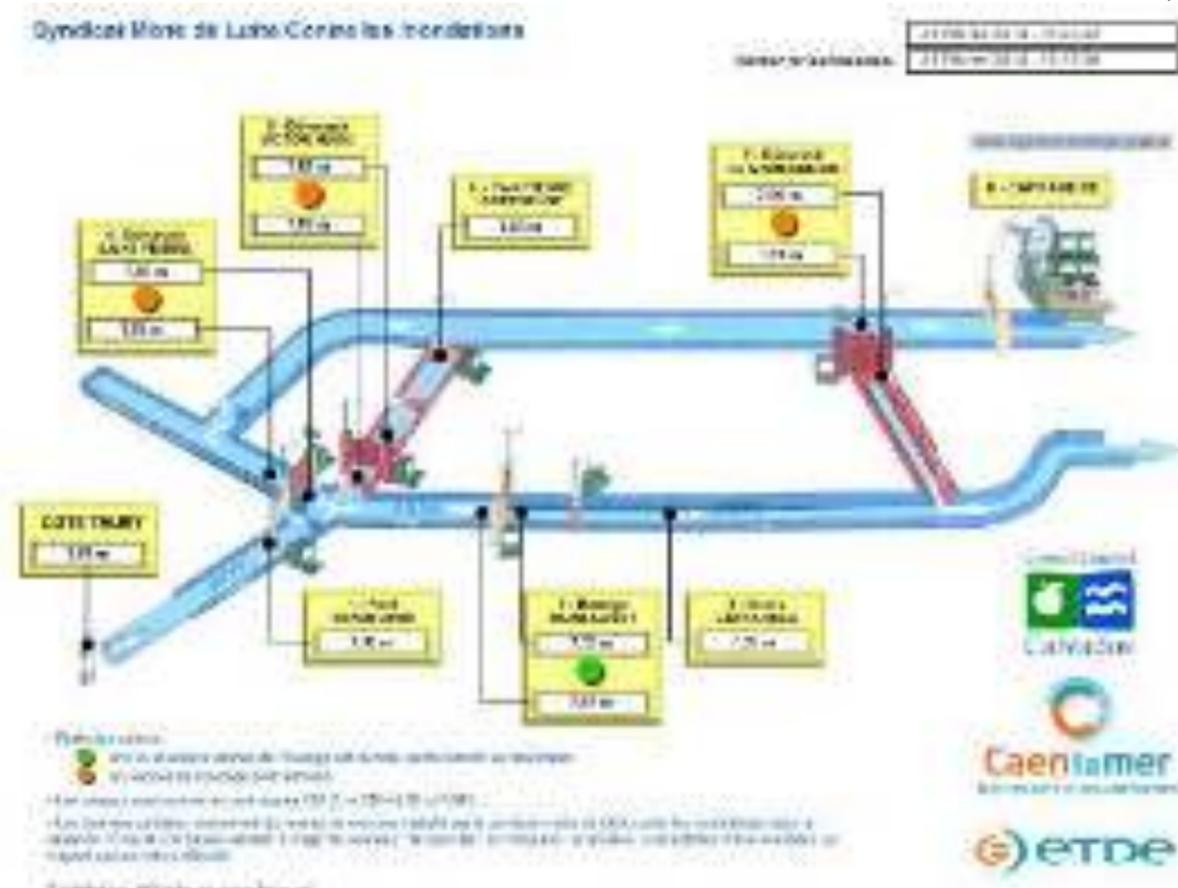


Figure 17 - Synoptique du système de gestion des niveaux d'eau du Canal de Caen à la Mer

En situation hydrologique normale et en période de basses eaux, le barrage de Montalivet et les deux vannes situées à l'entrée du bassin Saint-Pierre laissent passer une fraction du débit de l'Orne permettant d'alimenter le bassin et le canal, en le maintenant à la cote maritime de 7,80 m CM, soit environ 3,7 m NGF. Le débit moyen nécessaire pour alimenter le canal varie de 1,7 à 3 m³/s.

Le barrage de Montalivet, construit en 1908, a un double objectif : empêcher l'eau salée de remonter plus en amont, et maintenir un niveau d'eau minimum pour l'alimentation du Canal et du bassin portuaire de Caen.

La cote maximale du canal est de 8 m CMH, soit 3,9 m NGF. Son niveau d'entretien est fixé à 7,40 m CMH.



Figure 18 - Vues sur le barrage de Montalivet (1908 – 2016)

3.8.2.2 L'Orne

L'Orne est, de par sa longueur de 175 km et sa superficie de bassin de 2 928 km², le fleuve côtier le plus important de la région Basse-Normandie. Il prend sa source dans le bassin parisien à Aunou-sur-Orne (à l'Est de Sées) dans le département de l'Orne et se jette dans la Manche via un estuaire d'une quinzaine de kilomètres de long, au fond duquel est bâtie l'agglomération caennaise.

3.8.2.3 Le Biez

Le Biez draine un bassin versant de 66 km² et coule sur une longueur totale de 15 km environ. C'est un affluent de l'Orne au niveau de la commune de Mondeville.

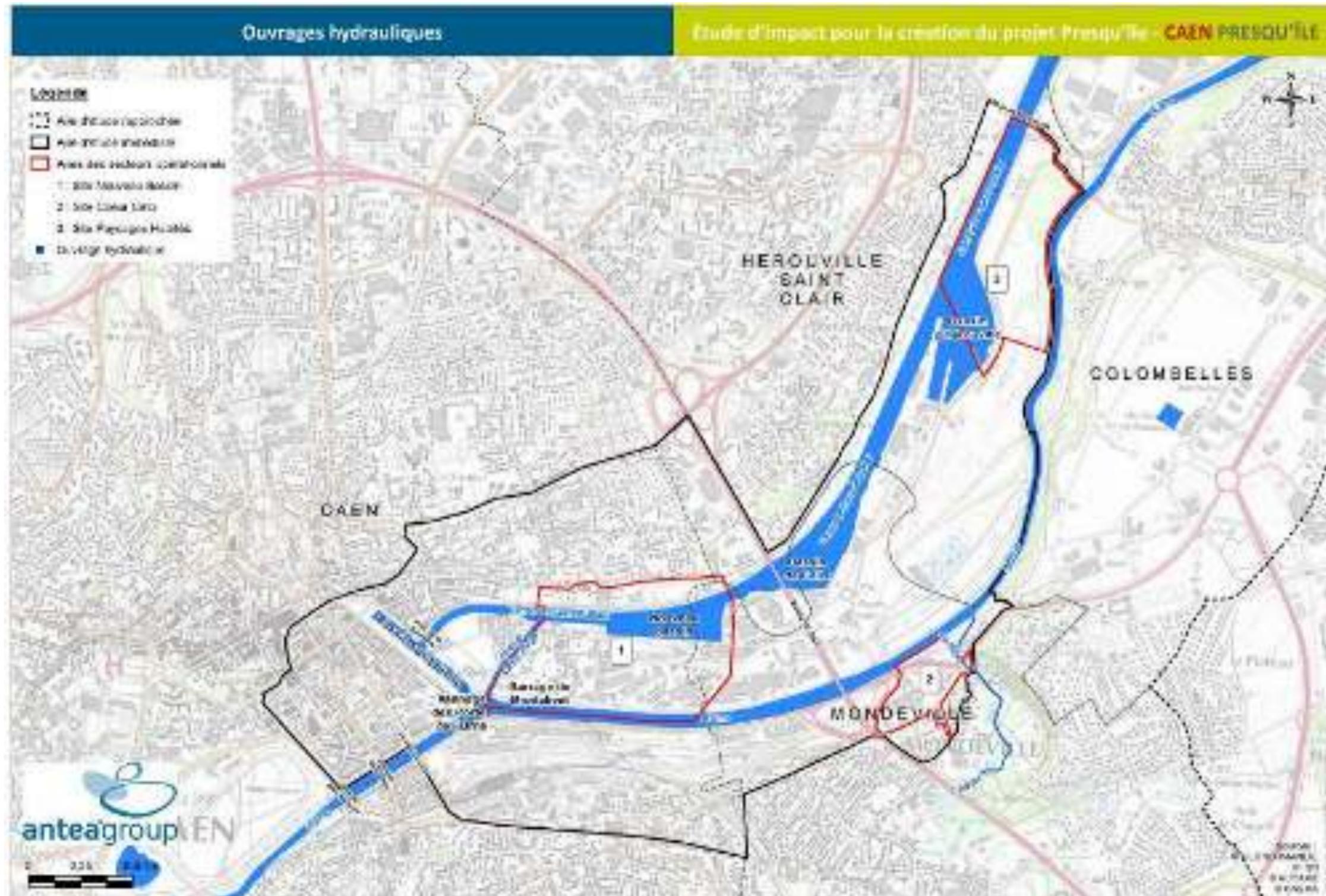


Figure 19 - Le milieu hydraulique superficiel sur l'aire d'étude immédiate et les ouvrages recensés

3.8.3 Hydrologie

3.8.3.1 Le canal de Caen à la mer

Il n'existe pas de donnée hydrométrique pour le Canal de Caen à la mer : son niveau est géré par les Ports Normands Associés.

Le canal de Caen à la mer est alimenté en eau par le fleuve au niveau de Caen. A l'étiage, il prélève dans l'Orne 120 000 m³/j, soit environ 60 % de son débit (1,5 m³/s environ). Le Niveau Normal de Navigation du canal est de 3,60 m (côté PHEC 4,09).

Deux ouvrages régissent le fonctionnement du canal. Le barrage de Montalivet qui permet l'alimentation et les bassins et écluses de Ouistreham qui permettent l'évacuation du débit vers la mer et le maintien d'une côte maritime suffisante pour la navigation des navires de commerce.

