

2.- INVERTEBRES

19 espèces d'invertébrés ont été inventoriées parmi les trois ordres d'insectes classiquement étudiés dans le cadre des études d'impacts : 10 papillons de jour, 9 Orthoptères et 0 Odonates.

Tableau n°15 : Liste des insectes inventoriés parmi les trois groupes habituellement étudiés

Noms scientifiques	Noms français	Statuts	LRR	LRN	DH
Lepidoptera					
<i>Aricia agestis</i> (Denis & Schif., 1775)	Argus brun	C	pas de liste	LC	Non
<i>Coenonympha pamphilus</i> (L., 1758)	Fadet commun	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Lasiommata megera</i> (L., 1767)	Satyre, Mégère	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Maniola jurtina</i> (L., 1758)	Myrtil	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Pararge aegeria</i> (L., 1758)	Tircis	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Pieris napi</i> (L., 1758)	Piérade du Navet	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Pieris rapae</i> (L., 1758)	Piérade de la Rave	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	Azuré de la Bugrane	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Pyronia tithonus</i> (L., 1771)	Amaryllis	TC	pas de liste	LC	Non
<i>Vanessa atalanta</i> (L., 1758)	Vulcain	TC	pas de liste	LC	Non
Orthoptera					
<i>Chorthippus albomarginatus</i> (Deg., 1773)	Criquet marginé	TC	LC	4	Non
<i>Chorthippus dorsatus</i> (Zett., 1821)	Criquet verte-échine	AR	LC	4	Non
<i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793)	Conocéphale bigarré	TC	LC	4	Non
<i>Gomphocerippus biguttulus</i> (L., 1758)	Criquet mélodieux	TC	LC	4	Non
<i>Leptophyes punctatissima</i> (Bosc, 1792)	Leptophye ponctuée	TC	LC	4	Non
<i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zet., 1821)	Criquet des pâtures	TC	LC	4	Non
<i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach, 1822)	Decticelle bariolée	TC	LC	4	Non
<i>Tessellana tessellata</i> (Charpentier, 1825)	Decticelle carroyée	R	NT	4	Non
<i>Tettigonia viridissima</i> (L. 1758)	Grande sauterelle verte	TC	LC	4	Non



Tircis



Argus brun



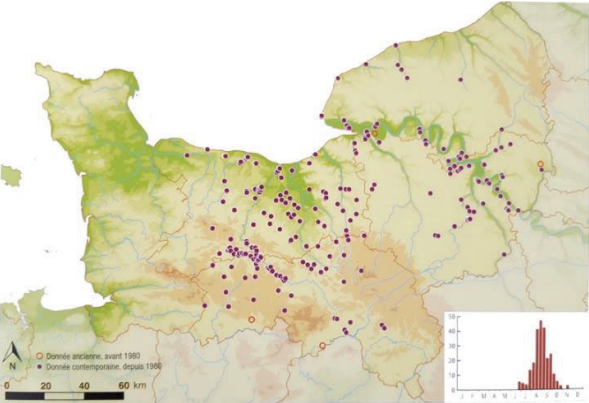
Satyre

Cette richesse spécifique assez forte s’explique par l’effet refuge de ces friches anthropiques. Toutefois, soulignons que les populations de Lépidoptères observées sont faibles, réduites à quelques individus.

Elles sont plus « normales » pour les Orthoptères, groupe où l’on relève également qualitativement 2 espèces susceptibles de présenter un intérêt patrimonial, le Criquet vert-échine et la Decticelle carroyée. Ces deux espèces sont en extension en Normandie.



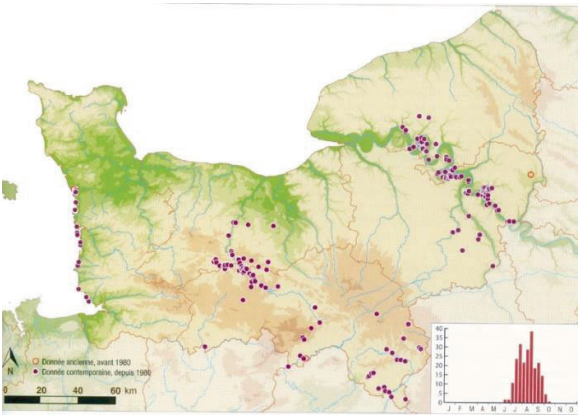
Femelle de criquet, probablement vert-échine mais la distinction des femelles avec le Criquet marginé est difficile. La stridulation, l’apex rouge de l’abdomen des mâles et le champ radial des élytres permettent de distinguer les deux espèces



Répartition du Criquet vert-échine en Normandie (Stallegger & al., 2021)



Decticelle carroyée (Moult, 2023)



Répartition de la Decticelle carroyée en Normandie (Stallegger & al., 2021)

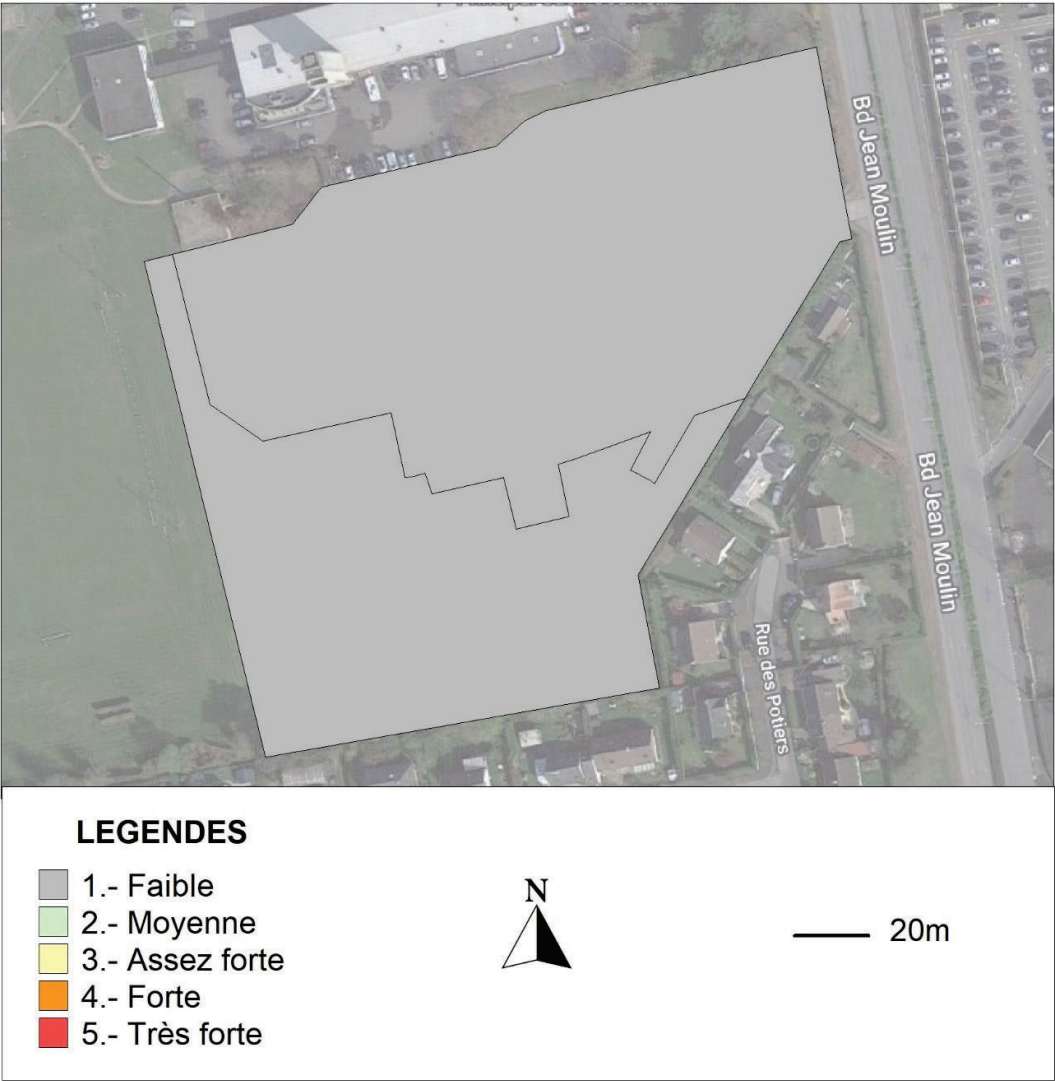
Le site de faible dimension présente des potentialités quasi nulles pour les Odonates, faibles pour les Lépidoptères diurnes et moyennes pour les Orthoptères.

Le constat est le même pour les invertébrés en général dans ce contexte urbanisé.

Le périmètre du projet présente un intérêt patrimonial faible à ponctuellement moyen pour les invertébrés.

IV.- SYNTHESE ET CONCLUSION DU DIAGNOSTIC PATRIMONIAL

La carte ci-dessous synthétise l’analyse de la valeur patrimoniale écologique effectuée. Rappelons que celle-ci doit être différenciée de l’analyse des aspects réglementaires qui seront traitées dans les paragraphes suivant.



Carte n°11 : Synthèse de la valeur patrimoniale écologique du site

Le périmètre du projet est occupé par des friches anthropiques à l’emplacement d’anciens bâtiments ainsi que par des anciennes pelouses tondues à l’abandon. **Il présente globalement un intérêt faible pour la biodiversité à ponctuellement moyen pour les Orthoptères et assez fort comme territoire de chasse pour quelques Chiroptères anthropophiles (effet refuge).**

V.- ANALYSE DES ASPECTS REGLEMENTAIRES

Les aspects réglementaires doivent être différenciées de la valeur patrimoniale écologique (cf. méthodes). **En effet, la présence d'espèces protégées ou d'intérêt communautaire mais banales ne confère aucune valeur patrimoniale écologique mais peut induire une contrainte légale.**

1.- ESPECES LEGALEMENT PROTEGEES

22 espèces légalement protégés ont été recensées dans l’étude.

La plupart des 17 espèces d’oiseaux protégés, et en particulier celles présentant une sensibilité dans les listes rouges, ne niche pas sur le périmètre du projet au sens strict. Le Pinson ou encore le Pouillot véloce sont par exemple susceptibles d’utiliser les grands arbres ornementaux pour nicher sur le site.

Beaucoup de ces espèces sont nicheuses dans les haies bordant les jardins pavillonnaires ou encore sur les bâtiments environnants.

Tableau n°16 : Nombre d'espèces légalement protégées par groupe systématique observées sur le site

Groupes	Protection régionale	Protection nationale
Avifaune	0	17
Chiroptères	0	5
Amphibiens & Reptiles	0	0
Invertébrés	0	0
Flore	0	0

D’autre part, le site au sens strict ne présente aucune potentialité de gîte artificiel (bâtiments...) pour les Chiroptères et des potentialités faibles pour les gîtes arboricoles. C’est un territoire de chasse d’attractivité assez forte dans ce contexte urbanisé (effet refuge).

La zone d'étude présente des enjeux faibles pour les espèces légalement protégées à ponctuellement assez fort comme territoire de chasse attractif pour quelques Chiroptères.

2.- DIRECTIVE HABITAT – OISEAUX ET ESPACES REGLEMENTES

2.1.- Habitats d'intérêt communautaire sur le périmètre du projet

Aucun habitat d'intérêt communautaire n'est présent sur le périmètre du projet

2.2.- Espèces d'intérêt communautaire sur le périmètre du projet

Une espèce d'intérêt communautaire a été recensée au cours de l'étude : le Grand rhinolophe. Cette espèce anthropophile à grand rayon d'action utilise le site comme territoire de chasse.

Tableau n°17 : Nombre d'espèces et d'habitats de la Directive recensés au cours de l'étude

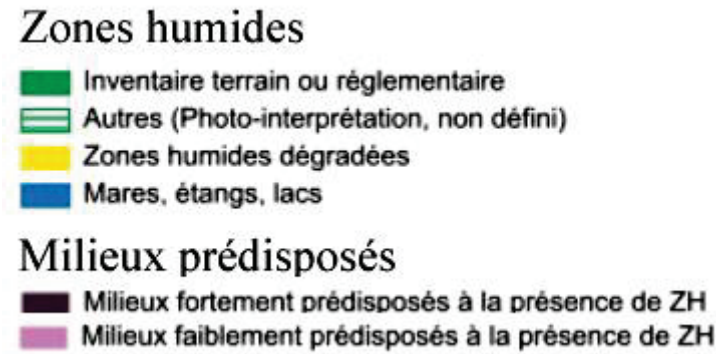
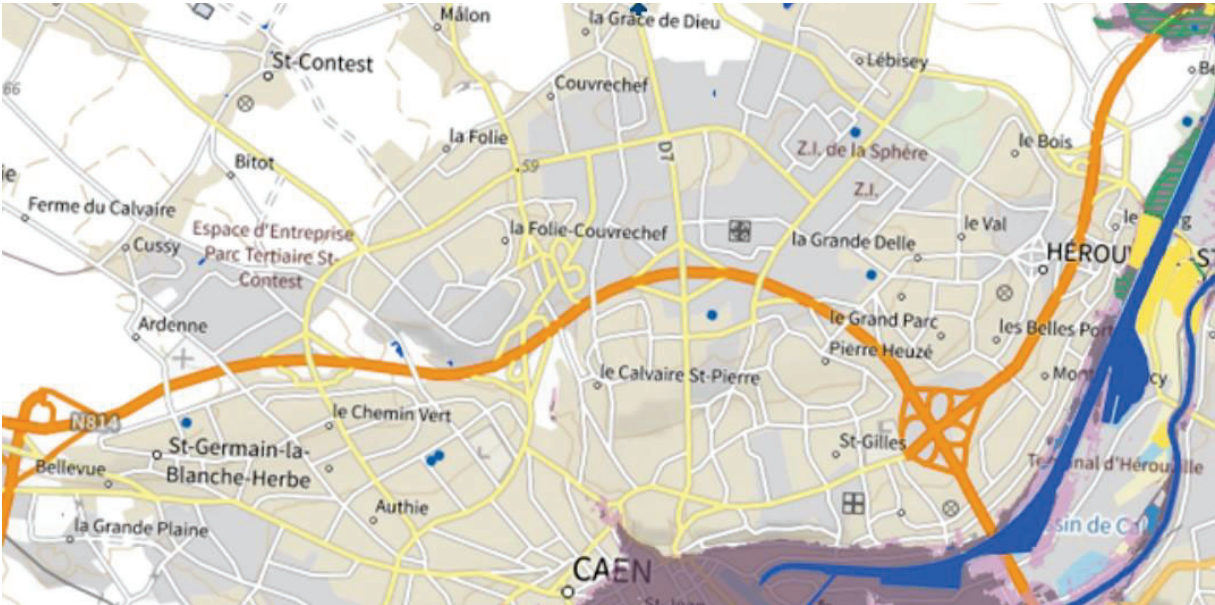
Groupes	Directive Habitats	Groupes	Directive Habitats
Avifaune	0	Invertébrés	0
Chiroptères	1	Flore supérieure	0
Amphibiens & Reptiles	0	Flore inférieure	0

2.3.- Les sites d'intérêts communautaires et les espaces réglementés proches

Le site se trouve très éloigné des espaces réglementés les plus proches et présente des enjeux faibles vis à vis des espaces réglementés ainsi que vis-à-vis de la Directive Habitats et du réseau Natura 2000.

VI.- ZONES HUMIDES

1.- ATLAS DES ZONES POTENTIELLEMENT HUMIDES



Carte n°12 : Extrait de l'atlas des zones potentiellement humides de Normandie (DREAL, 2022)

Aucune zone humide ni aucun territoire prédisposé ne sont signalés sur le périmètre du projet.

2.- ETUDE DES GROUPEMENTS VEGETAUX

Les groupements végétaux ont été décrits précédemment dans le paragraphe consacré aux unités de végétation.

Le périmètre du projet n’héberge aucun groupement végétal indicateur.

3.- ETUDE DES DE LA FLORE INDICATRICE

6 espèces indicatrices de zones humides ont été inventoriées.

Tableau n°18 : Liste des indicatrices inventoriées et populations

Noms scientifiques	Noms français	Populations
<i>Agrostis stolonifera</i>	Agrostide stolonifère	Assez abondant dans la friche anthropique (effet « parking »)
<i>Alnus incana</i>	Aulne blanchâtre	Un arbre planté
<i>Ranunculus repens</i>	Renoncule rampante	Une petite station en lisière Sud du périmètre (lisière nitrophile ombragée)
<i>Rumex sanguineus</i>	Patience des bois	Une petite station en lisière Sud du périmètre (lisière nitrophile ombragée)
<i>Salix atrocinerea</i>	Saule roux	Quelques pieds disséminés dans la friche anthropique
<i>Solanum dulcamara</i>	Morelle douce-amère	Une petite station dans la friche anthropique



Saule roux



Morelle douce-amère



Station de Renoncule rampante en ourlet ombragé nitrophile au Sud du périmètre, observez également le développement du cerfeuil des bois (*Anthriscus sylvestris*)



Station ponctuelle de Patience des bois, une espèce à large amplitude écologique fréquente dans ourlet nitrophile mésophile ombragé

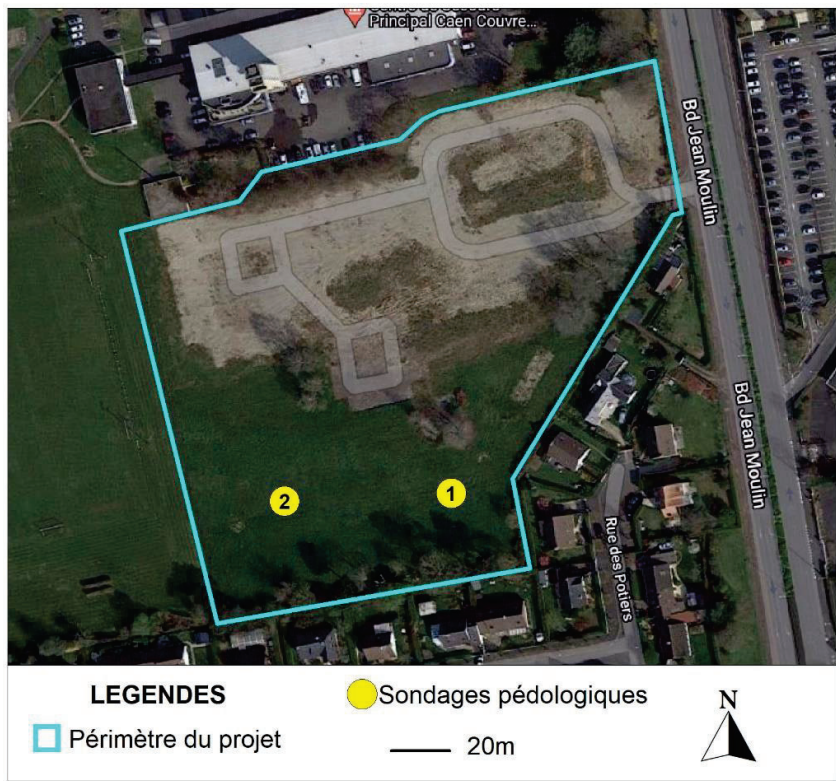
L’agrostide stolonifère est une espèce très commune à forte capacité végétative (stolons) qui colonise fréquemment les parkings, les ornières de chemin, les bermes de routes... sa présence sur cette plateforme stabilisée n’est pas significatif

Seulement 6 espèces indicatrices de zone humide ont été inventoriées et ne forme pas de recouvrement significatif. La plus abondante est l’Agrostide stolonifère dans la friche anthropique où l’arrêté n’est pas applicable (plateforme stabilisée).

4.- ETUDE DES SOLS

2 sondages pédologiques ont été réalisés dans la friche herbeuse résiduelle. Leurs photographies sont exposées en annexe.

Les deux profils réalisés peuvent être schématisés comme suit.



Carte n°13 : Localisation des sondages pédologiques

Tableau n°19 : Schématisation des profils réalisés

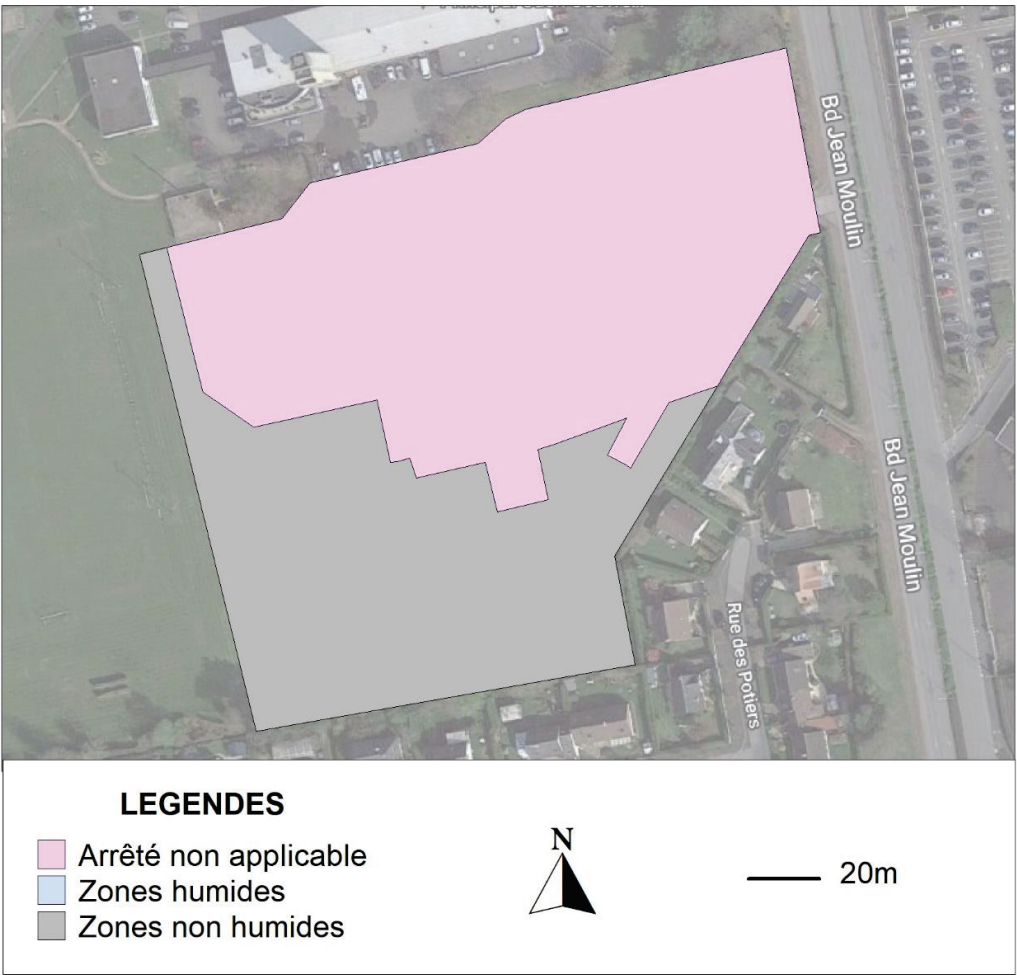
Profils	1 & 2
0	
25	
50	
80	
100	
Catégories MEDDE	IIIb
Indicateur de zones humides	Non



Pseudogley peu marqué en profondeur au niveau d'un horizon limoneux très compact

Les deux profils réalisés dans la friche herbeuse montrent des sols bruns limoneux avec des traces d'hydromorphie peu marquées en profondeur et ne sont pas indicateur de zones humides.

5.- CONCLUSION



Carte n°14 : Localisation des zones en application de l'arrêté ministériel

Les constats effectués sur les groupements végétaux, la flore indicatrice et les sols montrent l'absence de zones humides sur le périmètre du projet.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES D'IDENTIFICATION ET OUVRAGES DIVERS

ACEMAV, R. Duguet, et al. (2003). Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Mèze, Parthénope Collection, Biotope. 480.

Arthur, L. & Lemaire, M., 1999.- Les Chauves-souris maîtresses de la nuit. Description, mœurs, observation, protection... Delachaux et Niestlé eds., Paris : 265 p.

Arthur, L. & Lemaire, M., 2009.- Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544p.

Atherton, I., S. Bosanquet, et al. (2010). Mosses and liverworts of Britain and Ireland: a field guide, Bristish Bryological Society. 848.

Bang, P. & Dahlström P. (1991) - Guide des traces d'animaux. Paris: Delachaux & Niestlé. 244.

Barataud, M., 2004. – Distance de perception des chiroptères avec un D980 en milieu ouvert. Note.

Barataud, M., 1996. – Ballades dans l'inaudible. Méthode d'identification acoustique des chauves-souris de France. Sitelle, Mens, 2CD + livret 48 p.

Barataud, M., 2002. – Méthode d'identification acoustique des chauves-souris d'Europe : mise à jour printemps 2002. Sitelle, Mens, CD + livret non paginé.

Barataud, M. (2012). Écologie Acoustique des Chiroptères d'Europe: Identification des Espèces, Étude de Leurs Habitats et Comportements de Chasse. Mèze, Biotope. 344.

Bellmann, H. & Luquet G. (2009) - Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale. 2ème édition. Paris: Delachaux & Niestlé. 383.

Collette, J. & Debout G. (1999) - L'enquête "habitats" en Normandie: une approche des oiseaux communs par milieux au cours du cycle annuel. *Le Cormoran*, 11 (50): 59-128.

Dijkstra, K.-D.B. (2006) - Guide des Libellules de France et d'Europe. Paris: Delachaux & Niestlé. 320.

Dobson, F. (2005) - Lichens: An illustrated guide to the Bristish and Irish species. 5ème édition. Slough: The Richmond Publishing Co.Ltd. 480.

Douville, C. and J. Waymel (2019). Observatoire des plantes vasculaires exotiques envahissantes de Normandie. Liste des plantes vasculaires exotiques envahissantes de Normandie pour la priorisation des actions de contrôle, de connaissance et d'information/sensibilisation & bilan des actions 2018, DREAL Normandie / Région Normandie. Conservatoire botanique national de Bailleul / Conservatoire botanique national de Brest. 20p. + annexes.

Fiers, V. (2004). Etudes scientifiques en espaces naturels: Méthodes et expériences. Quétigny, Atelier Technique des Espaces Naturels / Réserves Naturelles de France. Vol. 2: Guide pratique: Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité: 263.

Guinochet, M. & Vilmorin, R., de., 1973.- Flore de France, tome 1 à 5. CNRS, Paris, 1879p.

Guyetant, R. (1986). "Les amphibiens de France." Revue Française d'Aquariologie 13ème année(1-2): 1-60.

Jauzein, P. (1995) - Flore des champs cultivés. Paris: INRA. 898

Jauzein, P. and O. Nawrot (2013). Flore d'Ile-de-France: Clés de détermination, taxonomie, statuts, Quae. 606.

Kerney, M.P. & Cameron R.A.D. (1999) - Guide des escargots et limaces d'Europe. Identification et biologie de plus de 300 espèces. Paris: Delachaux & Niestlé. 370.

Lambinon, J., Delvosalle L. & Duvigneaud J. (2004) - Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. 5ème éd. Meise: Patrimoine du Jardin Botanique National de Belgique. 1167p.

Macdonald, D. & Barrett P. (1995) - Guide complet des mammifères de France et d'Europe. Paris: Delachaux & Niestlé. 304.

Michel, V., A. Fizesan, et al. (2016). Identification des grenouilles vertes en Alsace, <https://www.bufo-alsace.org/>. 7p.

Morel, J. (1996) - Les traces d'animaux. Paris: Delachaux & Niestlé. 96.

Nöllert, A. and C. Nöllert (2003). Guide des Amphibiens d'Europe : Biologie, Identification, Répartition. Paris, Delachaux & Niestlé. 383.

Paton, J.A. (1999) - The liverwort flora of the British Isles. Colchester: Harley Books. 626.

Portal, R., 1996.- Festuca du Massif-Central. Guide pratique pour leur étude. Edité par l'auteur, 116p.

Portal, R. (1996). "Bromus de France." Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne 6: 1-111.

Portal, R. (2005). Poa de France, Belgique et Suisse. Val-près-Le-Puy, Robert Portal. 303.

Portal, R. (2009). Les Agrostis de France. Val-près-le-Puy, Robert Portal. 303.

Prelli, R. (1990) - Guide des fougères et plantes alliées. 2ème éd. Paris: Lechevallier. 232.

Prelli, R. (2001) - Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Paris: Belin. 431.

Provost, M. (1993) - Atlas des plantes vasculaires de Basse-Normandie. Caen: Presse Universitaire de Caen. 90 + 237 planches.

Provost, M. (1998) - Flore vasculaire de Basse-Normandie. Vol. 1. Caen: Presse Universitaire de Caen. 410.

Provost, M. (1998) - Flore vasculaire de Basse-Normandie. Vol. 2. Caen: Presse Universitaire de Caen. 492.

Provost, M. (1999) - Flore vasculaire de Basse-Normandie: version informatique sur CDrom. Caen: Presse Universitaire de Caen. 1 CDrom.

Rameau & al., 1989.- Flore forestière française (guide écologique illustré): plaines et collines. Institut pour le développement forestier, Dijon. Quetigny, 2421p.

Ravel, P. (2002). Likenoj de okcidenta europo de Georges Clauzade et Claude Roux : traduction des clés de détermination. Fontainebleau, Association Française de Lichénologie. 1180.

Smith, A. J. E. (2004). The moss flora of Britain & Ireland. Cambridge, Cambridge University Press. 706.

Smith, C., Aptroot A., Coppins B., Fletcher A., Gilbert O., James P. & Wolseley P. (2009) - The lichens flora of Great Britain and Ireland. 2ème édition. London: Bristish Lichen Society. 1046.

Svensson, L., Mullarney K., Zetterstrom D. & Grant P. (1999) - Le guide ornitho. Edition française. Paris: Delachaux & Niestlé. 399.

Telà-Botanica <http://www.tela-botanica.org/>

Tison, J.-M., P. Jauzein, et al. (2014). Flore de la France méditerranéenne continentale. Turrier, Naturalia publication. 2078.

Tison, J.-M. and B. De Foucault (2014). Flora gallica. Mèze, Biotope. 1196.

Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A., 1964-1992 - Flora Europaea - Cambridge University Press, 6 vol.

Van Halluwyn, C. and J. Asta (2009). Guide des lichens de France: lichens des arbres. Paris, Belin. 239p.

Van Halluwyn, C., J. Asta, et al. (2012). Guide des lichens de France: lichens des sols. Paris, Belin. 224p.

Waymel, J., T. Bousquet, et al. (2016). Liste des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie, Conservatoire botanique national de Brest / DREAL Normandie / Région Normandie. 28p. + annexes.

Welter-Schultes, F. (2012). European non-marine molluscs: a guide for species identification. Göttingen, Planet Poster Edition. 679p. www.animalbase.org

PHYTOSOCIOLOGIE

Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boulet, V., Delpech, R., Gehu, J.M., Haury, J., Lacoste, A., Rameau, J.C., Royer, J.M., Roux, G., Touffet, J., 2004.- Prodromme des végétations de France. Muséum national d’Histoire naturelle, Paris, Patrimoines naturels 61. 171 p.

Bournérias, M., Arnal G. & Bock, C., 2001 - Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Belin éd., Paris, 640 p.

Catteau, E., F. Duhamel, et al. (2010). Guide des végétations forestières et préforestières de la région Nord-Pas de Calais. Bailleul, Centre régional de phytosociologie agréé - Conservatoire botanique national de Bailleul. 656p.

CBNBrest (2014). Classification physionomique et phytosociologique des végétations de Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire. Brest, Les cahiers scientifiques et techniques du CBN de Brest. 266p.

CBNBailleul (2014). Inventaire des végétations du Nord-Ouest de la France. 172p.

Delpech, R. (1983) - Une méthode de diagnostic utilisant la connaissance des affinités sociologiques des taxons: application à des phytocoenoses commensales de cultures. *Colloque Phytosociologique*, XII (Les végétations nitrophiles et anthropogènes, Bailleul 1984): 401-408.

Fernez, T. and G. Causse (2015). Synopsis phytosociologique des groupements végétaux d’Île-de-France. Version 1 - avril 2015, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, MNHN et DRIEE. 89p.

François, R., T. Prey, et al. (2012). Guide des végétations des zones humides de Picardie. Bailleul, Centre régional de Phytosociologie agréé - Conservatoire Botanique National de Bailleul. 526p.

Guinochet, M., 1973 - Phytosociologie. Masson éd., Paris: 269 p.

Lacourt, J., 1981.- Clé d'identification des groupements végétaux de l'Ile-de-France. Document photocopié, Orsay, 76 p. Non publié.

ATLAS

EUROPEENS

Gasc, J.-P. (2004). "Atlas of **amphibians and reptiles** in Europe." Patrimoine naturel 29: 1-516.

Mitchell-Jones, A. J., G. Amori, et al. (1999). The atlas of european **mammals**. London, T & AD Poyser Natural History. 484.

NATIONALES

Arthur, L. & Lemaire, M., 2015.- Les **Chauves-souris** de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. 2^{ème} édition. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d’Histoire naturelle, Paris, 544p.

Dommanget, J.-L. (1994). "Atlas préliminaire des **Odonates** de France." Patrimoine naturel 16: 1-92.

Dubois, P.J., Le Maréchal P., Olios G. & Yésou P. (2008) - Nouvel inventaire des **oiseaux** de France. Paris: Delachaux & Niestlé. 559.

Dupont P. coordination, 2010. Plan national d’actions en faveur des **Odonates**. Office pour les insectes et leur environnement. Société française d’Odonatologie. Ministère de l’Ecologie, de l’Energie, du Développement durable et de la Mer, 170p.

Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux, 2013.- Système d'information national **flore, fonge, végétation et habitat** <http://siflore.fcbn.fr/>

Issa, N. & Muller, Y., 2015. « Atlas des oiseaux de France métropolitaine ». LPO, SEOF, MNHN, Delachaux & Niestlé, Paris, tome 1 & 2, 1408p.

Lafranchis, T. (2000) - Les **papillons de jour** de France, Belgique et Luxembourg et leur chenilles. Collection Parthénope. Mèze: Biotope. 448.

Lescure, G. and J.-C. Massary (2012). Atlas des **Amphibiens et Reptiles** de France. Paris, Biotope - MNHN Collection Inventaires et Biodiversité. 272.

Ligue Française pour la Protection des Oiseaux et al., (2022). *Atlas des oiseaux migrants de France*. 1200p.

Mothiron, Ph. Les carnets du **lépidoptéristes** français. <http://www.lepinet.fr/>

Roux, C. and collaborateurs (2020). "Catalogue des **lichens et champignons lichénicoles** de France tome 1 et 2.

Sardet, E., C. Roesti, et al. (2015). Cahier d'identification des **Orthoptères** de France, Luxembourg et Suisse, Biotope, 303p.

Tapiero, A. & al., 2017. *Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères 2016-2025*. Fédération des Conservatoires d’Espaces Naturels. 83p. <http://www.plan-actions-chiropteres.fr>

Voisin, J.-F. (2003) - Atlas des **Orthoptères** (Insecta: Orthoptera) et des **Mantidés** (Insecta: Mantodea) de France. *Patrimoine naturel*, 60: 104.