Un ouvrage complémentaire a été ajouté permettant la gestion des crues – canal de jonction de l'Orne au Canal (Canal Victor HUGO) en amont du barrage Montalivet.

Le Canal de jonction fonctionne dès que le débit de l'Orne dépasse 160 m³/s et jusqu'à 625 m³/s pour une marée de 70-80 (+ 30 cm) ou 450 m³/s pour une marée de 110 (+ 30 cm).

La figure ci-après synthétise le fonctionnement hydraulique du site

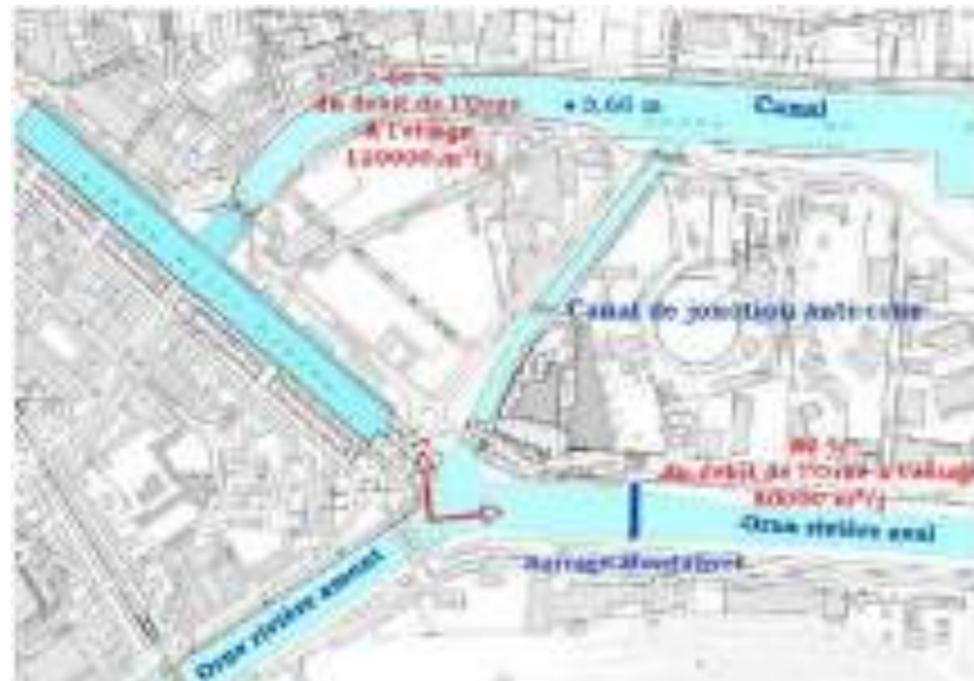


Figure 19 - Schéma de fonctionnement hydraulique de l'Orne et du canal (source : Diagnostic Technique environnement MA-GEO)

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Débits moyens mensuels (m³/s)	48,5	52,9	38,7	29,0	20,2	12,9	7,4	5,2	5,5	11,2	21,1	36,8
Débits spécifiques (l/s/km²)	17,5	19,1	14,0	10,5	7,3	4,6	2,7	1,9	2,0	4,0	7,6	13,3

3.8.3.2 L'Orne

Les débits de l'Orne sont connus sur l'aire d'étude immédiate grâce à une station de mesure hydrométrique située au niveau du Pont de Vaucelles à Caen : la station n° I3741010. Les principales caractéristiques débitométriques sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 11 - Débits moyens mensuels (m³/s) et débits spécifiques (l/s/km²) interannuels de l'Orne (1990-2013)- station Pont de Vaucelles (Source : DREAL Basse-Normandie)

	Période de retour	Station n° I3741010 à Caen
Débit moyen (module interannuel moyen)	-	24,1 m ³ /s
Débit d'étiage VCN30_5¹	5 ans	2,4 m ³ /s
Débit d'étiage QMNA_5²	5 ans	2,6 m ³ /s
Débit de crue	2 ans	205 m ³ /s
	10 ans	380 m ³ /s

Tableau 12 - Débits caractéristiques de l'Orne (Source : DREAL Basse-Normandie)

Pour compléter ces données, sur l'aire d'étude immédiate, il faut rappeler que le niveau de l'Orne est influencé par la marée qui est pratiquement à sec en période d'étiage et les eaux sont saumâtres.

3.8.3.3 Le Biez

Les débits de la rivière du Biez, affluent de l'Orne, sont connus grâce à la station de mesure n° I3743019 de la commune de Mondeville. Les principales caractéristiques débitométriques du Biez sont présentées dans les tableaux suivants.

¹ Le QMNA_5 correspond au débit moyen mensuel minimum de période de retour 5 ans.

² Le VCN30_5 correspond au débit minimal sur 30 jours consécutifs de période de retour 5 ans

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Débits moyens mensuels (m³/s)	0,87	0,88	0,68	0,55	0,42	0,30	0,21	0,17	0,18	0,33	0,51	0,76
Débits spécifiques (l/s/km²)	13,2	13,4	10,4	8,3	6,3	4,6	3,2	2,5	2,7	5,1	7,8	11,5

Tableau 13 - Débits moyens mensuels (m³/s) et débits spécifiques (l/s/km²) interannuels du Biez - station à Mondeville
(Source : DREAL Basse-Normandie)

	Période de retour	Station n° I3743019 à Mondeville
Débit moyen (module interannuel moyen)	-	0,49 m ³ /s
Débit d'étiage VCN30_5³	5 ans	0,065 m ³ /s
Débit d'étiage QMNA5⁴	5 ans	0,07 m ³ /s
Débit de crue	2 ans	4,1 m ³ /s
	10 ans	7,5 m ³ /s

Tableau 14 - Débits caractéristiques du Biez (Source : DREAL Basse-Normandie)

3.8.4 Qualité des eaux

Le bon état des eaux de surface est atteint lorsque l'état écologique et l'état chimique sont simultanément bons ou très bons :

- *l'état écologique* est l'expression de la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface,
- *l'état chimique* : un bon état reflète le respect des concentrations de substances prioritaires fixées par des normes de qualité environnementale (NQE).

³ Le QMNA_5 correspond au débit moyen mensuel minimum de période de retour 5 ans.

⁴ Le VCN30_5 correspond au débit minimal sur 30 jours consécutifs de période de retour 5 ans

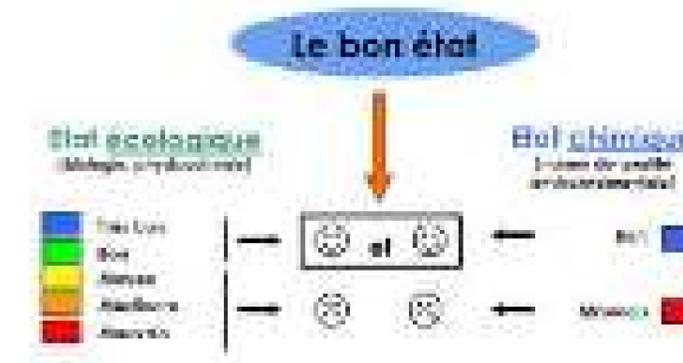


Figure 20 - Notion de bon état des eaux de surface

L'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établit les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, en application des articles R212-10, R212-11 et R212-18 du Code de l'environnement.

3.8.4.1 Le canal de Caen à la mer

D'après les données du SDAGE 2016-2021, le canal se situe dans l'unité hydrographique FRHR360 « Canal de l'Orne » dont le statut est « fortement modifié ». L'état écologique du canal en 2009 a été qualifié de « moyen » d'après le SAGE Orne Aval-Seulles.

Objectif état chimique				Objectif état écologique	
Avec ubiquistes		Sans ubiquistes		Objectif	Délai d'atteinte
Objectifs	Délai d'atteinte	Paramètres cause de dérogation	Délai d'atteinte		
Bon état	Non déterminé	Bon état	Non déterminé	Bon potentiel	2021

Tableau 15 - Objectifs de qualité du canal de Caen à la mer (Source : SDAGE du bassin Seine-Normandie)

Le suivi de la qualité des eaux du canal est assuré par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Calvados (DDTM) et le réseau national REPOM (réseau national de surveillance de la qualité des eaux et sédiments des ports maritimes). Les analyses des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau sont effectuées quatre fois par an. Les prélèvements d'eau sont effectués depuis une embarcation à une profondeur moyenne de 0,50 m.

Le plan de la figure suivante permet de localiser les stations de mesure (CE1, CE2 et CE3) des paramètres physico-chimiques et bactériens des eaux du canal. Les résultats d'analyses aux stations de mesure CE1, CE2 et CE3, stations encadrant l'aire d'étude immédiate, sont présentés en annexe.

D'après les résultats des deux dernières années, la qualité des eaux du canal est bonne et relativement stable. Le tableau suivant présente les percentiles 10 et 90 des analyses effectuées au cours des deux dernières années.