NORMANDIE

Barrioz, M., Cochard, P-O., Voeltez, V., 2015. **Amphibiens et reptiles** de Normandie. URCPIE de Basse-Normandie, 288p.

Bataille, A., F. Bonte, et al. (2018). Les fiches du bryologue débutant : Anthocérotes, Hépatiques et Mousses de Normandie, Société d'étude des Sciences Naturelles d'Elbeuf (S.E.S.N.E.). 579p.

Buchet, J., P. Housset, et al. (2015). Inventaire de la flore vasculaire de Haute-Normandie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts, Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, avec la collaboration du Collectif botanique de Haute-Normandie. I-XXI ; 1-79p.

Brunet, F. (2017). "Les **coccinelles** de Basse-Normandie: état des connaissances fin 2016 (Coccinellidae)." Invertébrés Armoricains, les Cahiers du GRETIA 16: ?

CBNBrest. (2010) - Cotation de rareté des taxons indigènes de la **flore** vasculaire de Basse-Normandie. Villers-Bocage: CBN Brest. 14 + annexes.

CBNBrest <http://www.cbnbrest.fr/ecalluna/>

Cercion (2019). "Bulletin annuel de liaison du Collectif d'Etude Régional pour la Cartographie et l'Inventaire des **Odonates** de Normandie." Bal du Cercion 14: 44.

Dardennes, B., Démares M., Guérard P., Hazet G., Lepertel N., Quinette J.-P. & Radigue F. (2008) - Papillons de Normandie et des îles Anglo-Normandes. Atlas des **Rhopalocères et des Zygènes**. Rouen: AREHN. 200.

Debout, G. (2009) - Nouvel atlas des **oiseaux** nicheurs de Normandie. 2003-2005. *Le Cormoran*, 17 (1-2): 448.

Dodelin, C. and M. Sauvagère (2006). "**Cerambycidae** de Haute-Normandie: Premier bilan sur les données anciennes et récentes, perspectives de recherche dans un but d’actualisation du catalogue régional." Bulletin de l’Association Entomologique d’Evreux 56-57: 1-35.

Elder, J.-F. (2012). "Catalogue des **Hétéroptères aquatiques et semi-aquatiques** du département de la Manche (France) (Heteroptera : Nepomorpha & Gerromorpha)." Invertébrés Armoricains, les Cahiers du GRETIA 8: 10-44.

GERMAIN (2008). La Lettre de GERMAIN n°5, Groupe d'Etude et de Recherche sur les **Mollusques** - Atlas et Inventaire Normand. 33.

GMN. (2004) - Les **mammifères** sauvages de Normandie : statuts et répartition. Nouvelle édition revue et augmentée. Epaignes: GMN (Groupe Mammalogique Normand). 306.

GONm (2004). "Atlas des **oiseaux de Normandie en hiver**." Le Cormoran 13: 232.

GRETIA, 2010– Synthèse des connaissances préalable à la déclinaison régionale du Plan national d’actions Odonates en Basse-Normandie. Rapport pour la DREAL Basse-Normandie. 148 p.

Guérard, P., Lepertel N. & Quinette J.-P. (2004) - Inventaire des **macrolépidoptères** de la Manche. *Mémoires de la Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg*, LXIV (2003-2004): 101-190.

Iorio, E. and A. Labroche (2013). "Les **chilopodes** (Chilopoda) de la moitié nord de la France : toutes les bases pour débiter l’étude de ce groupe et identifier facilement les espèces. (avec clés d’identification en français et en anglais / with identification keys in french and in english)." Invertébrés Armoricaïns, les Cahiers du GRETIA: 1-108.

Lecocq S., 2003. Atlas provisoire des **Odonates** du département de l’Orne. Synthèse cartographique des données odonatologiques du département. Association Faune et Flore de l’Orne, 60p.

Lecointe, A. (1979). "Intérêts phytogéographiques de la **bryoflore** normande : 1 - Les cortèges cosmopolite et méditerranéen s.l." Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie 107: 61-70.

Lecointe, A. (1981). "Intérêts phytogéographiques de la **bryoflore** normande : 2 - Le cortège atlantique s.l." Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie 108: 51-60.

Lecointe, A. (1981). "Intérêts phytogéographiques de la **bryoflore** normande : 3 - Le cortège circumboréal s.l." Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie 108: 55-66.

Lecointe, A. (1988). "Intérêts phytogéographiques de la **bryoflore** normande : 4 - Additions, corrections, spectres biogéographiques et écologiques." Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie 110-111: 23-40.

Lepertel, N. and J.-P. Quinette (2009). "Les **Pyrales** de la Manche." Invertébrés Armoricaïns Les Cahiers du GRETIA n°4: 123.

Livory, A., P. Sagot, et al. (2012). "Atlas des **Libellules** de la Manche." Les Dossiers de Manche-Nature 9: 191.

Noël, F. and E. Séchet (2007). "Crustacés **Isopodes terrestres** du Nord-Ouest de la France (Crustacea, Isopoda, Oniscidea): Clé de détermination et références bibliographiques." Invertébrés Armoricaïns, les Cahiers du GRETIA 2: 1-48 + 4 planches couleurs.

Plan InterRégional d’actions en faveur des **Chiroptères** (2009-2013) de Haute et Basse-Normandie; GMN -2009

Pouchard, C. (2013). **Gastéropodes continentaux** de Haute-Normandie. Inventaire et évaluation de la patrimonialité des taxons, DREAL Haute-Normandie

Simon, A. (2012). Plan Régional d’Action en Faveur des **Odonates** de Haute-Normandie (2011-2015) – version provisoire soumise à validation Conservatoire d’Espaces Naturels de Haute-Normandie.

Stallegger, P. (coord.) (2019). **Sauterelles, grillons, criquets, perce-oreilles, mantes et phasmes** de Normandie. Invertébrés Armoricaïns, les Cahiers du GRETIA, 19. 226p.

LISTES ROUGES

NATIONALES

Sardet, E. & Défaud, B., 2004- Les **Orthoptères** menacés en France- Listes rouges par domaine biogéographique- *Matériaux Orthoptériques et Entomocenotiques*, 9 : 125-137

UICN (2001). **Catégorie et critères de l'UICN** pour la liste rouge (version 3.1), UICN. 37.

UICNFrance and MNHN (2010). La liste rouge des espèces menacées de France: **Reptiles et Amphibiens** de France métropolitaine. Paris, 7.

UICNFrance, MNHN, et al. (2016). La liste rouge des espèces menacées de France: **Oiseaux nicheurs** de France métropolitaine. Paris, tableau 20p.

UICNFrance, MNHN, et al. (2017). La liste rouge des espèces menacées de France: **mammifères** de France métropolitaine. Paris, 16p.

UICNFrance, MNHN, et al. (2012). La liste rouge des espèces menacées de France: **Papillons de jour** de France métropolitaine. Paris, <http://www.uicn.fr/Liste-rouge-France.html>. 8.

UICN France, MNHN (2016). La liste rouge des espèces menacées de France: **libellules** de France métropolitaine. Paris, <http://www.uicn.fr/Liste-rouge-France.html>. 5p.

UICNFrance (2018). La Liste rouge des espèces menacées en France: **Flore vasculaire** de France métropolitaine. 32p.

UICNFrance and MNHN (2015). La liste rouge des espèces menacées de France: **Amphibiens** de France métropolitaine. Paris, tableau 3p.

UICNFrance and MNHN (2015). La liste rouge des espèces menacées de France: **Reptiles** de France métropolitaine. Paris, tableau 3p.

BASSE-NORMANDIE

Barrioz, M. (2014). Listes rouges des **Amphibiens et des Reptiles** de Normandie, Régions Basse-Normandie et Haute-Normandie, OBHN, DREAL BN & Agence de l’Eau SN. 75p.

Barrioz, M. (2014). Liste rouge des **Amphibiens** de Basse-Normandie. Caen, DREAL Basse-Normandie. Tableau 1p.

Barrioz, M. (2014). Liste rouge des **Reptiles** de Basse-Normandie. Caen, DREAL Basse-Normandie. Tableau 1p.

Bousquet, Thomas, Magnanon, S., Brindejone, O. & Dissez, C. (2016). Liste rouge de la **flore vasculaire** de Basse-Normandie. 20p.

GMN (2013). Liste rouge des **Mammifères** menacés de Basse-Normandie. Caen, DREAL Basse-Normandie. 2p.

GONm (2012). Liste des **oiseaux** de Basse-Normandie comprenant la liste rouge des espèces menacées. 20p.

Robert, R., M. Amline, et al. (2011). Liste rouge des **Odonates** de Basse et Haute Normandie. Caen, DREAL Basse-Normandie / CERCION. Tableau 2p.

Stallegger, P. (2011). Liste rouge des **Orthoptères** de Basse-Normandie. Caen, DREAL Basse-Normandie / Coordination Orthoptérique Normande.

TEXTES REGLEMENTAIRES PATRIMOINE NATUREL

Arrêté du 20 Janvier 1982 fixant la liste des **espèces végétales** protégés sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection. 13.

Arrêté du 26 Juin 1987 fixant la liste des espèces de **gibier** dont la chasse est autorisée.

Arrêté du 8 Décembre 1988 fixant la liste des **poissons** protégés sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection. 2.

Arrêté du 18 Janvier 2000 modifiant l'arrêté du 21 Juillet 1983 fixant la liste des **écrevisses** autochtones protégées sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection. 1.

Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées.

Arrêté ministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des **mammifères terrestres** protégés sur l'ensemble du territoire, modifiant l’Arrêté du 17 Avril 1981 fixant les listes des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire (modifié par: arrêtés du 15/04/1985, du 19/01/1990, du 22/07/1993, du 28/07/19994 et du 10/10/1996).

Arrêté du 23 Avril 2007 fixant la liste des **Mollusques** protégés sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection. 6.

Arrêté du 23 Avril 2007 fixant les listes des **insectes** protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.: 4.

Arrêté ministériel du 19 novembre 2007 fixant la liste des **amphibiens et reptiles** protégés sur l’ensemble du territoire, abrogeant l’arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et l'arrêté du 5 juin 1985 relatif à la production des spécimens de Grenouille rousse.

Arrêté ministériel du 29 octobre 2009 fixant la liste des **oiseaux** protégés sur l’ensemble du territoire et les modalités de leur protection, abrogeant l’ arrêté du 17 avril 1981 fixant la liste des oiseaux protégés sur l’ensemble du territoire.

Arrêté du 3 avril 2012 fixant la liste, les périodes et les modalités de destruction des animaux d’espèces classées **nuisibles** sur l’ensemble du territoire métropolitain du 1er juillet 2012 au 30 juin 2013. 2.

Arrêté du 3 avril 2012 fixant la liste, les périodes et les modalités de destruction des animaux d'espèces susceptibles d'être classées **nuisibles** par arrêté du préfet. 1.

Arrêté du 2 Août 2012 fixant la liste, les périodes et les modalités de destruction des espèces d’animaux classées **nuisibles**. 17.

Circulaire DNP / CFF n°2008-1 du 21 Janvier 2008 relative aux décisions administratives individuelles relevant du ministère chargé de la protection de la nature dans le domaine de la faune et de la flore sauve. 31.

Convention de Berne du 19/09/1979. Annexes II & III, liste des espèces protégées.

Décret du 23 Mars 2012 relatif aux espèces d’animaux classés **nuisibles**. 3.

DREAL <http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr/>

DREAL (date?). Fiches descriptives des **plantes invasives** en Basse-Normandie. Caen, <http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr/especes-invasives-r376.html>. 1.

DREAL (2008). Espèces protégées en droit français et possibilités de **dérogation**. Aix-en-Provence. 16.

DRIEE (2011). Guide francilien de demande de **dérogation** à la protection des espèces dans le cadre de projets d’aménagement ou à buts scientifiques. Paris. 20.

<http://ct78.espaces-naturels.fr/> **Droit et police de la nature** - Cahiers techniques n° 78. Outils juridiques pour la protection des espaces naturels. (GIP Atelier technique des espaces naturels Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des transports et du logement).

Prevors, L. and M. Perret (2014). Guide sur l'application de la réglementation relatif aux **espèces protégées** pour les parcs éoliens terrestres Paris, MEDDE. 32.

EUROPE

Directive 2009/147/CE du parlement et du conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages 25.

Directive CEE n°92/43 du 21 Mai 1992 portant sur la conservation des habitats naturels et des habitats d'espèces ("Directive habitats").

Bissardon, M. & Guibal L. (1997) - Corine biotopes. Version originale - types d'habitats français. Nancy: ENGREF. 217.

CEE (1999). Manuel d'interprétation des habitats de l'union européenne EUR15/2. Bruxelles, Commission Européenne Environnement. 132.

Louvel, J., V. Gaudillat, et al. (2013). Correspondance entre les classifications EUNIS et Corine Biotope. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. Paris, MNHN, DIREV, SPN, MEDDE: 43.

Louvel, J., V. Gaudillat, et al. (2013). EUNIS, European Nature Information System, Système d’information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d’eau douce. Paris, MNHN-DIREV-SPN, MEDDE.

Romao, C. (1997). Manuel d'interprétation des habitats de l'union européenne EUR15/2. Bruxelles, Commission Européenne Environnement. 109.

ZONES HUMIDES

Arrêté du 1er Octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24.06.2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement: 8.

Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. 72.

Arrêt du Conseil d'Etat du 22.02.2017 relatif à la définition des zones humides.

Loi du 26.07.19 reprenant dans son article 23 la rédaction de l’article L. 211-1 du code de l’environnement portant sur la caractérisation des zones humides, afin d’y introduire un "ou" qui permet de restaurer le caractère alternatif des critères pédologique et floristique. L’arrêt du Conseil d’État du 22 février 2017 est donc désormais caduc

Baize, D. (1988). Guide des analyses courantes en pédologie : choix - expression - présentation - interprétation. Paris, INRA. 172.

Baize, D. and M.-C. Girard (1992). Référentiel pédologique des principaux sols d'Europe. Paris, AFES - INRA. 222.

Baize, D. and B. Jabiol (1995). Guide pour la description des sols. Paris, INRA. 375.

Circulaire du 25 juin 2008 relative à la délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l’environnement. 27.

Duchaufour, P. (1985). "Groupes écologiques et pédologie : rôle des facteurs de nutrition et de toxicité." Colloques Phytosociologiques XIV (Phytosociologie et foresterie): 313-321.

Duchaufour, P. (1989). "Pédologie et groupes écologiques : I - Rôle du type d'humus et pH." Bulletin d'Ecologie 20(1): 1-6.

Duchaufour, P. (1989). "Pédologie et groupes écologiques : II - Rôle des facteurs physiques : aération et nutrition en eau." Bulletin d'Ecologie 20(2): 99-107.

Duchaufour, P. and F. Toutain (1986). "Apport de la pédologie à l'étude des écosystèmes." Bulletin d'Ecologie 17(1): 1-9.

Duchaufour, P. (1983). Pédologie : 1. Pédogénèse et classification. Paris, Masson. 491.

Duchaufour, P. (1988). Abrégé de pédologie. Paris, Masson. 224.

Guinochet, M., 1973 - Phytosociologie. Masson éd., Paris: 269 p.

Lesaux, Y., J. Marcinkowski, et al. (2016). Guide pour la prise en compte des zones humides dans un dossier loi sur l'eau ou un document d'urbanisme, DREAL Centre-Val de Loire. 94.

MEDDE, G. S. (2013). Guide pour l’identification et la délimitation des sols de zones humides. Paris, Ministère de l’Écologie, du Développement Durable et de l’Énergie, Groupement d’Intérêt Scientifique Sol. 63.

MEEDDM (2010). Circulaire du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. 19.

MISEN14, 2019.- Guide pour la préservation des zones humides dans les projets de territoire. DDTM 14, Caen, 44p.

MTES (2017). Note technique du 26 juin 2017 relative à la caractérisation des zones humides NOR : TREL1711655N (Texte non paru au journal officiel). Paris: 6.

ONEMA (2016). Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, ONEMA (Office national de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 190p.

ANNEXES

Liste des espèces végétales observées sur la commune de Caen (14) en 2023 et statuts

Noms scientifiques	Noms français	Statuts
Acer campestre L., 1753	Érable champêtre	TC
Acer platanoides L., 1753	Érable plane	naturalisée
Acer saccharinum L., 1753	Érable à sirop	plantée
Achillea millefolium L., 1753	Achillée millefeuille	TC
Agrostis capillaris L., 1753	Agrostide capillaire	TC
Agrostis stolonifera var. stolonifera L., 1753	Agrostide stolonifère	TC
Alnus incana (L.) Moench, 1794	Aulne blanchâtre	plantée
Anisantha diandra (Roth) Tutin ex Tzvelev, 1963	Brome à deux étamines	SMC (AC?)
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	Brome stérile	TC
Anthriscus caucalis var. caucalis M.Bieb., 1808	Anthriscue vulgaire	PC
Anthriscus sylvestris subsp. sylvestris (L.) Hoffm., 1814	Cerfeuil des bois	TC
Arrhenatherum elatius subsp. elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	Fromental élevé	TC
Bellis perennis L., 1753	Pâquerette vivace	TC
Betula pendula Roth, 1788	Bouleau verruqueux	C
Bromus hordeaceus subsp. hordeaceus L., 1753	Brome mou	TC
Bryonia dioica Jacq., 1774	Bryone dioïque	TC
Buddleja davidii Franch., 1887	Arbre aux papillons	naturalisée
Cardamine hirsuta L., 1753	Cardamine hérissée	TC
Catalpa bignonioides Walter, 1788	Catalpa	plantée
Cerastium fontanum subsp. vulgare (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982	Céraiste commun	TC
Cerastium glomeratum Thuill., 1799	Céraiste aggloméré	TC

Chelidonium majus L., 1753	Grande chélideine	TC
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	Chardon des champs	TC
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 1838	Cirse commun	TC
Convolvulus arvensis L., 1753	Liseron des champs	TC
Cornus sanguinea subsp. sanguinea L., 1753	Cornouiller sanguin	TC
Corylus avellana L., 1753	Noisetier	TC
Crataegus monogyna Jacq., 1775	Aubépine à un style	TC
Crepis capillaris (L.) Wallr., 1840	Crépeide à tiges capillaires	TC
Cyclamen hederifolium Aiton, 1789	Cyclamen à feuilles de lierre	subspontanée
Dactylis glomerata subsp. glomerata L., 1753	Dactyle aggloméré	TC
Daucus carota subsp. carota L., 1753	Carotte sauvage	TC
Draba verna L., 1753	Erophile printanière	C
Epilobium tetragonum subsp. lamyi (F.W.Schultz) Nyman, 1879	Épilobe de Lamy	C
Erigeron floribundus (Kunth) Sch.Bip., 1865	Vergerette à fleurs nombreuses	naturalisée
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	Vergerette de Sumatra	naturalisée
Erodium cicutarium subsp. cicutarium (L.) L'Hér., 1789	Bec de grue à feuilles de cigüe	PC
Ervilia hirsuta (L.) Opiz, 1852	Vesce hérissée	TC
Euphorbia amygdaloides L., 1753	Euphorbe des bois	TC
Euphorbia peplus L., 1753	Euphorbe des jardins	TC
Fagus sylvatica L., 1753	Hêtre	TC
Festuca rubra subsp. rubra L., 1753	Fétuque rouge	TC
Ficaria verna Huds., 1762	Ficaire fausse-renoncule	TC
Fragaria vesca L., 1753	Fraisier des bois	TC
Galium aparine L., 1753	Gaillet gratteron	TC
Geranium dissectum L., 1755	Géranium à feuilles découpées	TC
Geranium lucidum L., 1753	Géranium luisant	AC
Geranium molle L., 1753	Géranium mou	TC
Geranium robertianum L., 1753	Herbe à Robert	TC
Geranium rotundifolium L., 1753	Géranium à feuilles rondes	C
Hedera helix L., 1753	Lierre grimpant	TC

Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	Picride fausse Vipérine	C
Himantoglossum hircinum (L.) Spreng., 1826	Orchis bouc	AC
Holcus lanatus L., 1753	Houlique laineuse	TC
Hordeum murinum subsp. murinum L., 1753	Orge Queue-de-rat	C
Hypericum perforatum var. perforatum L., 1753	Millepertuis perforé	TC
Hypochaeris radicata L., 1753	Porcelle enracinée	TC
Iris foetidissima L., 1753	Iris fétide	C
Jacobaea vulgaris subsp. vulgaris Gaertn., 1791	Séneçon jacobé	TC
Laburnum anagyroides Medik., 1787	Faux-ébénier	subspontanée
Lactuca serriola L., 1756	Laitue scariole	TC
Lamium purpureum L., 1753	Lamier pourpre	TC
Laurus nobilis L., 1753	Laurier-sauce	subspontanée
Lepidium draba L., 1753	Passerage drave	naturalisée
Leucanthemum ircutianum DC., 1838	Marguerite	TC
Lolium perenne L., 1753	Ray-grass commun	TC
Medicago arabica (L.) Huds., 1762	Luzerne tachetée	C
Medicago lupulina var. lupulina L., 1753	Minette	TC
Melilotus albus Medik., 1787	Mélilot blanc	AC
Mercurialis annua L., 1753	Mercuriale annuelle	TC
Myosotis arvensis (L.) Hill, 1764	Myosotis des champs	TC
Narcissus pseudonarcissus L., 1753	Jonquille des bois	subspontanée
Ophrys apifera Huds., 1762	Ophrys abeille	AC
Parietaria judaica L., 1756	Pariétaire de Judée	AC
Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud., 1841	Paulownia	plantée
Picris hieracioides subsp. hieracioides L., 1753	Picride fausse-épervière	C
Pinus nigra J.F.Arnold, 1785	Pin noir d'Autriche	plantée
Plantago coronopus L., 1753	Plantain Corne-de-cerf	AC
Plantago lanceolata var. lanceolata L., 1753	Plantain lancéolé	TC
Plantago major subsp. major L., 1753	Grand plantain	TC
Poa annua subsp. annua L., 1753	Pâturin annuel	TC

Poa trivialis subsp. trivialis L., 1753	Paturin commun	TC
Populus tremula L., 1753	Peuplier Tremble	C
Potentilla reptans L., 1753	Potentille rampante	TC
Prunella vulgaris L., 1753	Brunelle commune	TC
Prunus avium (L.) L., 1755	Merisier	TC
Prunus laurocerasus L., 1753	Laurier-palme	C
Prunus spinosa L., 1753	Prunellier	TC
Ranunculus acris subsp. acris L., 1753	Renoncule âcre	TC
Ranunculus acris subsp. friesianus (Jord.) Syme, 1863	Renoncule de Steven	SMC (AC?)
Ranunculus bulbosus L., 1753	Renoncule bulbeuse	C
Ranunculus repens L., 1753	Renoncule rampante	TC
Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia	plantée
Rubus L., 1753 [nom. et typ. cons.]	groupe des Ronce des bois	?
Rumex acetosa subsp. acetosa L., 1753	Oseille des prés	TC
Rumex crispus var. crispus L., 1753	Patience crépie	TC
Rumex obtusifolius L., 1753	Patience à feuilles obtuses	TC
Rumex sanguineus L., 1753	Patience des bois	TC
Sagina procumbens L., 1753	Sagine couchée	C
Salix atrocinerea Brot., 1804	Saule roux	TC
Salix caprea L., 1753	Saule marsault	TC
Salix eleagnos Scop., 1772	Saule drapé	plantée
Sambucus nigra L., 1753	Sureau noir	TC
Schedonorus arundinaceus subsp. arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824	Fétuque roseau	TC
Sedum acre L., 1753	Orpin acre	C
Sedum album L., 1753	Orpin blanc	C
Senecio viscosus L., 1753	Séneçon visqueux	naturalisée
Senecio vulgaris subsp. vulgaris L., 1753	Séneçon commun	TC
Silene latifolia Poir., 1789	Compagnon blanc	TC
Sison segetum L., 1753	Persil des moissons	PC
Solanum dulcamara L., 1753	Morelle douce-amère	TC

83

Sonchus asper subsp. asper (L.) Hill, 1769	Laiteron épineux	TC
Sonchus oleraceus L., 1753	Laiteron maraîcher	TC
Spartium junceum L., 1753	Genêt d'Espagne	plantée
Stellaria media (L.) Vill., 1789	Mouron des oiseaux	TC
Taraxacum F.H.Wigg., 1780	groupe des Pissenlits officinaux	?
Tilia platyphyllos Scop., 1771	Tilleul à grandes feuilles	naturalisée
Tilia tomentosa Moench, 1785	Tilleul argenté	plantée
Torilis nodosa subsp. nodosa (L.) Gaertn., 1788	Torilis noueuse	PC
Trifolium campestre Schreb., 1804	Trèfle champêtre	C
Trifolium pratense var. pratense L., 1753	Trèfle des prés	TC
Trifolium repens var. repens L., 1753	Trèfle blanc	TC
Urtica dioica subsp. dioica L., 1753	Grande ortie	TC
Verbena officinalis L., 1753	Verveine officinale	C
Veronica arvensis L., 1753	Véronique des champs	TC
Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse	TC
Viburnum rhytidophyllum Hemsl., 1888	Viorne	plantée
Vicia sativa L., 1753	Vesce cultivée	naturalisée
Vicia segetalis Thuill., 1799	Vesce des moissons	TC
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel., 1805	Vulpie queue-de-rat	C
Ziziphora acinos (L.) Melnikov, 2016	Petit basilic	R

Nomenclature d’après Taxref15

TC = espèces très communes en Basse-Normandie C = communes AC = assez communes PC = peu communes AR = assez rares R = rares TR = très rares
SMC = statut mal connu ? = espèce indéterminée

En bleue les espèces indicatrices des zones humides

En rose les espèces signalées dans la liste des exotiques envahissantes

84

Liste de l’avifaune contacté sur le site et aux abords immédiats et statuts

Noms français	Noms scientifiques	BN	LRR	LRN	Arrêté 29.10.09	Arrêté 26.06.87	DO
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Corneille noire	<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758	TC	LC	LC	-	Article 1	II/2
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	TC	NT	LC	-	Article 1	II/2
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i> Linnaeus, 1758	AC?	DD	LC	-	Article 1	non
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	AC	LC	LC	Article 3	-	non
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763	AC	NT	LC	Article 3	-	II/2
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831	TC	LC	LC	-	Article 1	II/2
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus, 1758)	C	DD	NT	Article 3	-	non
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	TC	VU	VU	Article 3	-	non
Martinet noir	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	C	LC	NT	Article 3	-	non
Merle noir	<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	TC	LC	LC	-	Article 1	II/2
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	TC	NT	LC	Article 3	-	non
Pic vert	<i>Picus viridis</i> Linnaeus, 1758	C	DD	LC	Article 3	-	non
Pie bavarde	<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	LC	-	Article 1	II/2
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	TC	LC	LC	-	Article 1	II/1 & III/1
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Rouge-gorge familier	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	LC	Article 3	-	non

85

Rouge-queue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)	AC	LC	LC	Article 3	-	non
Tourterelles des bois	<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	C	LC	VU	-	Article 1	II/2
Tourterelles turque	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frivaldszky, 1838)	TC	LC	LC	-	Article 1	non
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	LC	Article 3	-	non
Verdier d’Europe	<i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758)	TC	LC	VU	Article 3	-	non

BN = statuts nicheurs en Basse-Normandie TC = très communs en Basse-Normandie C = commun AC = assez commun

LRR = liste rouge régionale (GONm, 2012) LRN = liste rouge national (MNHN, 2016) LC = préoccupations mineures NT = quasi menacé VU = vulnérable

DO = Directive Oiseaux

86



Profil n°1



Profil n°2

TESTS DE DETERMINATION TACTILE DE LA TEXTURE AU CHAMP

Séance prestage : OBSERVATION DES TERRES

- 1 - Appréciation tactile de la texture :
- 1-1 - définition de la texture :

Deux définitions peuvent être données de la texture : l'une basée sur la composition granulométrique, l'autre beaucoup plus générale, basée sur un ensemble de propriétés se traduisant par un comportement spécifique de l'échantillon (S.MENIN, R. GRAS, G. MONIER dans le "profil Cultural" Masson 1969).

La deuxième définition répond plus à des observations de terrain. Le comportement au champ est lié à la composition granulométrique (taille des particules) et minéralogique des constituants de la terre.

L'humidité à une grande importance.

- 1-2 - tests tactiles (A. FLEURY, B. FOURNIER)

L'appréciation de la texture peut être effectuée au moyen de tests simples réalisables facilement sur le terrain sans outil de mesure.

Cette appréciation s'effectue au doigt en évaluant d'abord la proportion d'éléments de dimensions extrêmes, c'est-à-dire le pourcentage de sable et celui d'argile, ensuite celui des fractions intermédiaires.

.../...

+ tests sur terre sèche

- 1 - En faisant passer la terre entre deux doigts, on sent des particules dures, il peut s'agir de sables grossiers (> 100 µ) ou d'argile, cohérente à l'état sec (ça gratte)

- 2 - Un salissement jaunâtre de la main est souvent attribué à la présence de limons ; il est également dû à la présence d'oxydes ferriques, d'où un risque élevé d'erreurs

- 3 - Un toucher soyeux ou talqueux traduit une quantité importante de limons fins (2 - 20 µ).

+ tests sur terre humide

ATTENTION : une terre riche en argile est longue à humecter ; au début, on pensera à une teneur faible en argile.

- 4 - Si le test 1 a donné un résultat "ça gratte" mouiller la terre, l'étaler dans le creux de la main ou sur le doigt en couche mince (≈ 1/10 mm), observer la taille et le nombre des grains. En effet, on a toujours tendance à exagérer la teneur en sables grossiers.

- 5 - "Boudin" - Sur la terre humide, on va chercher à utiliser la "plasticité" que confère l'argile à la terre, pour en apprécier la teneur, et en déduire, par différence, l'importance des autres fractions.

La plasticité dépend de la teneur en eau : il faut donc amener les terres à des humidités comparables, proches de la capacité au champ (lorsqu'en pressant l'échantillon il n'en sort ni eau ni boue).

Après avoir mouillé et malaxé un peu de terre dans sa main on cherche à réaliser un boudin de quelques millimètres de diamètre (5 à 6 mm). Si ce n'est pas possible, c'est que la teneur en argile est faible (< 10 %), il y a beaucoup de limon et de sable.

- 6 - " Anneau " - Si le boudin est fait on cherche à faire progressivement un anneau de 4 à 5 cm de diamètre :
- . il y a fissuration avant que l'on ait un demi-tore : L >> A (argile entre 10 et 15 %)
 - . on peut fermer au 3/4 pas plus : L > A (argile autour 20 %)
 - . on peut le fermer complètement sans fissuration (argile > 30 %).

7 - Quand la terre est bien humide, on en tient une pincée entre pouce et index, que l'on écarte et serre alternativement pour en éprouver la capacité d'adhérence. La chaleur de la main fait sécher peu à peu la terre. Si elle devient très collante en séchant Argile > 40 à 45 %.

NB : Sur échantillon broyé et tamisé à 2 mm des minéraux peu résistants (calcaire) ont pu être écrasés : on exagère ainsi la teneur en limon aux dépens des sables. Cela peu se produire aussi, quand la terre est humide par écrasement à la main.

.La présence de petits graviers ou sables grossiers gênent l'estimation de la teneur en argile ; ils provoquent souvent une fissuration de l'anneau.

.La présence de matière organique évoluée en grande quantité (> 3 à 4 %) modifie les propriétés de l'argile (cohésion, adhérence) : on exagère alors la teneur en limon (important dans les régions où des prairies ont été retournées récemment).

Pour obtenir une bonne approximation de la texture par l'appréciation au toucher, il est indispensable que l'opérateur ait l'habitude de ce travail. Un étalonnage avec un certain nombre d'échantillons dont les caractéristiques sont bien connues (analyse granulométrique, réaction à l'humidité...) est nécessaire.

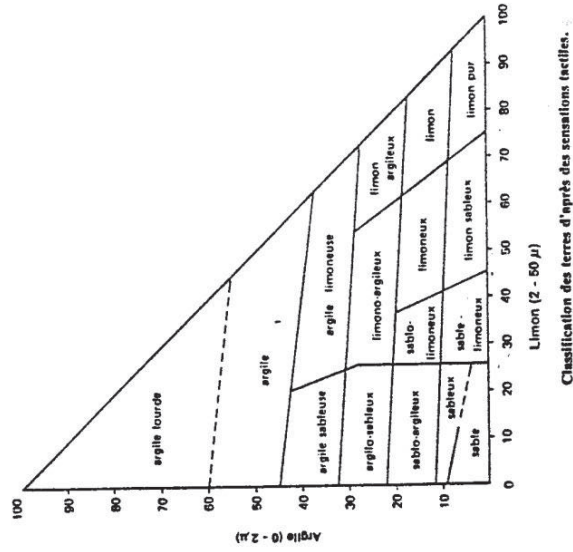
1-3 - triangle de texture

• définition

Le regroupement de terres ayant des sensations tactiles voisines à l'état sec ou humide a permis de définir des classes texturales : terres ayant des propriétés voisines.

Si l'on analyse ces échantillons ainsi classés et que l'on porte les résultats sur un diagramme triangulaire où chaque côté représente une classe de particules (argile < 2 µ, limon 2-50 µ, sable 50-2000 µ) on obtient le triangle textural.

exemple de triangle textural :



ATTENTION

Ces tests ne constituent qu'un élément de l'appréciation d'une terre ; ils doivent être complétés par des observations de la terre en place, au champ : forme des éléments structuraux, fissuration et fragmentation par variation d'humidité, cohésion à l'état sec, battance et autres symptômes d'instabilité structurale

ANNEXE 3 B – ETUDE D'IMPACT VOLET MILIEUX NATURELS - ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES – PIERRE DUFRENE 2023

Etude faune, flore, patrimoine naturel et zones humides

Relatif au projet de requalification urbaine Bd Jean Moulin sur la commune de Caen (14)



Septembre 2023

Bureau d'études Pierre Dufrêne
Expertise faune flore
Patrimoine naturel
Zones humides

1 Rue du Cotentin 14000 CAEN

tél.: 07 86 30 79 75 email: pierre.dufrêne50@gmail.com
<https://bureaudetudepierredufrêne.sitew.fr>



SOMMAIRE

PRESENTATION DU PROJET	3
ANALYSE DES IMPACTS	4
A.- Méthode	4
1.- Sur le patrimoine naturel	4
2.- Prise en compte des contraintes réglementaires	5
B.- Impacts sur les habitats naturels	6
C.- Impacts sur les espèces	6
1.- Impacts sur la flore	6
2.- Impacts sur la faune	7
2.1.- Impacts sur les vertébrés	7
2.2.- Impact sur l'entomofaune	7
D.- Synthèse des impacts sur le patrimoine naturel	8
E.- Analyse réglementaire	9
1.- Impacts sur les espèces légalement protégées	9
2.- Incidences du projet sur le réseau Natura 2000	10
3.- Impacts sur les corridors écologiques (SRCE)	11
4.- Impacts sur les espaces boisés	11
5.- Impacts sur les zones humides	11
F.- Effets cumulés	11
PROPOSITION DE MESURES	12
A.- Mesures d'évitement et de réduction	12
B.- Séquence ERC	13
C.- Mesures de compensation	13

Présentation du projet

Le projet d'aménagement est présenté sur le plan de masse ci-dessous.