	O ₂ (mg/l)	Salinité (g/l)	Orthophosphates PO ₄ (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Nitrates (mg/l)	E. Coli (n : 100 ml)	Entérocoques (n : 100ml)
CE1							
Percentile 10	5,4	2,3	0,03	0,04	9,46	31	15
Percentile 90	8,71	5,36	0,34	0,42	14,8	543	84
moyenne	6,82	3,85	0,21	0,25	11,67	291	43
CE2							
Percentile 10	7,15	2,45	0,025	0,047	7,5	16	8
Percentile 90	12,26	5,23	0,35	0,34	13,05	404	87
moyenne	9,72	3,55	0,18	0,18	10,34	203	40
CE3							
Percentile 10	8,04	4,25	0,025	0,05	4,97	13	8
Percentile 90	45,3	6,92	0,25	0,46	9,22	188	140
moyenne	19,34	5,55	0,14	0,19	7,07	86	65

Tableau 16 - Percentiles 10 et 90 ainsi que moyenne des analyses effectuées en 2015 et 2016 aux stations de mesure CE1, CE2 et CE3 du canal de Caen à la mer (Source : DDTM Calvados)

Remarque : toute concentration inférieure à la limite de quantification a été prise égale à la limite de quantification divisée par deux

D'après les valeurs définissant l'état écologique des eaux de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 Janvier 2010, les taux de nitrate aux trois stations de mesures correspondent à un état écologique « très bon ». Les teneurs en ammonium et en orthophosphates reflètent majoritairement un état écologique « bon » au niveau des stations CE1 et CE2 et un état « bon à très bon » en aval à la station CE3. La turbidité du canal, liée à la quantité de matières en suspension (MES), est en grande majorité inférieure à 5 NTU (Unité de Turbidité Néphélométrique). Le canal peut donc être considéré comme une eau claire. Le développement bactérien est plus important en amont (CE1 et CE2) qu'en aval. De même, l'oxygénation du canal est meilleure en aval (état écologique très bon) qu'en amont.

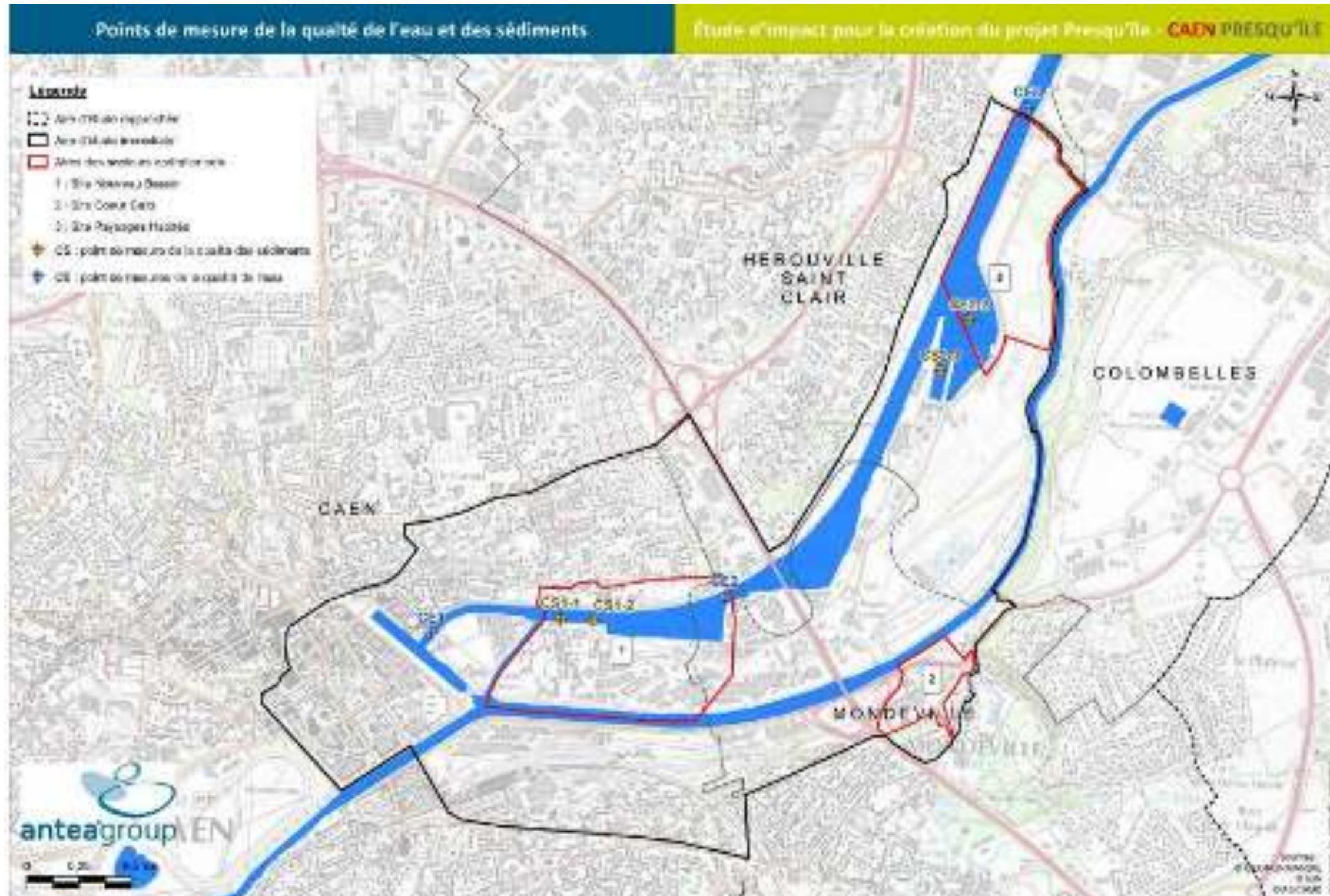


Figure 21 - Localisation des points de mesure de la qualité de l'eau et des sédiments du canal de Caen à la Mer (source : DDTM Calvados)

3.8.4.2 L'Orne

L'aire d'étude immédiate appartient à la masse d'eau du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. D'après les données du SDAGE 2016-2021, le projet se situe dans l'unité hydrographique FRHT04 « Estuaire de l'Orne », masse d'eau de transition, dont le statut est « fortement modifié ». D'après le SAGE Orne Aval-Seulles, l'état écologique y est considéré comme moyen.

Objectif état chimique				Objectif état écologique			
Avec ubiquistes		Sans ubiquistes		Objectif	Délai d'atteinte	Justification dérogation	Paramètres causes de dérogation
Objectifs	Délai d'atteinte	Paramètres cause de dérogation	Délai d'atteinte				
Bon état	2015	Bon état	2015	Bon potentiel	2027	Technique, économique	biologie

Tableau 17 - Objectifs de qualité de l'Orne (Source : SDAGE du bassin Seine-Normandie)

Il n'existe pas de station de mesure de la qualité de l'eau de l'Orne sur l'aire d'étude immédiate.

3.8.4.3 Le Biez

Aucun suivi de la qualité de la rivière de la Biez n'est réalisé par la DREAL ou par l'Agence de l'Eau.

En l'absence de donnée qualitative, les objectifs de qualité affectés à ce cours d'eau correspondent à ceux de la masse d'eau dans lequel il est intégré, à savoir l'Orne.

Les objectifs de qualité de la rivière de la Biez sont donc présentés dans le paragraphe précédent.

3.8.5 Qualité des sédiments

Le suivi de la qualité des sédiments, au niveau du canal de Caen à la mer, est assuré par le réseau national REPOM (réseau national de surveillance de la qualité des eaux et sédiments des ports maritimes). Les analyses des sédiments étaient effectuées une fois par an, jusqu'en 2014. A partir de 2015, les analyses deviennent trisannuelles. Les échantillons des sédiments sont moyennés à partir de 2 ou 3 échantillons élémentaires. Diverses analyses d'éléments traces sont effectuées : métaux, HAPs, PCBs, etc. Les valeurs des analyses sont alors comparées aux niveaux de références N1 et N2 de l'arrêté du 9 août 2006.

Les Figure 21 et Figure 22 permettent de localiser les stations de mesure des sédiments du canal. Les résultats de mesure des sédiments sont présentés en annexe.

Concernant les analyses des sédiments, les normes sont globalement respectées, au niveau du nouveau bassin et bassin d'Hérouville, à l'exception des teneurs de certains HAPs (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Une des sources de pollution aux HAP peut être le trafic fluvial.

A noter : Il n'existe pas de station de mesure de la qualité des sédiments au niveau de l'Orne sur l'aire d'étude immédiate.



Figure 22 - Localisation des points de mesure de la qualité des sédiments du canal de Caen à la Mer à partir de 2015 (source : DDTM Calvados)

3.8.6 Usages de l'eau superficielle

3.8.6.1 Les rejets

► Station d'épuration de Caen la Mer : Nouveau monde

La station d'épuration des eaux usées domestiques de Caen la Mer possède une capacité nominale de 332 000 EH. Toutefois, l'arrêté préfectoral, émis lors de sa construction, prévoit une évolution future de sa capacité à 415 000 EH. Ainsi, les installations de prétraitement et de traitement des boues sont déjà dimensionnées de la sorte tandis que le traitement biologique est dimensionné pour 332 000 EH.

Elle assure la dépollution des eaux usées, des sables, graisses et matières de vidange. Il s'agit d'une station de type boues activées avec des jardins filtrants qui constituent une zone humide et assurent une épuration tertiaire.

Aujourd'hui, la station fonctionne à 70 % de sa capacité nominale en charge hydraulique et à 86 % de sa capacité en charge organique. Le rejet des eaux traitées se fait à 80 % dans l'Orne ou le canal et 20 % sert à l'irrigation des jardins avoisinant la STEP. La décision de rejeter ou non dans le canal dépend de la pluviométrie et est prise par le gestionnaire du canal. Par exemple, en 2012, année pluvieuse, la totalité des rejets ont eu lieu dans l'Orne. En 2013, en période davantage sèche (du 24/07 au 06/10), les eaux ont été rejetées dans le canal. Le rejet dans le canal a lieu proche du viaduc de Calix au niveau de l'intersection entre le quai Lefèvre et la rue perpendiculaire longeant la société France Mélasse. Le rejet dans l'Orne a lieu au niveau du début de la route de Colombelles, en amont du Biez. Des rejets du surplus des eaux d'irrigation ont lieu 50 m en amont sur l'Orne, et 100 m et 300 m en aval par rapport au rejet des eaux usées traitées.

► Rejets d'eaux pluviales

De façon générale, de nombreuses canalisations d'eaux pluviales existent le long du canal et/ou de l'Orne.

Sur le site des Paysages Habités à Hérouville Saint-Clair :

- Le fossé de ligne pour les emprises situées au Sud des voies express
- Le canal pour les emprises localisées au Nord des voies express. Dans ce cas, comme pour Caen, le rejet est opéré par des conduites sous pression.

Le fossé de ligne longe le canal de Caen à la mer en rive gauche et sur toute sa longueur. Long de 14 km et large de 2 m, ce fossé a été conçu pour recevoir les eaux pluviales des communes localisées rive gauche avant l'évacuation de ces eaux dans l'Orne à marée basse, par différents ouvrages dont aujourd'hui un seul semble encore en état.

Ce fossé reçoit les eaux du ruisseau du Dan à Blainville sur Orne. Il collecte également les eaux pluviales et certaines eaux usées des communes, ainsi que les rejets traités de certaines stations d'épuration.

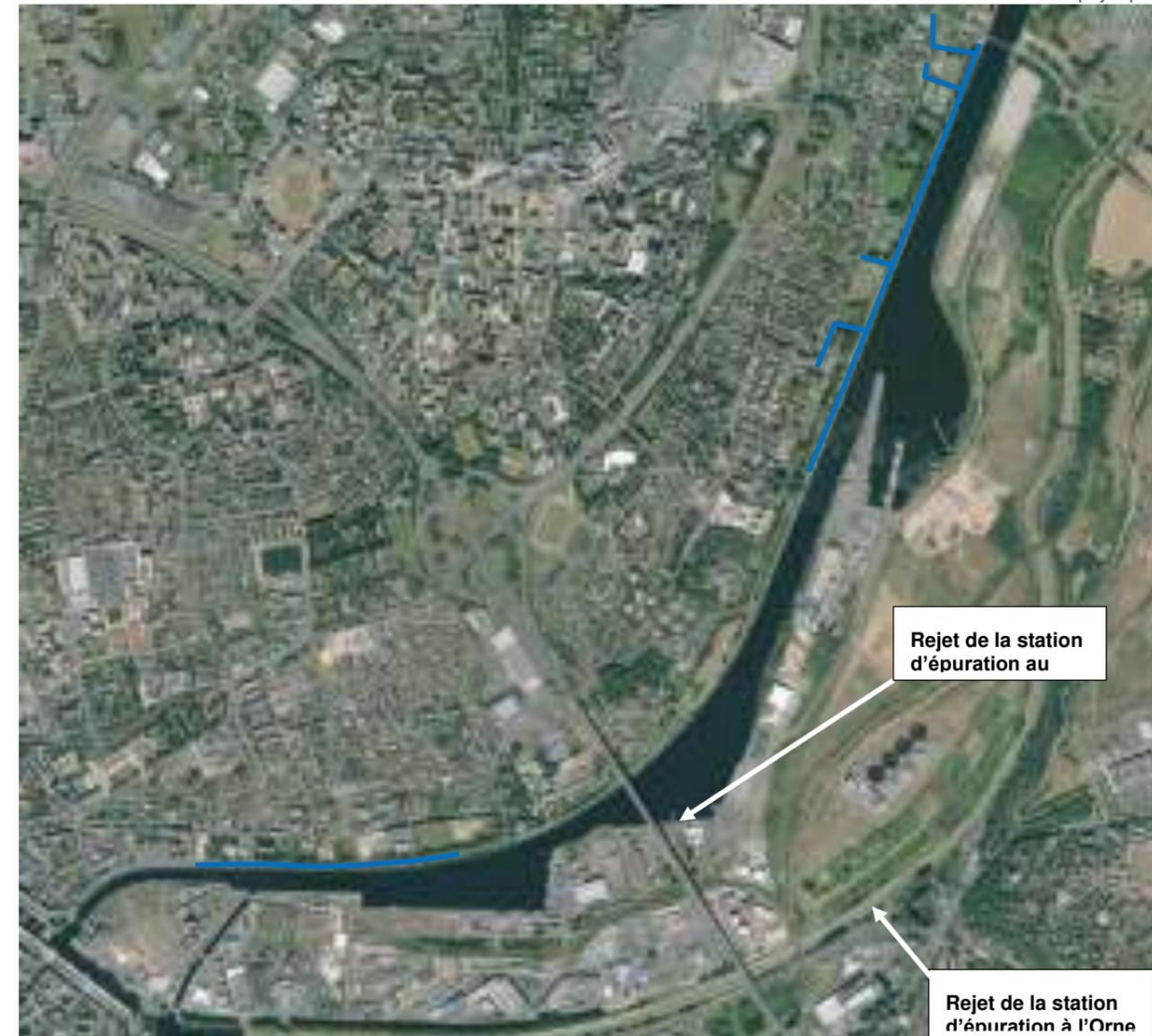


Figure 23 - Localisation des fossés existants (source : Etude hydraulique et gestion des EP dans le cadre du projet Caen Presqu'île – Mission 1 et 2 - Sogeti Ingenierie - Novembre 2016)

3.8.6.2 Alimentation en eau potable

D'après l'ARS, il n'existe pas de prélèvement d'eau superficielle à destination de production d'eau potable sur le secteur d'étude. Le plus proche, exploité par Saur Centre Normandie, est situé à 5 km en amont de l'aire d'étude immédiate, sur la commune de Louvigny. L'eau prélevée est destinée à l'alimentation en eau potable d'une partie de l'agglomération caennaise.

3.8.6.3 Activités portuaires

► Navigation

Le canal de Caen à la mer reliant sur 14 kilomètres la ville de Caen à la Manche constitue le port de Caen-Ouistreham, propriété du Syndicat Mixte Port Normands Associés depuis le 1er janvier 2007. Sur le secteur

d'étude se trouvent le port de plaisance de Caen, le bassin d'Hérouville, le bassin de Calix et le Nouveau bassin (cf carte suivante).



Figure 24 - Cartes des quais du port de Caen Ouistreham situé sur la zone d'étude (Source: Port de Caen Ouistreham)

Quatre sites du port de Caen Ouistreham (cf figure suivante) qui constitue le 10^{ème} port français, se situent sur l'aire d'étude immédiate :

- Le bassin d'Hérouville par lequel transitent différentes marchandises diverses dont principalement du bois ;
- Le bassin de Calix. Le quai de Calix voit transiter des marchandises diverses – agroalimentaire et engrais - tant pour l'exportation que pour l'importation. Il permet aussi la manutention horizontale ou verticale de navires rouliers ;
- Le nouveau bassin est équipé de trois quais qui servent à la réception de paquebots de croisières, navires de prestige, yachts ou encore de voiliers de cours ;
- Port de plaisance de Caen situé dans le bassin Saint-Pierre. Il a une capacité d'accueil de 108 anneaux dont 16 sont réservés aux plaisanciers de passage. Il propose un accès direct au centre ville, et bénéficie de pontons sécurisés et d'équipements sanitaires pour accueillir les visiteurs.

En termes de navigation, le canal fait donc l'objet d'une navigation de commerces et de plaisance.

► Activités de loisirs

Diverses activités de loisir (canoë-kayak, voile, planche à voile, aviron, paddle et pêche à la ligne) sont pratiquées sur le canal de Caen à la mer et l'Orne. Les associations ou clubs sportifs – Hérouville Caen canoë-kayak HCKK, société nautique Caen Calvados, base nautique municipale de Caen et Ecole de voile bassin d'Hérouville – ont été contactés pour connaître leur secteur de pratique sur l'aire d'étude immédiate.

D'après les informations transmises, ces clubs sportifs utilisent le canal de Caen à la mer, du bassin Saint-Pierre au Pont de Colombelles (ou au-delà), pour leurs entraînements. Le canoë-kayak et la voile se pratiquent davantage entre le bassin Saint Pierre et le viaduc de Calix, tandis que la pratique de l'aviron s'étend jusqu'au Pégasus Bridge à Benouville, au Nord du Pont de Colombelles. Le paddle se pratique sur la totalité du canal de Caen à la mer inclus dans l'aire d'étude immédiate.

La pratique de ces activités nautiques sur l'Orne est plus occasionnelle. Lorsqu'elle a lieu, le secteur de navigation privilégié s'étend du niveau du Nouveau Bassin sur la presqu'île à Louvigny, au Sud de l'aire d'étude immédiate.

La pratique de la pêche à la ligne n'est soumise à aucune restriction sur le canal de Caen à la mer ainsi que sur l'Orne en aval du pont de Bir Hakeim à Caen. En amont du pont, qui correspond à la limite de salure des eaux, la pratique de la pêche est soumise à une carte de pêche.

La baignade est interdite dans le canal de Caen à la mer. Elle n'est pas conseillée sur l'estuaire de l'Orne.

3.8.6.4 Conclusion

Le milieu hydraulique superficiel est au cœur de l'aire d'étude immédiate : la présence du canal, sa gestion en lien avec l'Orne, le barrage, le canal de liaison, les écluses et les vannages. En outre, l'Orne est elle-même soumise à la marée au niveau de l'aire d'étude immédiate..

D'un point de vue qualitatif, le délai d'atteinte du bon état chimique et du bon potentiel écologique du canal de Caen à la mer n'a pas été déterminé dans le SDAGE 2016-2021. L'Orne bénéficie d'un report de délai pour l'atteinte du bon potentiel écologique.

Le milieu hydraulique fait également l'objet de nombreux usages variés.

Pour ces raisons, l'enjeu lié au contexte hydraulique sera qualifié de fort.