Carte n°1 : Présentation du projet d'aménagement

Il prévoit une restructuration complète du site.

Analyse des impacts

A.- Méthode

1.- Sur le patrimoine naturel

L'évaluation et la hiérarchisation des impacts découlent de la confrontation entre la valeur patrimoniale, déterminée dans le diagnostic, avec les caractéristiques techniques du projet. Cette évaluation est donc basée sur les sensibilités écologiques et reflètent le risque de perte des enjeux identifiés.

D'une manière générale, un projet d'aménagement urbain peut entraîner divers impacts :

- destruction et/ou atteintes de stations d'espèces à valeur patrimoniale ;
- destruction ou altération de zones humides ;
- destruction ou modification d'habitats (territoires de chasses, sites de reproduction...) ;
- dérangement d'espèces...

Il s'agit là d'impacts bruts potentiels qu'il convient de nuancer en fonction des caractéristiques propres au projet et des enjeux écologiques. Pour évaluer les impacts et leur intensité, il est procédé à une analyse qualitative et quantitative. Cette appréciation est réalisée à dire d'expert car elle résulte du croisement entre une multitude de facteurs :

- **liés à l'élément biologique** : enjeu local de conservation, état de conservation, dynamique et tendance évolutive, vulnérabilité biologique, diversité génétique, fonctionnalité écologique, etc.
- **liés au projet** :
 - *Nature d'impact* : destruction, dérangement, dégradation, etc. ;
 - *Type d'impact* : direct / indirect ;
 - *Durée d'impact* : permanente / temporaire ;
 - *Portée d'impact* : locale, régionale, nationale.

Comme pour la sensibilité, les impacts sont définis selon une échelle de valeur semi-qualitative à 4 niveaux principaux :

Très fort	Fort	Assez fort	Modéré	Faible	Non évaluable*
-----------	------	------------	--------	--------	----------------

* Uniquement dans le cas où l'expert estime ne pas avoir eu suffisamment d'éléments lui permettant d'apprécier l'impact et in fine d'engager sa responsabilité

D'autre part, **différentes phases du projet peuvent avoir des effets négatifs** (parfois positifs), sur l'environnement :

- la phase d'aménagement du site (travaux de terrassement, phase de constructions...) ;
- la phase d'exploitation du site après aménagement (occupation et utilisation du site, entretien des espaces verts...).

L'impact est déterminé au travers de ces phases et pour chaque élément biologique préalablement défini :

- les habitats ;
- la flore ;
- les vertébrés (avifaune, mammifères, amphibiens et reptiles) ;
- les invertébrés.

Une réflexion sur les effets cumulés du projet est également réalisée.

Cette analyse détaillée des impacts est déterminante pour la suite de l'étude car elle conditionne le panel de mesures qui seront, éventuellement, à préconiser. Chaque « niveau d'impact » est accompagné par un commentaire, précisant les raisons ayant conduit à attribuer telle ou telle valeur. Les principales informations sont synthétisées sous forme de tableaux récapitulatifs. Un bilan des impacts « bruts » est effectué en conclusion, mettant en évidence les impacts à atténuer et leur hiérarchisation.

A partir de ces impacts bruts et en cas d'impacts significatifs avérés, des mesures d'évitement et de réduction seront proposées. Ces mesures seront réfléchies de façon concertée avec le maître d'ouvrage afin d'en évaluer en amont la faisabilité technique.

Une évaluation des impacts résiduels, considérant la bonne mise en application des mesures d'atténuation proposées sera ensuite produite. Si des impacts résiduels à minima modérés venaient à être constatés, des mesures visant à compenser ces impacts résiduels seront proposées.

2.- Prise en compte des contraintes réglementaires

Les contraintes réglementaires sont prises en compte à différents niveaux:

- impacts sur les espèces légalement protégées ;
- incidences sur le réseau Natura 2000 (ayant valeur de notice d'incidences) ;
- impacts sur les espaces signalés au titre du patrimoine naturel (APPB, ENS...) ;
- impacts sur les corridors écologiques et prise en compte du SRCE ;
- impacts sur les espaces boisés ;
- impacts sur les zones humides.

Une attention particulière est portée aux espèces légalement protégées, notamment pour les espèces banales (nombreux passereaux, chiroptères, reptiles, amphibiens...), afin de dégager les enjeux réels vis à vis des populations et des espèces, et d'argumenter sur la nécessité de constituer d'éventuels dossiers de dérogation.



Le rouge gorge est une espèce légalement protégée, c'est une espèce très commune qui, au regard de la méthodologie précédemment exposée, présente un intérêt patrimonial faible qui ne justifie pas le plus souvent l'établissement de dossier de dérogation.

B.- Impacts sur les habitats naturels

Le tableau n°1 récapitule les impacts directs et permanents ainsi que les superficies en jeu sur les différents habitats du site. Les enjeux écologiques sur le site sont globalement faibles (zones artificielles) à moyens (côteau boisé). Le projet impacte de manière directe essentiellement les parties artificialisées du site.

Tableau n°1 : Synthèse des impacts sur les principaux habitats du site

Habitats	Enjeux	Surfaces ou linéaires impactés	Niveau de l'impact
Friche anthropique	Faibles	1,4ha	Faible
Friche herbeuse	Faibles	8900m²	Faible

C.- Impacts sur les espèces

1.- Impacts sur la flore

Une seule espèce végétale susceptible de présenter un intérêt patrimonial a été inventoriée sur le site : le Petit basilic (*Ziziphora acinos*).

Une petite station de cette espèce rare dans la région occupe moins de 1m² au sein de la friche anthropique.

Cette espèce des sols calcaires caillouteux secs profite ici de cet habitat secondaire rudéral (effet refuge).



Petit basilic

Tableau n°2 : Synthèse des impacts sur la flore

Habitats	Enjeux	Surfaces ou linéaires impactés	Niveau de l'impact
Zones artificialisées (bâtiments et voiries de l'ancien collège...)	Faibles	1,4ha	Faible
Petit basilic	Assez fort	<1m² (quelques pieds), station anthropique	Moyen

Les impacts du projet sur la flore supérieure seront globalement faibles.

2.- Impacts sur la faune

2.1.- Impacts sur les vertébrés

Aucune espèce de vertébrés d'intérêt patrimonial n'a été inventoriée. Soulignons toutefois la présence du Grand rhinolophe estimé actuellement comme peu commun dans la région.

Tableau n°3 : Synthèse des impacts sur les vertébrés

Espèces	Enjeux	Nature de l'impact	Niveau de l'impact
Avifaune nicheuse	Faibles	Impact sur une zone de nourrissage (friches), ponctuellement quelques sites de nidifications (arbres isolés)	Faible
Chiroptères Territoire de chasse	Assez fort	Impact sur un petit territoire de chasse urbain attractif	Assez fort
Chiroptères Gîtes	Quasi nuls	Absence de gîte à l'exclusion de quelques arbres isolés (faible potentialité)	Faible
Herpétofaune	Nul	Aucune espèce recensée	Faible

Les impacts du projet sur les vertébrés seront globalement faibles à ponctuellement assez fort sur un petit territoire de chasse urbain attractif pour quelques espèces anthropophiles de Chiroptères.

2.2.- Impact sur l'entomofaune

Seulement deux espèces d'invertébré susceptible de présenter un intérêt patrimonial ont été inventorié sur le périmètre du projet et les potentialités de ce dernier apparaissent comme globalement faibles.

Tableau n°4 : Synthèse des impacts sur les invertébrés

Espèces	Enjeux	Nature de l'impact	Niveau de l'impact
Criquet vert-échine	Moyens	Impact sur la friche herbeuse	Moyen
Decticelle carroyée	Assez fort	Impact sur la friche anthropique	Moyen

Les impacts du projet sur les invertébrés seront globalement faibles à ponctuellement moyens pour deux espèces d'Orthoptères (effet refuge).

D.- Synthèse des impacts patrimoine naturel

Le projet s'inscrit dans un contexte urbain. Les enjeux locaux sont globalement faibles.

La transformation de cet espace aura globalement un impact faible sur le patrimoine naturel à ponctuellement moyen à assez fort (friches favorables aux Orthoptères et petit territoire de chasse attractif pour les Chiroptères).

E.- Analyse réglementaire

1.- Impacts sur les espèces légalement protégées

Rappelons que les contraintes réglementaires doivent être bien différenciées de la valeur patrimoniale écologique telle qu’analysée précédemment et qui est basée uniquement sur la rareté des espèces. **En effet, la présence d'espèces protégées ou d'intérêt communautaire mais banales ne confère aucune valeur patrimoniale écologique mais peut induire une contrainte légale.**

Tableau n°2 : Nombre d'espèces protégées observée sur le site par groupe systématique

Groupes	Protection régionale	Protection national
Avifaune	0	17
Chiroptères	0	5
Amphibiens & Reptiles	0	0
Invertébrés	0	0
Flore	0	0

Tableau n°3 : Synthèse des impacts sur les espèces légalement protégée

Espèces	Enjeux	Nature de l'impact	Niveau de l'impact
Avifaune (quelques espèces banales)	Faibles	Impact sur une zone de nourrissage et quelques sites de nidification potentiel (arbres isolés)	Faible
Chiroptères Territoire de chasse	Assez fort	Impact sur un petit territoire de chasse urbain attractif pour quelques espèces anthropophiles	Modéré
Chiroptères Gîtes	Faibles	Potentialités de gîtes artificiels nul (absence de bâtiment) et faible en termes de gîtes arboricoles	Faible

Les impacts du projet sur les espèces légalement protégées seront faibles à ponctuellement modérés sur un petit territoire de chasse urbain attractif pour quelques espèces anthropophiles de Chiroptères.

2.- Incidences du projet sur le réseau Natura 2000

Une seule espèce d’intérêt communautaire a été inventorié sur le site : le Grand rhinolophe.

Tableau n°4 : Nombre d’espèces et d’habitats de la Directive recensés au cours de l’étude

Groupes	Directive Habitats	Groupes	Directive Habitats
Avifaune	0	Flore supérieure	0
Chiroptères	1	Flore inférieure	0
Amphibiens & Reptiles	0	Habitats	0
Invertébrés	0		

Tableau n°5 : Synthèse des impacts sur les espèces, les habitats et le réseau Natura 2000

Espèces	Enjeux	Nature de l'impact	Niveau de l'impact
Grand rhinolophe	Assez fort	Impact un petit territoire de chasse urbain attractif	Modéré



Grand rhinolophe (photographie hors site)

Les incidences du projet sur les habitats et le réseau Natura 2000 seront faibles à ponctuellement modérées sur le Grand rhinolophe.

3.- Impacts sur les corridors écologiques (SRCE)

L'analyse du SRCE et de la trame écologique ont montré dans le diagnostic un intérêt faible du périmètre qui s'inscrit dans un corridor urbain dense.

Tableau n°6 : Impacts sur le SRCE

SRCE	Enjeux	Nature de l'impact	Niveau de l'impact
Corridor urbain	Faible	Transformation d'un ancien site déjà artificialisé en espace de logements	Faible

Les impacts du projet sur les corridors écologiques seront faibles.

4.- Impacts sur les espaces boisés et les haies

Le projet n'impacte aucun espace boisé ni haie.

5.- Impacts sur les zones humides

Aucune zone humide n'est impactée par le projet.

F.- Effets cumulés

Le projet s'inscrit dans le cadre du réaménagement d'un site qui était déjà fortement artificialisé. Par conséquent ces effets cumulés seront faibles.

Proposition de mesures

Compte tenu du contexte (nature du projet, faiblesse des impacts...), peu de mesures d'évitement et de réduction peuvent être proposées.

A.- Mesures d'évitement et de réduction

Mesure n°1 : Gestion extensive de 11 espaces de CLMH

Type de mesure	Réduction
Cibles	Territoire de chasse des Chiroptères dont le Grand rhinolophe

Les Chiroptères sont des espèces à grand rayon d'action dont les populations gisant sur l'agglomération de Caen sont capables d'utiliser les différents territoires de chasse disponibles. Ce n'est donc pas la présence d'un petit territoire de chasse attractif sur le périmètre du projet qui est important mais la conservation d'un réseau de territoire de chasse à l'échelle de l'agglomération.

Le développement d'une gestion extensive décidé en Janvier 2022 sur 11 sites gérés par Caen-la-Mer-Habitats va dans ce sens et est présenté ici comme une mesure de réduction des impacts à l'échelle globale.

B.- Séquences ERC

Tableau n°6 : Séquence ERC sur le patrimoine naturel

Patrimoine naturel	Enjeux globaux	Impacts	Mesures réduction & évitement ou d’accompagnement	Impact après mesures
Flore	Faibles	Faibles		Faible
Habitats naturels	Faibles	Faibles		Faible
SRCE	Faibles	Faibles		Non significatifs
Avifaune protégée	Faibles	Faibles		Non significatifs
Chiroptères Territoire de chasse	Assez fort	Ponctuellement assez forts	Mesure n°1 : Mise en place d’une gestion extensive sur 11 espaces gérés par CLMH	Non significatifs
Chiroptères Gîtes	Faibles	Faibles		
Zones humides	Nuls	Nuls		Nul
Espaces réglementés	Faibles	Faibles		Non significatifs

C.- Mesures de compensation

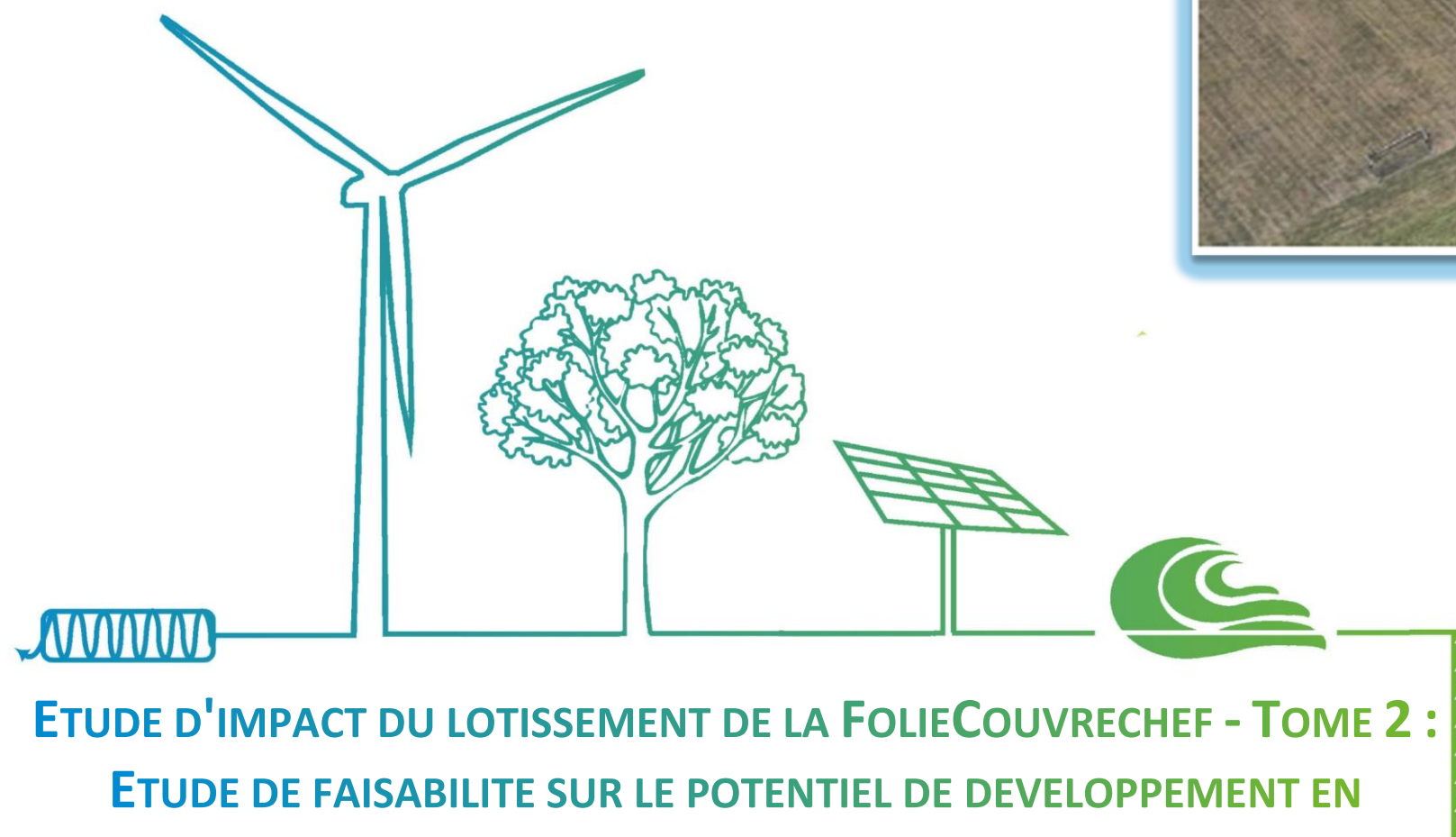
Le niveau faible ou non significatif des impacts ne nécessite pas la mise en œuvre de mesure de compensation.