3.9 Le caractère estuarien de l'Orne

Le projet se situe au niveau de l'estuaire du fleuve de l'Orne. L'Orne se jette dans la Manche au niveau de la commune de Ouistreham.

Le régime de marée astronomique est de type semi diurne avec une période de 12 h 25. Les hauteurs d'eau théoriques prédites par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) à Ouistreham sont décrites dans le tableau suivant (Edition 2012 des « Références altimétriques maritimes »). Elles sont exprimées en cm CM (Cote Marine).

Port	PHMA	PMVE	PMME	NM	BMME	BMVE	PBMA	Zéro IGN69/NGF
Ouistreham (49°17'N 0°15'W)	812	770	640	463	270	100	5	-4.08 m CM

où :

- PHM : Plus Haute Mer astronomique
- PM95 : Pleine Mer de Vive-eau moyenne (Coefficient 95)
- PM45 : Pleine mer de Morte-eau moyenne (Coefficient 45)
- NM : Niveau Moyen
- BM 45 : Basse Mer de Morte-eau moyenne (Coefficient 45)
- BM 95 : Basse Mer de Vive-eau moyenne (Coefficient 95)
- IGN 69 : Cote du zéro hydro par rapport au zéro de nivellement IGN69

Tableau 18 - Hauteurs d'eau théoriques en CM prédites par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM).

La marée est perceptible dans l'Orne jusqu'à Caen.

3.10 Risques naturels

D'après le dictionnaire de l'environnement (1991), le risque est la possibilité de survenance d'un évènement susceptible de porter atteinte à l'équilibre naturel. Le risque résulte de la conjonction d'un aléa et des enjeux en présence.

L'aléa est la probabilité d'occurrence d'un phénomène donné. On parle toujours d'un aléa pour un phénomène et une durée donnés : aléa volcanique, aléa sismique, aléa mouvement de terrain, aléa inondation. Les enjeux sont les personnes, les biens, les équipements et l'environnement menacés par l'aléa, et susceptibles de subir des préjudices.

Étroitement associée à la notion d'enjeux, la vulnérabilité mesure les conséquences dommageables de l'évènement sur les enjeux.



Source : prim.net

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs du Calvados (DDRM) et Prim.net, divers risques naturels menacent cette zone : inondations, submersions marine, mouvements de terrain, risques sismiques et risques de tempêtes.

Aussi, sur les 30 dernières années, 16 arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles ont été pris sur ces quatre communes. Parmi ces arrêtés, 14 concernaient le risque inondation.

Type de catastrophe	Ville affectée	Arrêté du
Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	Mondeville	14/03/1985
Inondations, coulées de boue et glissements de terrain	Mondeville	11/01/1985
Tempête	Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair, Mondeville	22/10/1987
Inondations et coulées de boue	Caen, Mondeville	16/03/1990
Inondations et coulées de boue	Caen, Colombelles, Mondeville	23/06/1993
Inondations et coulées de boue	Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair, Mondeville	06/02/1995
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair, Mondeville	29/12/1999
Inondations et coulées de boue	Mondeville	07/02/2000
Inondations et coulées de boue	Caen, Hérouville Saint-Clair	21/07/2000
Inondations et coulées de boue	Caen, Mondeville	12/02/2001
Inondations et coulées de boue	Colombelles	29/05/2001
Inondations et coulées de boue	Caen, Colombelles	29/10/2002
Inondations et coulées de boue	Caen	03/10/2003
Inondations et coulées de boue	Caen	19/12/2006
Inondations et coulées de boue	Colombelles, Hérouville Saint-Clair	16/10/2009
Inondations et coulées de boue	Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair, Mondeville	10/09/2013
Mouvements de terrain	Caen	21/11/2013
Inondations et coulées de boue	Caen	02/10/2014
Inondations et coulées de boue	Caen	02/10/2015

Tableau 19 - Liste des arrêtés de catastrophe naturelle sur les communes de Caen, Colombelles, Hérouville Saint-Clair et Mondeville (source: Prim.net)

3.10.1 Le risque inondation

Il existe quatre causes possibles d'inondation :

- Les **crues lentes** qui correspondent à des montées des eaux s'étalant de plusieurs heures à plusieurs jours. Elles ont souvent lieu sur des grands bassins de plaine, avec peu de reliefs et peu de pentes.
- Les **crues par débordement de nappe** qui correspondent à une remontée lente du niveau des nappes souterraines au-dessus du niveau du fond de la vallée, à la suite de mois voire d'années pluvieuses. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés.
- Les **crues rapides** qui correspondent à de brusques montées des cours d'eau. Elles ont souvent lieu dans des bassins versants de taille modeste mais connaissant un relief marqué (fortes pentes etc.).
- Les **inondations par ruissellement** provoquées par des épisodes pluvieux de fortes intensités. Il se produit alors des écoulements, souvent rapides, hors des cours d'eau. Le ruissellement peut être aggravé par l'imperméabilisation des sols ou encore un dimensionnement insuffisant des réseaux d'assainissement.

D'après le DDRM du Calvados, des débordements de cours d'eau et de nappes peuvent avoir lieu sur l'aire d'étude rapprochée.

3.10.1.1 Risque d'inondation par débordement des cours d'eau

L'inondation peut se traduire par :

- une montée lente des eaux en région de plaine par débordement d'un cours d'eau ou stagnation des eaux pluviales,
- des crues torrentielles,
- un ruissellement en secteur urbain.

L'ampleur de l'inondation est fonction de :

- l'intensité et de la durée des précipitations,
- la surface et la pente du bassin versant,
- la couverture végétale et la capacité d'absorption du sol,
- la présence d'obstacles à la circulation des eaux.

L'inondation peut être aggravée à la sortie de l'hiver par la fonte des neiges.

► Situation de l'aire d'étude immédiate

L'aire d'étude immédiate est située en aval du bassin versant de l'Orne dans une zone plane favorisant l'extension des crues du fleuve. La ville de Caen connaît d'ailleurs régulièrement des inondations par débordement de l'Orne. Les crues les plus importantes sont celles survenues en 1925, 1974, 1990, 1993, 1995 et 2000.

D'après l'atlas des zones inondables de la DREAL de Basse-Normandie (figure suivante), une grande partie de l'aire d'étude immédiate est située en **zone inondable par débordement de cours d'eau**. Il s'agit de la partie située à l'Ouest du viaduc de Calix où des zones à proximité de l'Orne et du canal de Caen à la mer.

Cet atlas indique que la cote des plus Hautes Eaux connues sur le secteur d'étude est globalement comprise entre 6,8 m NGF et 5,5 m NGF.

► Situation de l'aire des secteurs opérationnels

Le site Nouveau Bassin est situé pratiquement en totalité en zone inondable, tout comme le site Coeur Calix. Pour le site des Paysages Habités, la partie sur la presqu'île de Caen est pratiquement située en dehors de la zone inondable, hormis une bande de terre à l'Est.

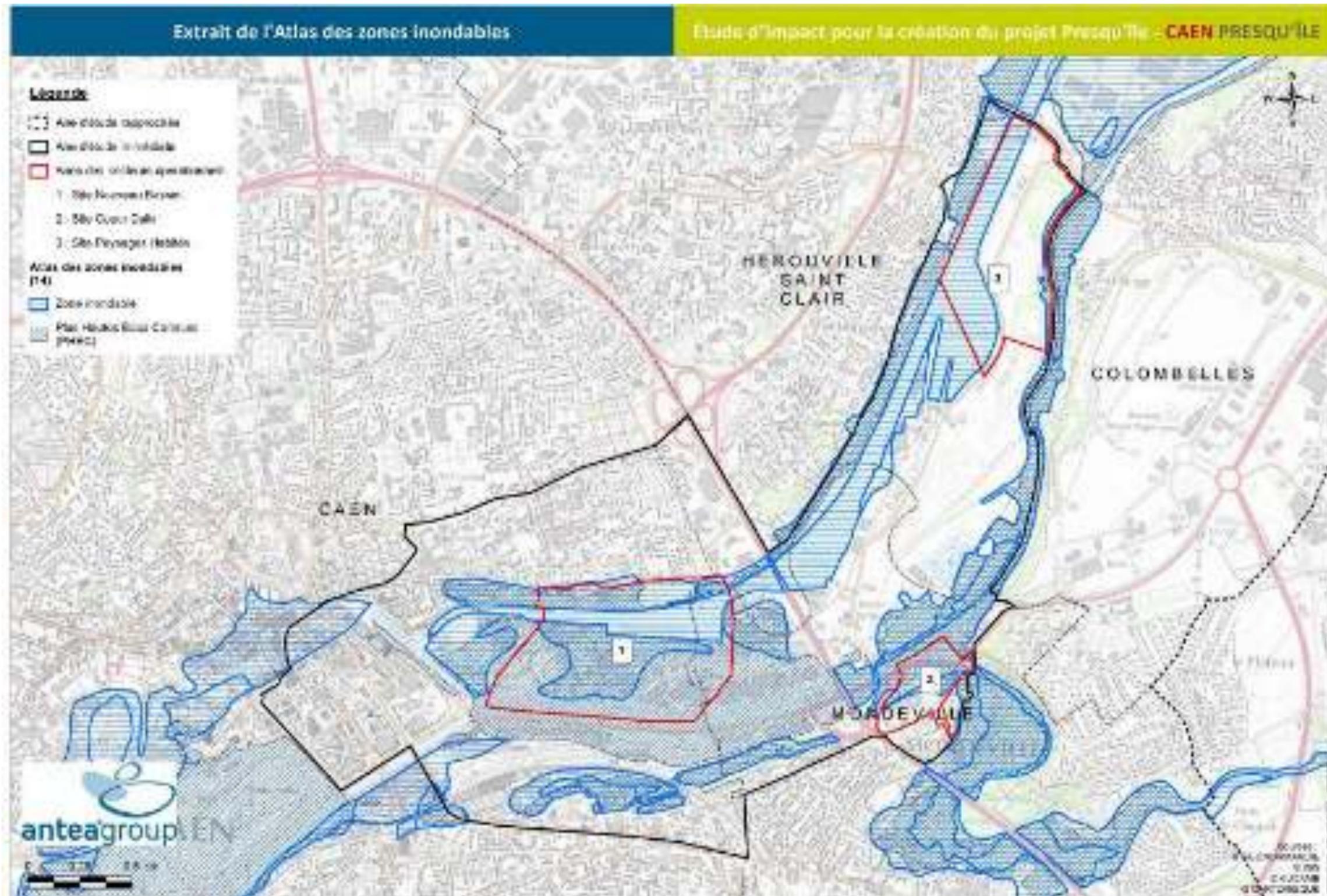


Figure 25 - Extrait de l'atlas régional des zones inondables sur la commune de Caen (Source: DREAL Basse-Normandie)

► Le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de la Basse Vallée de l'Orne

Face à ce risque d'inondations, un **Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de la Basse Vallée de l'Orne** a été approuvé le 15 décembre 2000 et révisé en juillet 2008. Ce dernier a pour objectif de réglementer l'occupation et l'utilisation du sol sur les zones à risques.

D'après la carte extraite du PPRI de la Basse Vallée de l'Orne, la majorité des terrains de l'aire d'étude immédiate est classée en zone jaune. Les berges de l'Orne sont classées en zone rouge clair et à certains endroits en rouge foncé. Finalement, des zones bleues sont observées du côté de Mondeville, notamment à proximité de la route de Cabourg.

La zone jaune correspond aux zones urbanisées, ou qui ont vocation à l'être, qui sont protégées de la crue centennale par les travaux de lutte contre les inondations.

Sont autorisés sur la zone les bâtiments à condition :

- que la cote du premier plancher habitable soit supérieure de 0,20 m à la cote de référence⁵,
- que les parties de constructions réalisées sous la cote du terrain naturel soient conçues de façon à limiter les effets de dégradation des eaux,
- de préserver les couloirs d'écoulement de la crue en cas de dysfonctionnement d'ouvrage en assurant le maintien des axes favorisant l'écoulement de l'Orne vers le canal maritime,
- que les réseaux techniques intérieurs soient équipés d'un dispositif de mise hors service automatique ou installés au moins à 0,20 m au-dessus de la cote de référence,
- que les chaudières, citernes ainsi que tous les récipients contenant des produits dangereux ou polluants soient fixés et situés au moins à 0,20 m au-dessus de la cote de référence.

Sont également autorisés sur la zone les réseaux (de gaz, de télécommunications, d'eau potable, d'eaux pluviales et usées) et ouvrages publics (captages d'eau potable, ouvrages de traitement des eaux usées et électriques) sous réserve d'avoir été conçus en tenant compte du risque inondation.

Les exhaussements du sol et les mouvements de terres sont autorisés à partir du moment où ils n'aggravent pas le risque et où ils ne conduisent pas à réduire la capacité d'écoulement des crues en cas de dysfonctionnement d'un ouvrage notamment.

Finalement, les voiries futures ne devront pas faire obstacle à l'écoulement des eaux et si elles ne sont pas réalisées sur le terrain naturel, les remblais nécessaires seront autorisés sous réserve de la réalisation d'études hydrauliques.

Les berges de l'Orne sont classées en zone rouge clair qui correspond aux secteurs naturels soumis à des aléas faibles à forts susceptibles de servir de champs d'expansion de la crue.

La zone rouge foncé correspond aux zones bâties ou non bâties soumises aux aléas les plus forts ainsi qu'aux zones localisées directement derrière une digue et pouvant subir des dommages importants en cas de rupture ou de submersion de celle-ci.

L'inconstructibilité sur ces zones est quasi-totale. Sont autorisés sur les zones rouges (foncées et claires) :

- les travaux nécessaires à la mise aux normes d'établissements recevant du public,
- les constructions et installations techniques nécessaires au fonctionnement des services publics,

- les travaux destinés à protéger les lieux densément urbanisés existants du risque inondation,
- les travaux usuels d'entretien des biens implantés antérieurement à l'approbation du PPRI à condition de ne pas augmenter l'emprise au sol,
- les plantations forestières sous réserve de respecter une distance minimale de 4 m entre rangs et un espacement supérieur ou égal à 2 m entre pieds avec une hauteur de tronc de 0,5 m au minimum,
- les clôtures sous réserve qu'elles garantissent le libre écoulement des eaux de surface.

En zone rouge clair sont également autorisés :

- l'aménagement et l'extension de structures agricoles et de serres existantes,
- la construction de bâtiments agricoles sous réserve que ceux-ci ne puissent être implantés hors zone d'aléa,
- les équipements à vocation de loisirs sous réserve d'avoir été conçus en tenant compte du risque de crue.

Enfin, la zone bleue correspond aux secteurs urbanisés qui ne sont pas les plus exposés au risque d'inondation où un développement conditionnel peut être admis sous respect de certaines prescriptions. Sont interdits sur la zone les nouveaux établissements destinés à accueillir des personnes à mobilité réduite. Par contre, sont autorisés :

- les constructions nouvelles et extensions de constructions existantes à condition que la cote du premier plancher soit supérieure de 0,20 m à la cote de référence,
- les travaux ayant pour effet l'augmentation de l'emprise au sol (< 20 m²) des constructions existantes,
- les travaux de réhabilitation des constructions existantes sous condition qu'il n'y ait pas d'augmentation de surface/ nombre de logements situé sous la cote de référence,
- les plantations forestières sous réserve de respecter une distance minimale de 4 m entre rangs et un espacement supérieur ou égal à 2 m entre pieds avec une hauteur de tronc de 0,5 m minimum.

⁵ La cote de référence correspond en un point donné à l'altitude, exprimée dans le référentiel NGF 69, du niveau d'eau atteint par la crue de référence de 1925-1926. Elle est indiquée sur la cartographie du zonage réglementaire. Dans le cas d'une construction située entre 2 points, le calcul sera établi sur la base des cotes de référence interpolées entre les points cotés encadrant la zone considérée.

► Le plan Guide

- Site Coeur Calix : en zone rouge foncé à proximité de l'Orne, au droit de secteurs sur lesquels aucun aménagement n'est prévu dans le cadre du projet, en bleu clair dans le champ d'extension du Biez puis en zone jaune,
- Site Nouveau Bassin : le site est situé en zone jaune. Cette zone correspond aux zones urbanisées, ou qui ont vocation à l'être, qui sont protégées de la crue centennale par les travaux de lutte contre les inondations.

En effet, le secteur est protégé par la digue Caffarelli.

La digue fait l'objet d'une prescription formelle (Déclaration d'Utilité Publique DUP du 29/01/01 et arrêté complémentaire du 07/08/03) lui donnant un objectif de protection contre les crues de période de retour centennales.

L'étude de danger de la digue de Caffarelli (Octobre 2015), stipule que :

« La cote de la crue de période de retour centennale varie de 5.12 m NGF en amont au droit du barrage de Montalivet à 4.85m NGF au droit de la station d'épuration du Nouveau Monde (selon modélisation reprise par SOGREAH après réalisation des ouvrages de lutte contre les inondations). On note dans cette portion de l'Orne située à l'aval du barrage de Montalivet que le niveau de l'eau est également influencé par la marée. Les niveaux d'eaux présentés ci-dessus correspondent à un coefficient de marée de 90. »

Le couplage coefficient de marée moyen de 90 et du débit centennial de l'Orne correspond au niveau de protection attendu par les services de l'Etat.

Dans cette étude, il est également stipulé que le niveau de protection le plus bas de cette digue est de 5,15 m NGF, ce qui place l'ensemble du secteur du site Caennais hors de la zone inondable par crue centennale de l'Orne lors d'une marée moyenne.

Cote (m)	Zone de protection
+5.15 (digue de Caffarelli zone amont)	+5.15 (digue)

► Site des Paysages Habités

Le site des Paysages Habités se situe en zone jaune à proximité de l'Orne.

Le risque d'inondation par débordement de cours d'eau est modéré pour le secteur des Paysages Habités