ANNEXE 4 – ETUDE DE FAISABILITE SUR LE POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT EN ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION – INGETEC 2024



CAEN LA MER HABITAT

OPERATION D'AMENAGEMENT DE LA FOLIE COUVRECHÉF



ETUDE D'IMPACT DU LOTISSEMENT DE LA FOLIE COUVRECHÉF - TOME 2 :
ETUDE DE FAISABILITE SUR LE POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT EN
ENERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION



INGETEC

13487-1 Version A du 04/04/2024

Maître d’Ouvrage



Caen La Mer Habitat
1 Place Jean Nouzille CS 15227
14052 CAEN Cedex 4

Document établi par :



INGETEC
135 Allée Paul Langevin
Immeuble Faraday
76230 BOIS-GUILLAUME

Référence, auteur et archivage du document

Référence	13487-1 Version A
Auteur(s)	Amélie DOSSIER- Chargée d’études
Archivage	P:\Operations\OPE13400\13487\1\Documents\02 - Etude ENR\13487-1 Etude ENR&R.docx

Contrôle interne et suivi des modifications

Contrôle	Date :	Par :	Visa :
Auto-contrôlé	19/04/24	Amélie DOSSIER- Chargée d’études	
Vérifié et présenté	19/04/24	Mathieu DECAIGNY - Directeur de Projet	
Approuvé	19/04/24	Mathieu DECAIGNY - Directeur de Projet	

Version	Date	Nature des modifications
A	19/04/24	

SOMMAIRE

1	CONTEXTE DU PROJET & OBJECTIFS DE L'ETUDE	5
1.1	Contexte du projet & Intentions d'aménagement	6
1.1.1	Contexte & Localisation du projet	6
1.1.2	Enjeux du secteur & Intentions d'aménagement	7
1.2	Cadrage réglementaire et méthodologique	9
1.2.1	Article L.300-1 du Code de l'urbanisme	9
1.2.2	Application de l'article L.300-1 du Code de l'urbanisme au projet	9
1.2.3	Cadrage méthodologique	9
1.2.4	Processus de développement du projet	9
1.2.5	Méthodologie de l'EFPDENR&R	9
2	ETAPE 1 – PRESENTATION DE L'ETUDE D'OPPORTUNITES	11
2.1	Cadrage préalable	12
2.1.1	Définition des énergies renouvelables et de récupération (ENR&R)	12
2.1.2	Objectifs européens et français en termes de développement des énergies renouvelables	12
2.2	Enjeux énergétiques du projet	13
2.3	Identification des documents susceptibles d'orienter la stratégie énergétique du projet	14
2.3.1	Textes réglementaires et normes spécifiques associés aux énergies renouvelables	14
2.3.2	Documents stratégiques sur les questions associées aux modifications climatiques et aux énergies	14
2.3.3	Documents de planification territoriale	16
2.4	Diagnostic territorial	17
2.4.1	Types d'énergies, systèmes et échelles	17
2.4.2	Étude d'opportunités sur le développement des ENR&R	18
2.5	Synthèse des opportunités de développement des ENR&R	32
3	ETAPE 2 – PREPARATION A L'ETUDE DE FAISABILITE	35
3.1	Préambule	36
3.1.1	Objectifs & Méthode	36
3.1.2	Hypothèses	36
3.2	Estimation des besoins énergétiques futurs du projet	38
3.3	Stratégie énergétique retenue pour le projet	39
	TABLE DES ILLUSTRATIONS	41

1

CONTEXTE DU PROJET & OBJECTIFS DE L'ETUDE

1.1 Contexte du projet & Intentions d'aménagement

1.1.1 Contexte & Localisation du projet

Le projet se situe au nord de la commune de Caen au-delà du périphérique Nord et à proximité de la ZAC Mont-Coco. Il est localisé en frange de la caserne des pompiers, des pavillons résidentiels et du boulevard Jean Moulin.

La caserne est toujours en activité, et le projet se situe au sud de cette dernière, à l'emplacement des anciens logements dédiés aux sapeurs-pompiers. Depuis 2016, ces derniers ne sont plus logés par le SDIS. Les logements n'étant plus adaptés aux besoins du marché, la démolition a été engagée et une recomposition du site.

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

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

L'objectif sur cette parcelle en friche, est de développer un lotissement à usage d'habitation et comportant 11 lots.

Schéma 1 : Emprise de la caserne restituée à la ville de Caen (source : Convention de mise à disposition du centre de secours, juillet 2016)

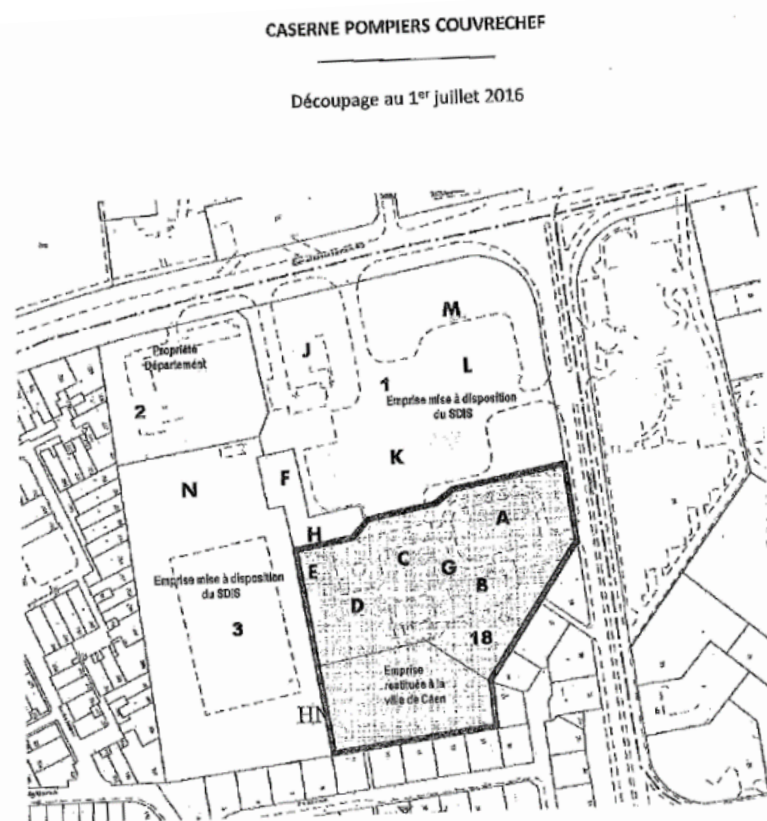


Schéma 2 : OAP intégrée au PLU dans le cadre de la modification n°3 (source : Caen Métropole, 2018)

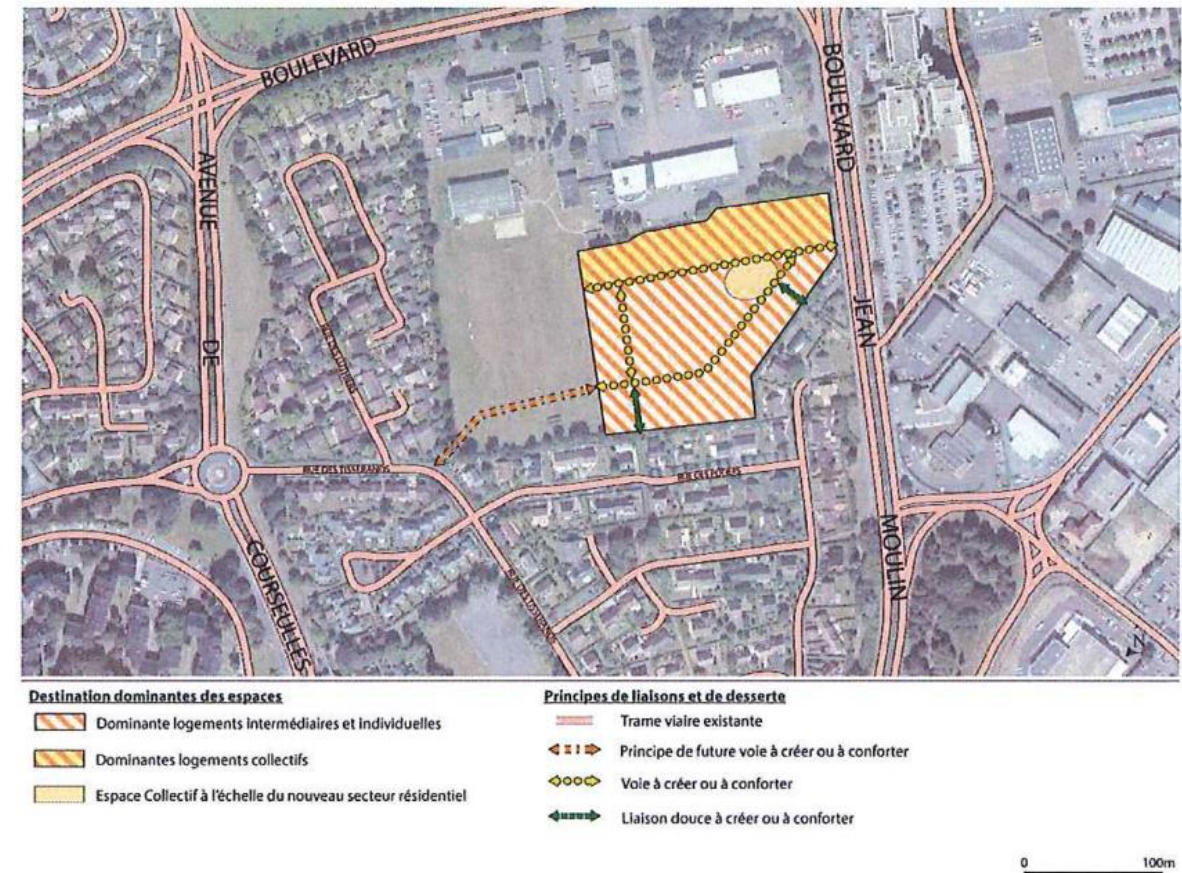


Schéma 3 : Localisation du projet sur la base d'une photo aérienne avant démolition des logements et du plan cadastral (source : MOSAIC)



1.1.2 Enjeux du secteur & Intentions d'aménagement

Au stade actuel de la création de ZAC, les enjeux et objectifs poursuivis à travers le schéma d'aménagement du projet sont les suivants :

- Enjeux urbains
 - Greffer le nouveau quartier au tissu urbain existant
 - Eviter l'enclavement du quartier dans le futur
 - Insérer le lotissement dans la continuité des aménagements proches
 - Proposer une mixité de typologie de logements
- Enjeux sociologiques
 - Favoriser la proximité et les échanges des habitants avec le tissu urbain existant (liaisons véhicules, piétons...)
 - Développer le maillage piétonnier entre les quartiers existants et futurs, et les cheminements existants ou projetés en périphérie du site
- Enjeux paysagers
 - Traiter les limites de l'opération et leur perception dans le paysage environnant
 - Equilibrer les aménagements paysagers et les surfaces urbanisées (continuité des trames végétales)
 - Conserver le patrimoine végétal existant
- Enjeux environnementaux
 - Intégrer les principes de développement durable dans la conception de l'aménagement (gestion équilibrée des ressources, déplacements urbains, respect de l'environnement, formes urbaines...)
 - Prévoir une gestion intégrée des eaux pluviales
- Enjeux énergétiques
 - Optimiser les orientations de bâti pour des apports solaires et lumineux naturellement.
 - Assurer le déploiement du réseau de chaleur urbain

Le projet architectural et paysager du projet a été développé de sorte à répondre à ces enjeux.

L'opération prévoit la création d'un lotissement à usage d'habitation comportant 11 lots répartis sur du logement de différentes typologie (collectif, intermédiaire, maisons individuelles). Il sera ainsi prévu près de 194 logements. Ces nouvelles constructions auront un épannelage croissant du Sud vers le Nord du R+1 au R+4 au plus haut pour une insertion dans le paysage existant.

La desserte du lotissement se fera depuis le boulevard Jean Moulin et par une voie en boucle à l'intérieur de ce dernier. Des liaisons piétonnes seront assurées sur le lotissement mais également vers les abords du site.

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

Schéma 4 : Programmation et épannelage sur l'opération (MsAIC Aménagement)

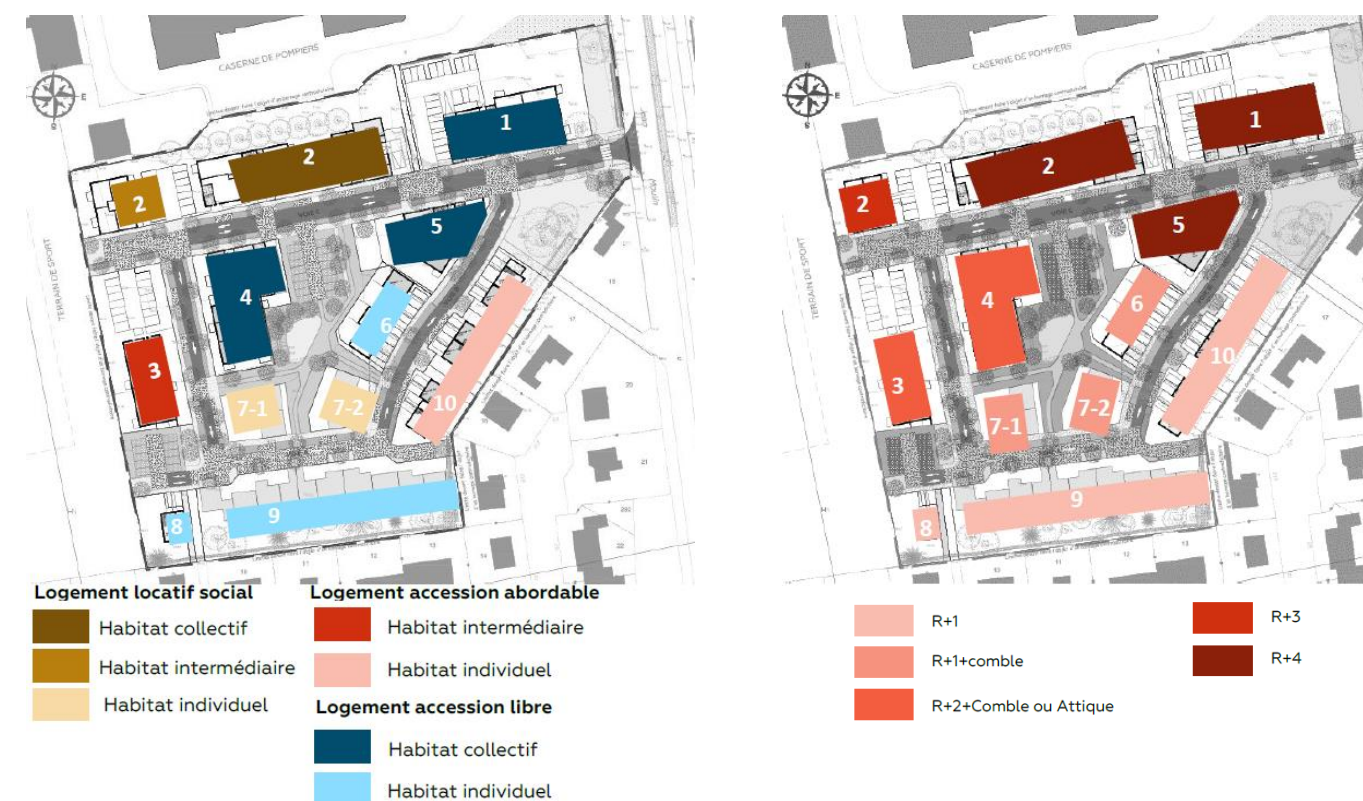


Schéma 5 : Maillage sur le quartier (MOSAIC Aménagement)