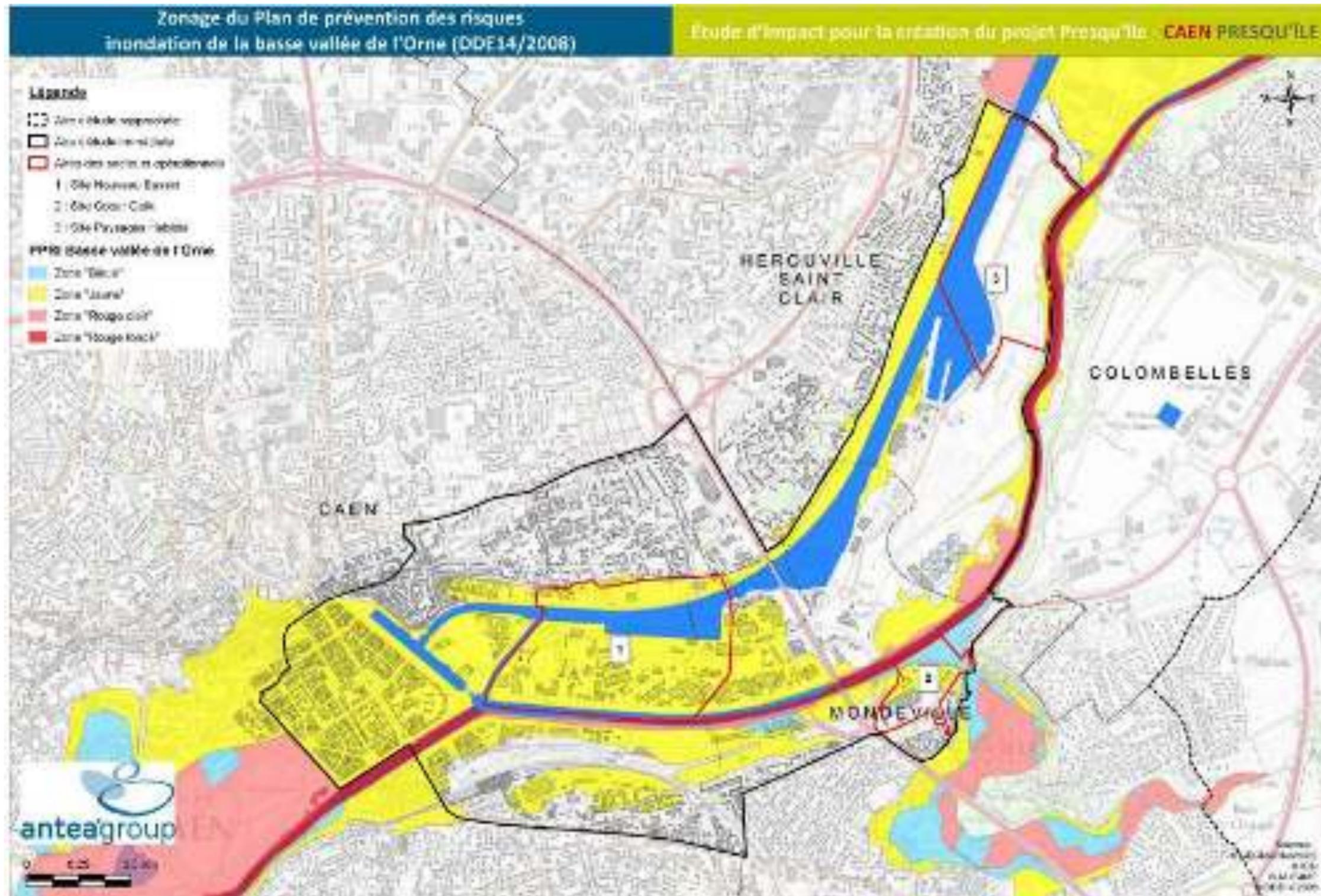


Figure 26 - PPRI de la Basse Vallée de l'Orne

3.10.1.2 Risque d'inondation par remontée de nappes

Les nappes phréatiques sont dites « libres » lorsqu'aucune couche imperméable ne les sépare du sol. Elles sont alimentées par la pluie, dont une partie s'infiltré dans le sol et rejoint la nappe. Chaque année en automne, la nappe atteint son niveau le plus bas de l'année. Lorsque plusieurs années humides se succèdent, le niveau d'étiage de la nappe peut augmenter chaque année, du fait de la recharge naturelle annuelle. Si plusieurs événements pluvieux exceptionnels surviennent, le niveau de la nappe peut alors atteindre la surface du sol : c'est l'inondation par remontée de nappe.

Les paramètres influençant le déclenchement et la durée de ce type d'inondation sont :

- une suite d'années à pluviométrie excédentaire, entraînant des niveaux d'étiage de plus en plus élevés,
- une amplitude importante de battement annuel de la nappe, dépendant étroitement du pourcentage d'interstice de l'aquifère,
- un volume global important d'eau contenue dans la nappe, à l'intérieur des limites du bassin d'un cours d'eau.

Ces remontées de nappe peuvent engendrer notamment des inondations de sous-sols, caves, des fissurations d'immeubles, des dommages aux réseaux routiers et aux chemins de fer, des remontées de canalisations enterrées, des pollutions diverses ou encore des effondrements de souterrains ou de marnières.

Depuis l'hiver très pluvieux de 2001 et les nombreux dommages qui en ont découlé (sous-sols inondés, routes coupées, dysfonctionnements de réseaux d'assainissement, etc.), le risque d'inondation par remontée des nappes est fortement pris en compte par le département du Calvados.

La carte de la Figure 27 représente le risque de remontées de nappe sur la zone d'étude immédiate d'après les données du BRGM.

La carte de la Figure 28 représente indique la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux d'après les données de la DREAL Normandie.

Ces deux cartes correspondent à des données informatives.

► Situation des aires d'étude immédiate et des secteurs opérationnels

La zone d'étude immédiate comme les aires des secteurs opérationnels apparaissent majoritairement en couleur bleue, c'est-à-dire en **zone de sensibilité très élevée** (nappe sub-affleurante) sur la Figure 27.

Pour affiner ces données, la Figure 28 représente la profondeur des eaux de nappes phréatiques aux abords du secteur d'étude rapproché en période de très hautes eaux, proches des conditions rencontrées en avril 2001 (année de référence pour les Hautes Eaux) d'après la cartographie des Zones Non Saturées réalisée par la DREAL Normandie, mise à jour en février 2014, puis septembre 2016. Cette carte décrit les prédispositions des territoires au risque d'inondation par remontée de nappe en distinguant les territoires où la nappe est en mesure de déborder, d'affleurer le sol ou au contraire de demeurer à grande profondeur lors des hivers les plus humides.

► Situation de l'aire d'étude immédiate

Ainsi, des **remontées de nappes** (Figure 28) ont été observées sur toute l'aire d'étude immédiate.

Sur les zones, représentées en bleu sur cette carte, les remblais peuvent s'y avérer instables au même titre que les bâtiments qu'ils supportent.

Le reste du secteur d'étude est concerné par un **risque d'inondation des réseaux et sous-sols** et également par un **risque pour les infrastructures profondes**.

En rose sont représentés les terrains où la nappe affleure le sol lors des périodes de très hautes eaux mais aussi, bien souvent, en temps normal. Les eaux souterraines sont alors en mesure d'y inonder durablement toutes les infrastructures enterrées et les sous-sols.

En jaune sont représentés les terrains susceptibles d'être inondés durablement mais à une profondeur plus grande (de 1 à 2,5 m) que pour les zones en rose. Enfin, en vert sont représentés les terrains où la zone non saturée excède 2,5 m. Le risque ne concerne alors plus que les infrastructures les plus profondes (par exemple, les parkings souterrains).

► Le plan Guide

Le site Coeur Calix est principalement en jaune (les deux tiers environs) et le reste du territoire est partagé entre le rose, le vert et « n'est pas concerné ».

Pour le site Nouveau Bassin, le secteur Nord (rive gauche du canal de Caen à la mer) est cartographié en rose et présente à ce titre un risque d'inondation des infrastructures enterrées et des sous-sols (profondeur de la nappe : 0 à 1 m). Le reste de la Presqu'île est cartographiée pour moitié au centre en vert (risque pour les infrastructures profondes - profondeur de la nappe de 2,5 à 5 m) et pour le reste en jaune (risque d'inondation des sous-sols - profondeur de la nappe de 1 à 2,5 m).

► Site des Paysages Habités

Le Site des Paysages Habités, présente une partie sur la Presqu'île en bleue, le reste est en rose.

L'aire d'étude immédiate est en majorité située en zone de sensibilité très élevée (nappe affleurante). Les remblais peuvent s'y avérer instables au même titre que les bâtiments qu'ils supportent. Pour le secteur des Paysages Habités, la nappe peut être présente jusqu'au niveau du sol. Le risque d'inondation par remontée de nappe est modéré.

3.10.1.3 Stratégie Locale de gestion du Risque inondations (SLGRI)

Le comité de pilotage stratégie locale a été installé début 2016.

Les territoires concernés sont les bassins-versants de l'Orne et de la Dives situés dans le Calvados.

L'élaboration de la SLGRI du Calvados est en cours. Un diagnostic des territoires de Caen et de Dives-Ouistréham a été finalisé en septembre 2016.

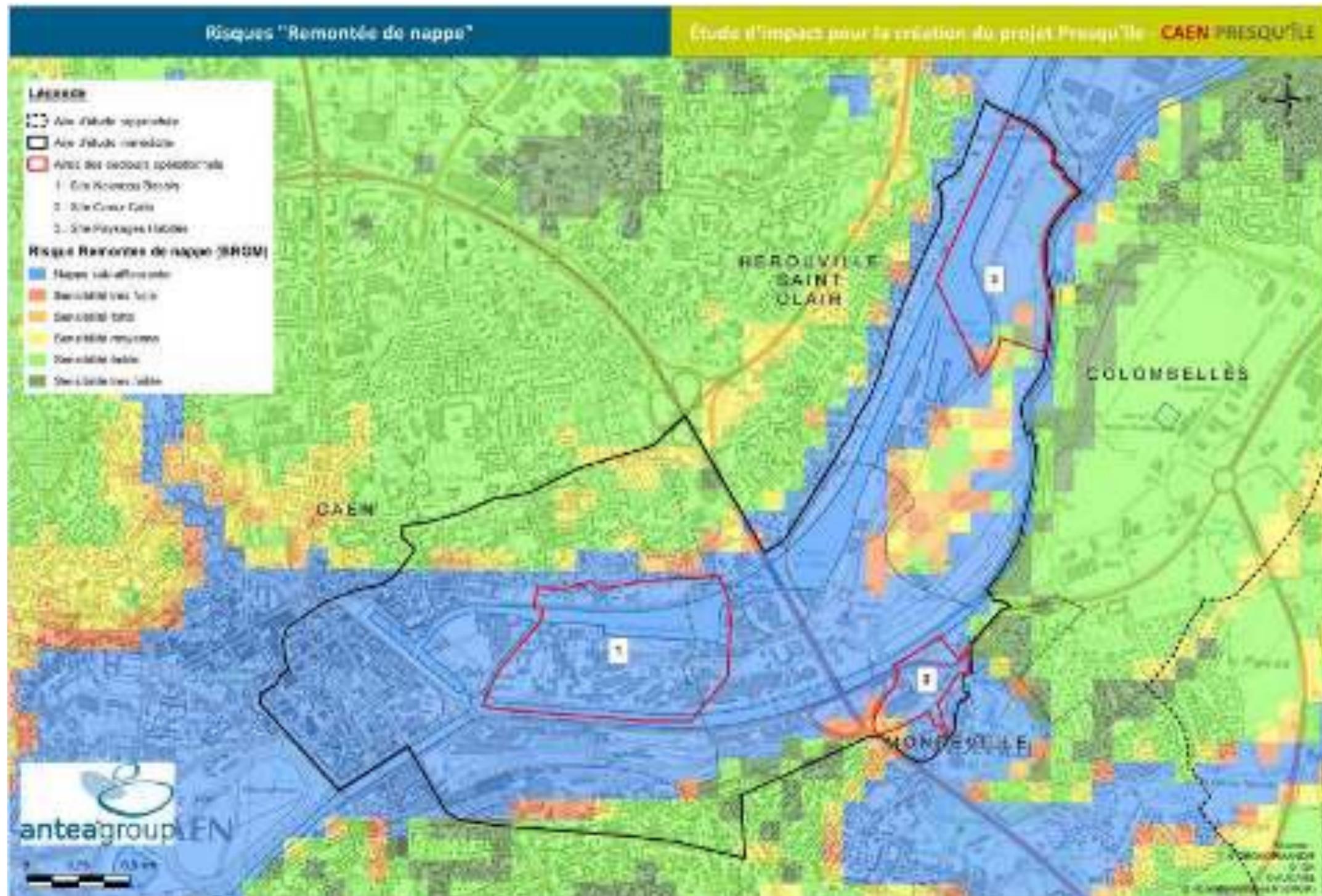


Figure 27 - Cartographie du risque de remontées de nappe (Source: BRGM <http://www.inondationsnappes.fr>)

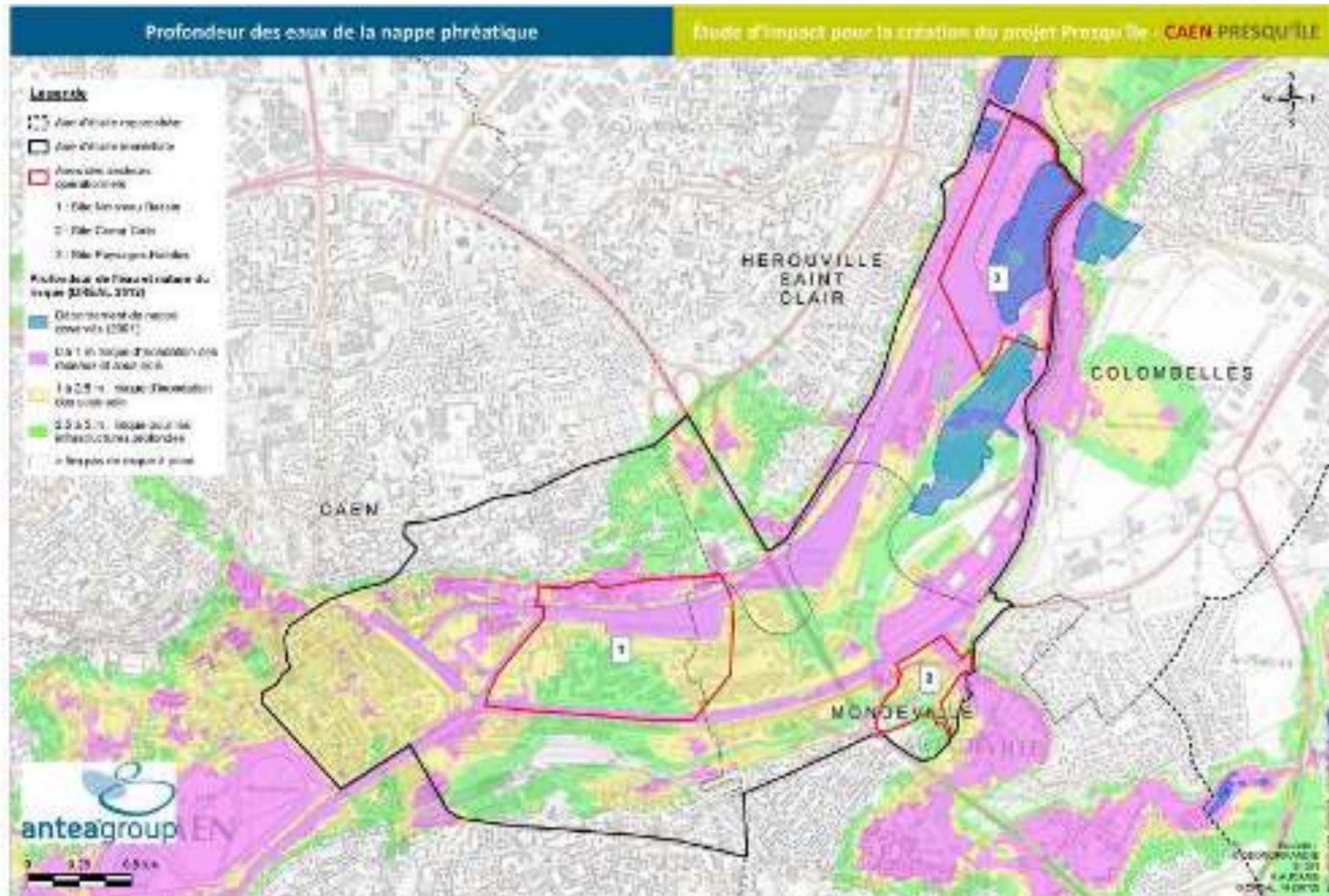


Figure 28 - Cartographie de la profondeur des eaux de la nappe phréatique (Source: DREAL Basse-Normandie)

3.10.2 Le risque de submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière sous l'effet de sévères conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques (fort coefficient).

Elles envahissent des terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers, mais peuvent également être dues :

- à la rupture de digues ou d'ouvrages de protection ou à leur franchissement exceptionnel
- à la rupture ou destruction d'un cordon dunaire à la suite d'une érosion interne.
- à une élévation extrême du niveau de la mer due à la combinaison de plusieurs phénomènes (intensité de la marée, passage d'une tempête, forte houle, etc.)

D'après le DDRM du Calvados, les communes de Mondeville et Colombelles sont concernées par le risque de submersion marine.

3.10.2.1 Cartographie des zones sous le niveau marin (DREAL Basse-Normandie)

La DREAL Normandie a cartographié les zones sous le niveau marin (ZNM). Cette cartographie met également en avant l'ensemble des territoires situés derrière les éléments jouant un rôle de protection contre les submersions marines ou l'érosion marine. Cet atlas a été révisé au premier semestre 2013.

La référence définie par le ministère en charge de l'environnement pour la prise en compte du risque de submersion marine dans les documents d'urbanisme est un événement de période de retour 100 ans. L'aléa de référence retenu pour la version 2013 de l'atlas est le niveau marin centennal défini par le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) sur la base des données de 2013 plus 20 cm afin de tenir compte du changement climatique. Le niveau marin de référence est de 4,70 m).

D'après la carte des zones sous le niveau marin, l'aire d'étude immédiate est majoritairement située entre 0 à 1 m au-dessus du niveau de référence (bleu turquoise). Elle peut alors être soumise à des submersions d'eaux marines ou continentales à court terme lors d'événement de fréquence plus que centennale et, à plus long terme, à des submersions plus fréquentes en raison de l'élévation du niveau de la mer. Dans ces zones des mesures doivent être prises en termes de planification et d'application du droit des sols.

Le canal de Caen à la mer, cartographié en bleu foncé, est à plus de 1 m en dessous du niveau de référence. Il est donc soumis à un risque fort et doit faire l'objet d'une attention particulière aussi bien en termes de planification, d'application du droit des sols que de gestion de crise pour les enjeux existants. Dans ces zones, aucune construction nouvelle n'est autorisée d'après le DDRM du Calvados.

D'autres secteurs ponctuels, cartographiés en bleu, sont situés entre 0 et 1 m en dessous du niveau de référence. Ces secteurs seront donc potentiellement submersibles ou soumis à des épisodes de crue ou de nappes affleurantes. Des mesures doivent donc être prises en termes de planification, d'application du droit des sols ainsi que de gestion de crise pour les enjeux existants. D'après le DDRM, dans ce secteur, aucune zone non urbanisée ne doit être ouverte à l'urbanisation et les constructions nouvelles doivent être assorties de prescriptions particulières.

Le site Coeur Calix n'est pas concerné par ce risque dans les parties Est et Sud. L'ensemble de la zone est au-dessus du niveau de référence (0 à 1 m), mais quelques secteurs à la confluence du Biez avec l'Orne sont en-dessous de ce niveau (de 0 à 1 m, voire plus).

Concernant le secteur Paysages Habités, hormis pour une bande de terrain en bordure de l'Orne, l'ensemble de la Presqu'île n'est pas concerné par ce risque.

Globalement, sur le secteur Nouveau Bassin, la partie Nord est partagée entre une topographie positionnée entre 0 et 1 m au-dessus du niveau de référence, et entre une topographie située entre 0 et 1 m en-dessous du niveau de référence. Le secteur Presqu'île est principalement situé à 0 et 1 m au-dessus du niveau de référence à l'exception de quelques zones qui sont en dessous (maximum 1 m), notamment dans la partie ouest.