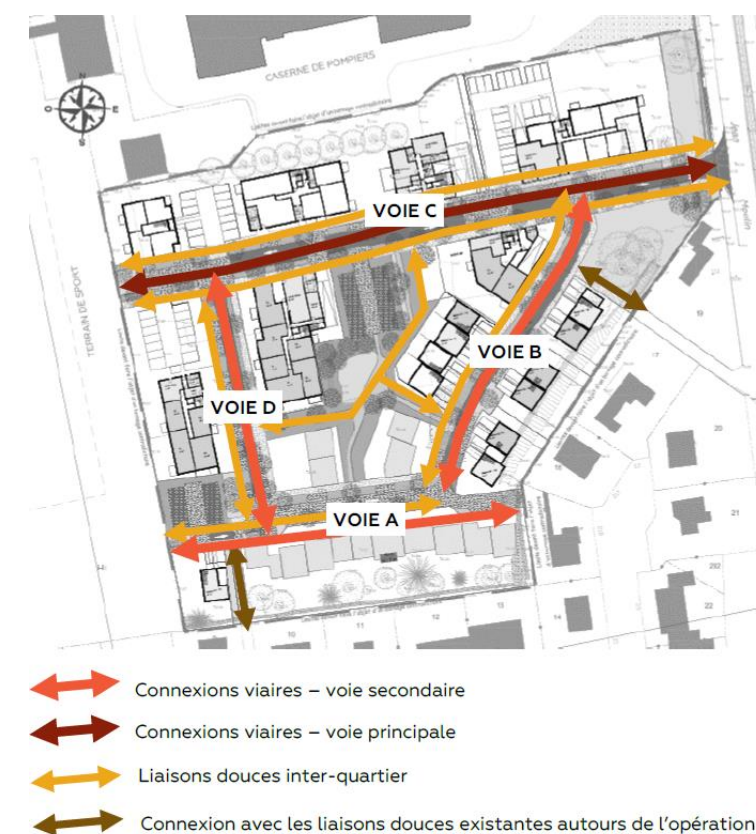
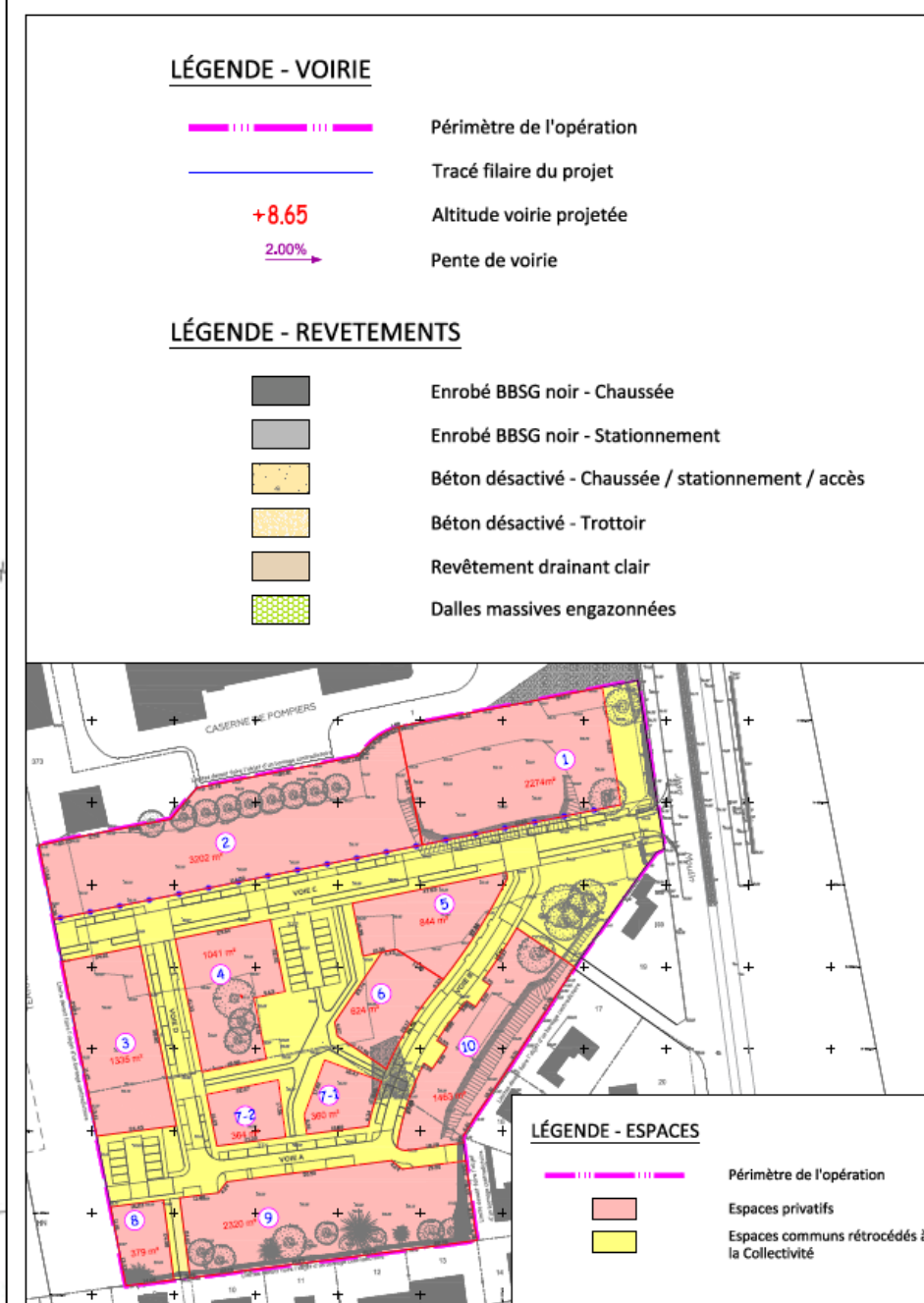


Schéma 6 : Plan de composition du projet (MOSAIC Aménagement)



1.2 Cadrage réglementaire et méthodologique

1.2.1 Article L.300-1 du Code de l'urbanisme

« Toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

1.2.2 Application de l'article L.300-1 du Code de l'urbanisme au projet

En raison de ses caractéristiques, l'opération d'aménagement de la Folie Couvrechef nécessite la réalisation d'une évaluation environnementale.

Cette procédure porte sur la réalisation des aménagements publics nécessaires à la mise en œuvre du projet (viabilisation des terrains pour permettre, dans un second temps, l'intervention d'opérateurs privés (promoteurs, particuliers, ...) qui suivront leurs propres procédures opérationnelles (dossiers de demande de permis d'aménager et/ou de construire).

Dans ces conditions, le projet porté par Caen La Mer Habitat sur le secteur La Folie Couvrechef entre donc dans le champ d'application de l'article L.300-1 du Code de l'urbanisme qui impose la réalisation d'une Étude de Faisabilité sur le Potentiel de Développement des Énergies Renouvelables et de Récupération (EFPDENR&R) pour toute opération d'aménagement soumise à évaluation environnementale.

1.2.3 Cadrage méthodologique

Tout d'abord, il convient de noter que si l'article L.300-1¹ du Code de l'urbanisme énonce un certain nombre de principes qui doivent être développés dans l'EFPDENR&R, il ne précise pas le contenu détaillé ni la portée de l'étude de faisabilité qui ne sont par ailleurs abordés dans aucun autre texte légal ou réglementaire.

Dans ces conditions, il a donc été jugé utile de s'appuyer sur une méthodologie adaptée² visant à répondre à la fois aux prescriptions réglementaires fixées par le Code de l'urbanisme et à la stratégie opérationnelle définie pour la mise en œuvre du projet. À ce titre, deux remarques peuvent être formulées :

- L'article L.300-1 du Code de l'urbanisme n'indique pas qui doit être le maître d'ouvrage de l'EFPDENR&R ;
- L'article L.300-1 du Code de l'urbanisme n'impose pas que l'étude relative au développement des énergies renouvelables fasse partie intégrante du dossier d'étude d'impact.



¹ L'article L.300-1 du code de l'urbanisme intègre désormais le contenu de l'ancien article L.128-4 qui a été abrogé

1.2.4 Processus de développement du projet

Le projet résulte d'un processus d'aménagement phasé et intégrant plusieurs intervenants :

- **PHASE 1** - Dans un premier temps, avec l'appui de l'équipe de maîtrise d'œuvre, Caen La Mer Habitat intervient en tant que concepteur du projet. Durant cette étape, la maîtrise d'ouvrage se charge :
 - De confirmer la vocation du projet ;
 - De définir le programme des aménagements publics nécessaires au quartier ;
 - De fixer les principaux objectifs du projet notamment par le biais du règlement de lotissement.
- **PHASE 2** - Dans un second temps, CLMH assurera, le dépôt des différentes demandes d'autorisation d'urbanisme, la réalisation des aménagements publics et la commercialisation des parcelles privées.
- **PHASE 3** - Dans un dernier temps, des opérateurs privés feront l'acquisition des terrains viabilisés en vue d'y développer leurs projets et réaliseront, à ce titre, les différents aménagements permettant de répondre à leurs propres besoins (y compris énergétiques) dans le respect des prescriptions qui auront préalablement été définies par CLMH.

La présente mission s'inscrit au stade de la PHASE 1 de développement du projet.

1.2.5 Méthodologie de l'EFPDENR&R

Au regard de ce qui précède et conformément aux recommandations détaillées dans le guide méthodologique retenu en référence, CLMH a choisi de scinder l'EFPDENR&R en 2 étapes clés dont l'expertise est adaptée au contexte opérationnel du projet :

- **ETAPE 1** – Menée dans le cadre de la phase de diagnostic du projet, elle consiste en un état des lieux des gisements (incluant leur pérennité, qui peut avoir déjà été étudiée dans le cadre du PCAET, du SDE, ou d'autres réflexions menées sur le territoire concerné) et un premier tri des solutions qui, en fonction du contexte local et des objectifs, peuvent présenter un potentiel intéressant. Les conclusions de cette 1^{ère} ETAPE peuvent conduire à orienter certaines caractéristiques de l'aménagement, notamment sur le plan spatial.
- **ETAPE 2** – Menée dans le cadre de la phase de définition des principes d'aménagement de programmations, elle repose sur l'analyse de la faisabilité technico-économique des différentes solutions envisageables (parmi la pré-sélection établie à l'issue de l'ETAPE 1) en vue de répondre aux besoins énergétiques propres aux constructions développées au sein du quartier. En cohérence avec les éventuels objectifs fixés par CLMH et les prescriptions réglementaires imposées à certaines constructions (normes thermiques, Code de la construction et de l'habitat), la réalisation de cette ETAPE 2 doit permettre d'aboutir sur l'identification du ou meilleur scénario possible pour mobiliser les ENR et obtenir le meilleur bilan énergétique tout en considérant leur faisabilité technico-économique.

² La méthodologie retenue dans notre approche repose les recommandations du guide « Études sur les énergies renouvelables dans les nouveaux aménagements - Conseils pour la mise en œuvre de l'article L.128-4 du Code de l'Urbanisme » produit par un groupe de travail composé de différents services déconcentrés de l'Etat et accessible sur internet suivant ce lien : <http://www.certu.fr/guide-energies-renouvelables-et-a238.html>

2

ETAPE 1 – PRESENTATION DE L'ETUDE D'OPPORTUNITES

2.1 Cadrage préalable

2.1.1 Définition des énergies renouvelables et de récupération (ENR&R)

Une énergie renouvelable est une énergie produite à partir de sources non fossiles renouvelables (Directive européenne 2009/28/CE du 23 avril 2009), qui sont des ressources naturelles dont la vitesse d'exploitation permet la régénération du stock initial. La régénération s'apprécie à l'échelle de temps de la vie humaine. Relèvent ainsi de la catégorie des énergies renouvelables : les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydrothermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue de la biomasse³, du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz (Article L211-2 du Code de l'énergie).

Sont considérées comme énergies de récupération, l'exploitation énergétique de la fraction non biodégradable des déchets ménagers ou assimilés, des déchets des collectivités, des déchets industriels, des résidus de papeterie et de raffinerie, les gaz de récupération (mines, cokerie, haut-fourneau, aciérie et gaz fatals) et la récupération de chaleur sur eaux usées ou de chaleur fatale à l'exclusion de la chaleur produite par une installation de cogénération pour la part issue d'énergie fossile.

2.1.2 Objectifs européens et français en termes de développement des énergies renouvelables

2.1.2.1 Objectifs européens

La directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 définissait initialement un cadre commun pour la promotion de la production d'énergie à partir de sources renouvelables et fixait des objectifs nationaux contraignants. Ces objectifs nationaux devaient permettre d'atteindre l'objectif global de 20 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de la Communauté d'ici à 2020.

Cette directive a plus récemment fait l'objet d'une refonte et la nouvelle Directive 2018/2001 fixe un objectif collectif contraignant d'au moins 32 % d'EnR dans la consommation finale brute d'énergie de l'UE d'ici 2030. Contrairement à la précédente directive qui avait été définie pour la période 2013-2020, il n'y a cette fois-ci plus d'objectifs nationaux contraignants formels mais à partir du 1^{er} janvier 2021, la part des EnR dans la consommation finale brute d'énergie ne doit pas être inférieure à des « niveaux de référence » nationaux en 2030. Les états membres doivent toutefois fixer eux-mêmes des « contributions nationales » afin de respecter collectivement l'objectif global de 32 % de l'UE.

2.1.2.2 Objectifs français

Les objectifs français en termes de développement des énergies renouvelables sont fixés dans le cadre de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) de 2015 et de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour les périodes 2019-2023 et 2024-2028.

- 1 Réduction des émissions de gaz à effet de serre : La France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 40% d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990, et à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.
- 2 Augmentation de la part des énergies renouvelables : La LTECV fixe un objectif de 32% d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie en 2030. La PPE prévoit une augmentation de la capacité installée d'énergies renouvelables de 74 GW en 2017 à 113 GW en 2023, avec des objectifs spécifiques pour chaque filière (éolien, solaire, hydroélectrique, biomasse, etc.).
- 3 Amélioration de l'efficacité énergétique : La France vise à réduire sa consommation énergétique finale de 50% en 2050 par rapport à 2012, avec un objectif intermédiaire de 20% en 2030.

- 4 Développement des réseaux énergétiques : La PPE prévoit un renforcement et une modernisation des réseaux électriques pour mieux intégrer les énergies renouvelables et assurer la sécurité d'approvisionnement.
- 5 Recherche et innovation : La France soutient la recherche et l'innovation dans le domaine des énergies renouvelables, avec notamment le programme "Investissements d'avenir" et les appels à projets de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).

La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) prévoit des mesures et orientations qui contribuent à l'augmentation de la part des énergies renouvelables, à savoir :

- Le développement de la production d'électricité renouvelable, en particulier l'éolien terrestre et en mer, le solaire photovoltaïque et la géothermie.
- Le développement de la production de chaleur renouvelable, en particulier la biomasse, la géothermie et le solaire thermique.
- Le développement de la production de biogaz, notamment à partir de déchets organiques.
- Le développement de l'hydrogène renouvelable, produit à partir d'électricité renouvelable.
- La promotion de l'autoconsommation d'énergie renouvelable, notamment pour les particuliers et les entreprises.
- Le renforcement des réseaux électriques pour intégrer davantage d'énergies renouvelables.

La Stratégie Nationale pour la Transition Ecologique vers un Développement Durable (SNTEDD) propose également des mesures en faveur des énergies renouvelables :

- La promotion de la production et de la consommation d'énergies renouvelables locales, en particulier dans les territoires ruraux et ultramarins.
- Le développement de la filière bois-énergie, en particulier pour la production de chaleur renouvelable.
- Le développement de la méthanisation, en particulier dans les exploitations agricoles.
- La promotion de l'efficacité énergétique et de la sobriété énergétique, pour réduire la consommation d'énergie et donc augmenter la part des énergies renouvelables dans la consommation totale.
- Le développement de l'économie circulaire, en particulier pour valoriser les déchets en énergie renouvelable.
- Le renforcement de la recherche et de l'innovation dans le domaine des énergies renouvelables.

³ La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers.

2.2 Enjeux énergétiques du projet

Comme nous l'avons vu au chapitre 1, le projet visé par la présente étude concerne l'opération d'aménagement La Folie Couvrechef porté par Caen La Mer Habitat qui vise à développer sur une friche un nouveau quartier de logement. À ce stade, les points qui peuvent être affirmés dans le cadre de la présente étude concernent donc :

- La disponibilité de ressources énergétiques classiques sur le secteur avec :
 - Un réseau de desserte en gaz ;
 - Un réseau de desserte en électricité.

Ce sont par ailleurs ces réseaux dits classiques qui assurent actuellement la desserte énergétique de l'ensemble des équipements publics (bâtiment et éclairage) et de la plupart des constructions privées (habitations, commerces, activités, ...) implantées à proximité comme sur le secteur Mont Coco.

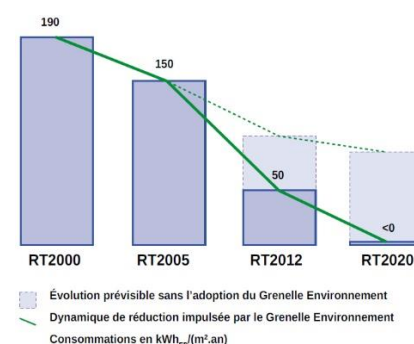
- Le programme de construction du projet :

Au regard de la réglementation actuelle, les nouveaux logements projetés dans le cadre de ce projet, seront soumis aux exigences de la norme RE2020 qui fixe la dépense énergétique des bâtiments neufs à 0 kWh_{EP}/m²/an, c'est-à-dire que la construction en question devra produire plus d'énergie qu'il en consomme ou de façon égale. On parle dans ce cas de bâtiments à énergie positive (BEPOS). Cette réglementation RE2020 est thermique, mais également énergétique et environnementale. Pour les bâtiments à usage d'habitation, la réglementation est applicable depuis le 1^{er} Janvier 2022.

Consolidés par la loi « Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique » (ELAN) publiée en 2018, les objectifs de la RE 2020 sont les suivants :

- Poursuivre l'amélioration de la performance énergétique et la baisse des consommations des bâtiments neufs. La RE 2020 va au-delà de l'exigence de la RT 2012, en insistant en particulier sur la performance de l'isolation quel que soit le mode de chauffage installé, grâce au renforcement des exigences sur l'indicateur de besoin bioclimatique (dit « Bbio »). Elle introduit également de nouveaux indicateurs pour inciter au recours d'énergies renouvelables.
- Diminuer l'impact sur le climat des bâtiments neufs en prenant en compte l'ensemble des émissions du bâtiment sur son cycle de vie, de la phase de construction à la fin de vie (matériaux de construction, équipements), en passant par la phase d'exploitation (chauffage, eaux chaude sanitaire, climatisation, éclairage...), via une analyse en cycle de vie. Ceci permet d'une part d'inciter à des modes constructifs qui émettent peu de gaz à effet de serre ou qui permettent d'en stocker tels que le recours aux matériaux biosourcés. D'autre part, ceci limite la consommation de sources d'énergie carbonées.
- Garantir aux habitants que leur logement sera adapté en cas de forte chaleur en introduisant un objectif de confort en été. Les bâtiments devront mieux résister aux épisodes de canicule, qui seront plus fréquents et intenses du fait du changement climatique.

Graphique 1 : Évolution des exigences énergétique des bâtiments neufs en application des orientations fixées par la loi Grenelle (ADEME)



Pour les nouveaux bâtiments de logements, la RE 2020 fixe plusieurs niveaux de performance à atteindre, qui portent sur :

- L'efficacité énergétique du bâtiment : la RE 2020 impose une consommation d'énergie primaire maximale, exprimée en kWh/m²/an. Cette consommation maximale est calculée à partir d'un indicateur appelé le Bbio (besoin bioclimatique), qui mesure la qualité de l'isolation thermique du bâtiment, sa compacité et sa capacité à capter les apports solaires gratuits.
- L'impact carbone du bâtiment : la RE 2020 impose une limite maximale d'émissions de gaz à effet de serre, exprimée en kgCO₂eq/m². Cette limite est calculée à partir d'un indicateur appelé le Carbone, qui mesure les émissions de gaz à effet de serre liées à la construction, à l'exploitation et à la fin de vie du bâtiment.
- Le confort d'été : la RE 2020 impose des exigences de confort d'été, qui visent à limiter les surchauffes dans les bâtiments en période estivale. Ces exigences sont calculées à partir d'un indicateur appelé le DH (degrés-heures), qui mesure la durée et l'intensité des dépassements de température par rapport à une température de référence.

Pour atteindre ces niveaux de performance, la RE 2020 encourage le recours aux énergies renouvelables et aux solutions bas carbone, telles que l'isolation thermique renforcée, les pompes à chaleur, les panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, la ventilation naturelle, etc. Elle prévoit également des bonus de performance pour les bâtiments qui vont au-delà des exigences réglementaires, notamment en matière d'émissions de gaz à effet de serre, de production d'énergie renouvelable ou de stockage de carbone.

Les niveaux de performance à respecter pour un bâtiment de logement à Caen selon la RE 2020 dépendent de plusieurs facteurs, tels que la surface du bâtiment, son usage, son altitude et sa localisation géographique précise. Pour un bâtiment de logement neuf situé en zone climatique H1b, les valeurs moyennes à respecter sont :

- Bbio : le Bbio maximal à respecter est de 65.
- Cep (consommation d'énergie primaire) : la consommation d'énergie primaire maximale à respecter est de 45 kWh/m²/an.
- Ic énergie (indicateur de confort d'été) : l'indicateur de confort d'été à respecter est de 1250 DH (degrés-heures).
- Ic construction (indicateur d'impact carbone lié à la construction) : l'indicateur d'impact carbone lié à la construction à respecter est de 650 kgCO₂eq/m² de surface de plancher.
- Ic énergie (indicateur d'impact carbone lié à l'énergie) : l'indicateur d'impact carbone lié à l'énergie à respecter est de 4 kgCO₂eq/m² de surface de plancher et par an.

2.3 Identification des documents susceptibles d'orienter la stratégie énergétique du projet

D'une manière générale, les différents documents susceptibles d'orienter la stratégie énergétique du projet peuvent être :

- Des textes réglementaires ou des normes spécifiques applicables au projet ;
- Des documents stratégiques sur les questions associées aux modifications climatiques et aux énergies ;
- Des documents de planification territoriale.

2.3.1 Textes réglementaires et normes spécifiques associés aux énergies renouvelables

À noter qu'à l'exception de la présente étude (en application du Code de l'urbanisme), compte tenu de la nature du projet, les textes réglementaires et normes spécifiques associés au développement des énergies renouvelables concernent principalement la création de bâtiments :

- Dans le Code de la Construction et de l'Habitat en France, il est imposé la réalisation d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs.

Dans le cadre de ces réglementations, les maîtres d'ouvrage sont tenus de réaliser une étude de faisabilité énergétique afin d'évaluer les différentes options d'approvisionnement en énergie pour le bâtiment à construire. Cette étude permet de déterminer les solutions les plus adaptées pour garantir une consommation d'énergie optimale et respectueuse de l'environnement.

- La norme thermique fixée dans la réglementation environnementale RE2020 :

La RE2020 est applicable à partir de janvier 2022 pour les logements.

L'objectif recherché au travers de cette RE2020 est d'optimiser la consommation énergétique et prendre en compte l'empreinte carbone du bâtiment tout au long de son cycle de vie, depuis la fabrication des matériaux, la construction, l'utilisation du bâtiment, sa déconstruction jusqu'au recyclage des matériaux.

La RE2020 repose donc entre autres sur des maisons possédant une isolation thermique, des apports en luminosité et des systèmes thermiques performants pour une consommation d'énergie minimale. Ces bâtiments doivent aussi produire de l'énergie pour couvrir leurs propres besoins, grâce aux énergies renouvelables et à la mise en place de dispositifs tels que les panneaux photovoltaïques. Le confort global des occupants est aussi pris en compte dans les critères de la RE2020 (qualité de l'air intérieur, confort thermique, lumière naturelle...).

Ces prescriptions réglementaires s'appliquent de plein droit aux constructions nouvelles développées dans le cadre du projet d'aménagement de la Folie Couvrechef.

2.3.2 Documents stratégiques sur les questions associées aux modifications climatiques et aux énergies

2.3.2.1 Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Équité des Territoires (SRADDET) de Normandie

La loi NOTRe (loi portant Nouvelle Organisation Territoriale de la République) du 7 août 2015 précise et renforce le rôle de l'institution régionale dans sa fonction planificatrice en créant un nouveau schéma : le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires) qui a une valeur prescriptive et qui se substitue à un certain nombre de schéma préexistants.

Ce document vient organiser la stratégie régionale normande à moyen et long terme, à l'horizon 2030 et 2050, en définissant des objectifs et des règles en rapport avec 11 thématiques obligatoires : Équilibre et égalité des territoires, Habitat, Maîtrise et valorisation de l'énergie, Implantation des grandes infrastructures d'intérêt régional, Gestion économe de l'espace, Lutte contre le changement climatique, Désenclavement des territoires ruraux, Intermodalité et développement des transports, Pollution de l'air, Protection et restauration de la biodiversité, Prévention et gestion des déchets.

Adopté par le Conseil Régional le 22 juin 2020 et approuvé par le Préfet de Normandie le 2 juillet 2020, le SRADDET fixe plusieurs objectifs sur la réduction des consommations d'énergies, des émissions de GES et de l'augmentation de la part d'EnR dans la consommation dans le respect des ambitions nationales à savoir :

- Réduire les consommations d'énergies de 20% en 2030 et de 50% en 2050 par rapport à 2012.
- Atteindre 32% d'énergies renouvelables dans la consommation en 2030.
- Réduire les émissions des GES de 75% en 2050 par rapport à 1990.

Le SRADDET est en cours de modification afin d'y intégrer les évolutions liées à la loi Climat et Résilience avec notamment la démarche « zéro artificialisation nette » (ZAN) qui demande aux territoires de réduire de 50% le rythme de consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers d'ici 2030.

La proposition de modification du SRADDET fera l'objet d'une adoption par le Conseil Régional de la Région Normandie au premier trimestre 2024 avant d'être soumise pour approbation au Préfet de Région.

2.3.2.2 Le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) de Caen Normandie Métropole

La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (Loi TECV) impose à tous les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) à fiscalité propre, de plus de 20 000 habitants, d'élaborer un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) au plus tard le 31 décembre 2018.

Les élus du Pôle Métropolitain Caen Normandie Métropole ont choisi de mener le PCAET à l'échelle du Pôle « Socle » (6 intercommunalités, dont la Communauté Urbaine Caen la mer, 208 communes, environ 380 000 hab.) pour avoir une vision plus large et globale de ces enjeux, qui vont au-delà des limites administratives des territoires. Ce PCAET, approuvé en comité syndical du 16 juin 2023, développe une stratégie axée sur la sobriété énergétique, avec des objectifs forts à l'horizon 2050 du point de vue des transports, des bâtiments, du système économique, de la production d'EnR, de séquestration du carbone et d'amélioration de la qualité de l'air.

Du point de vue de la production d'EnR, ce qui concerne plus particulièrement cette étude, la volonté portée est celle d'un développement concerté des EnR pour un déploiement équilibré et équitable à l'échelle métropolitaine des installations nécessaires tel que :

- Bois énergie : exploitation des haies et augmentation du linéaire de haies, couplé à l'installation de chaufferies bois (+ 554 GWh/an).
- Énergie solaire : installation de panneaux solaires photovoltaïques en toitures et de chauffe-eau solaires (+ 199 GWh/an).
- Réseaux de chaleur : extension des réseaux existants et création de nouveaux réseaux (+ 187 GWh/an).
- Méthanisation : développement d'unités en agglomération comme à la ferme (200 GWh/ an).
- Éolien : repowering des parcs existants et création de nouveaux parcs (+ 123 GWh/an).
- Pompes à chaleur : + 110 GWh/an.
- Autres (chaleur fatale etc.) : + 128 GWh/an.

2.3.2.3 Le Schéma Directeur de l'Énergie (SDE) de Caen la Mer

La Communauté Urbaine de Caen la Mer est, depuis 2015, lauréate de l'appel à projet national « Transition Énergétique pour une Croissance Verte », avec trois actions phares de transition énergétique : un schéma directeur de l'énergie, l'optimisation de l'éclairage public dans les zones d'activités communautaires et un schéma directeur cyclable.

L'élaboration du Schéma Directeur de l'Énergie constitue l'une des trois actions phares de transition énergétique dans le cadre de la démarche Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte. Celui-ci est un outil de planification énergétique consistant à intégrer la question de l'énergie dans les projets d'aménagement et de développement à l'échelle du bâtiment, des quartiers et des communes de la Communauté Urbaine.

La finalité du SDE est de permettre : la sobriété et l'efficacité énergétiques du territoire, l'accessibilité de l'énergie pour tous (précarité énergétique), la lutte contre le changement climatique et la performance de l'approvisionnement énergétique du territoire. A cet effet, il conduira plus concrètement à :

- La production d'une feuille de route décidée par les élus permettant aux services de mettre en œuvre les actions avec les moyens associés,
- L'identification des nécessaires interactions et articulations avec les documents de planification territoriale (PLU, SCoT, PDU, PLH, PCAET...),
- La création d'un SIG énergie intégré au SIG de la collectivité,
- La mise en œuvre d'une démarche transversale au sein de la collectivité,
- L'implication des acteurs territoriaux dans les questions énergétiques,
- Traduire de manière opérationnelle l'engagement politique de la collectivité dans sa politique de transition énergétique.

La réalisation du Schéma Directeur de l'Énergie s'articule autour de deux étapes :

- **Étape 1** : Dresser les perspectives énergétiques du territoire. Cette première étape intègre notamment :
 - Un état des lieux énergétique,
 - Une évolution tendancielle de la demande et de la production énergétique du territoire à l'horizon 2020, 2030 et 2050,
 - Une étude du potentiel réel de développement des énergies renouvelables et de récupération de chaleur (horizons 2020, 2030, 2050),
 - Une analyse de la capacité d'accueil des réseaux, et plan de développement complémentaire des réseaux,
 - La construction d'une base de données énergétiques compatible avec le SIG Caen la Mer.
- **Étape 2** : Élaboration d'une stratégie énergétique territoriale. Elle comprend :
 - La proposition de plusieurs scénarios énergétiques territoriaux,
 - La définition d'un scénario « cible » ;
 - Un zoom sur des projets d'aménagement et des secteurs à enjeux.

Concernant le SDE de Caen la Mer, les travaux relatifs à l'élaboration d'une stratégie énergétique territoriale ont été suspendus.

2.3.3 Documents de planification territoriale

À l'échelle administrative locale, le projet est concerné par :

- Le Schéma de Cohérence Territorial (SCOT) du Pôle Métropolitain Caen Normandie Métropole ;
- Le Plan Local de l'Urbanisme (PLU) de la ville de Caen ;
- Le Plan Local de l'Habitation (PLH) de la ville de Caen.

Ces 3 documents de planification territoriale de la Communauté Urbaine intègrent des orientations et des règles favorisant la lutte contre le changement climatique et son adaptation et doivent s'articuler vers des objectifs communs. Ils comprennent en effet des orientations cohérentes et favorisant les actions relatives à l'intégration des énergies renouvelables, à la maîtrise de la demande d'énergie et à l'efficacité.

À la différence de l'analyse effectuée dans l'étude d'impact de l'opération d'aménagement en vue de vérifier la compatibilité du projet avec les orientations fixées dans ces documents de planification, la présente partie vise principalement à analyser les dispositions spécifiques aux questions énergétiques.

2.3.3.1 Le Schéma de Cohérence Territorial (SCOT) du Pôle Métropolitain Caen Normandie Métropole

Les orientations stratégiques du SCOT en matière d'énergie pouvant concerner le présent projet, sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Les orientations stratégiques du SCOT Caen Normandie Métropole - 2016

THEMATIQUES	ORIENTATIONS STRATEGIQUES
Habitat et formes urbaines	• Optimiser le parc public ou privé de logements existants du point de vue de son efficacité énergétique • Les documents d'urbanisme promeuvent une architecture recherchant une moindre consommation, l'intégration d'EnR (solaire notamment) • Les études préalables aux opérations d'aménagement intègrent un volet évaluation impact énergie – GES • Urbanisation privilégiée dans les zones d'urbanisation existantes
Mobilité	• Donner la priorité aux transports alternatifs – favoriser le report modal (TCSP en agglomération, voie ferrée ou lignes de bus hors agglomération, continuité des infrastructures. dédiées aux modes doux) • Systématiquement prévoir dans le cadre de tout projet (création/réhabilitation de voirie autour de gare ou arrêt TCSP, pôle d'activités, équipement culturel ou sportif...) des parkings à vélo
Urbanisme	• Intensification de la ville existante, production d'espaces urbains plus denses et compacts
Production d'énergie	• Étudier les possibilités de raccordement à un réseau de chaleur pour les projets de construction de bâtiments et de locaux chauffés SHON>5000 m² et situés <500m d'un réseau • Encourager la réalisation de centrales de production d'électricité photovoltaïque en toiture

2.3.3.2 Le Plan Local de l'Urbanisme (PLU) de la ville de Caen

Les orientations stratégiques du PLU en matière d'énergie pouvant concerner le présent projet, sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Les orientations stratégiques du PLU de la ville de Caen - 2017

THEMATIQUES	ORIENTATIONS STRATEGIQUES
Transports et mobilités	• Développement et densification en relation avec le nouveau réseau de transport • Renforcement de l'intermodalité via création d'infrastructures (plateformes...) • Dynamisation des parkings relais • Redéfinition de la politique de stationnement (stationnement courte durée, réduction des capacités de stationnement de longue durée sur l'espace public) et des normes de stationnement lors de nouvelles constructions • Restructuration des grands boulevards en faveur des mobilités douces • Soutenir le PDU, et favoriser les PDA et PDE • Favoriser l'usage de voitures décarbonées et écologiques (stationnement dédié par exemple)
Bâtiments	• Renouvellement urbain de certains secteurs (notamment en centre-ville et au niveau des espaces de centralité)
Techniques de construction	• Promouvoir les techniques de construction de bâtiments privilégiant la qualité environnementale et les matériaux à faible bilan carbone, mais aussi la réduction des charges pour les occupants • Faciliter la mise en œuvre d'isolations extérieures • Développer les principes de développement durable environnemental et social dans les appels d'offres ou les consultations d'aménagement ou de travaux conduits par la ville

2.3.3.3 Le Plan Local de l'Habitat (PLH) de la Communauté Urbaine de Caen la Mer

Les orientations stratégiques du PLH en matière d'énergie pouvant concerner le présent projet, sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Les orientations stratégiques du PLH de la Communauté Urbaine de Caen la Mer - 2020

THEMATIQUES	ORIENTATIONS STRATEGIQUES
Conditions de vie dans le logement	• Améliorer le confort des logements, notamment en matière d'énergie, par la réhabilitation et le renouvellement urbain des parcs • Sur l'existant : à travers des OPAH • Inciter les propriétaires d'une offre à loyers maîtrisés à réhabiliter leurs logements par l'information, l'animation et la coordination des initiatives en lien avec la Maison de l'Habitat • Détecter les situations problématiques (habitat indigne...) afin de définir des actions prioritaires

2.4 Diagnostic territorial

En matière d'approvisionnement énergétique, le panel de solutions est large et chaque solution dispose de ses atouts et de ses limites. Le diagnostic territorial vise à balayer l'ensemble des filières énergétiques potentiellement mobilisables à l'échelle de l'opération d'aménagement en tenant compte de son environnement propre.

2.4.1 Types d'énergies, systèmes et échelles

Le tableau ci-contre présente, pour chaque source d'énergie renouvelable ou de récupération, les principaux systèmes permettant de mobiliser cette ressource (liste non exhaustive), l'usage après conversion (chaleur, électricité, froid) ainsi que l'échelle la plus courante pour la mise en place des systèmes considérés.

La lecture de ce tableau est facilitée par un code couleur permettant de visualiser rapidement la probabilité d'existence de marges de manœuvre quant à l'utilisation de chaque ressource à l'échelle de l'opération d'aménagement et en tenant compte de sa situation géographique générale :

- Vert : utilisation adaptée au regard de l'échelle du projet ou de sa situation géographique générale ;
- Rouge : utilisation inadaptée au regard de l'échelle du projet ou de sa situation géographique générale.

Il permet de faire un premier tri des différentes filières énergétiques en excluant celles qui ne sont pas adaptées à l'échelle de l'opération d'aménagement ou à sa situation géographique générale.

À ce titre, au regard de cette analyse préalable, il apparaît que :

- Pour des raisons d'échelle ou de localisation géographique du projet, certaines filières ne sont pas adaptées à l'opération d'aménagement. À titre d'exemple, c'est le cas de :
 - L'énergie hydraulique (absence de cours d'eau à proximité et échelle inadaptée) ;
 - L'énergie marine mécanique (solution géographiquement inadaptée) ;
 - Le grand éolien (solution inadaptée à l'échelle de l'opération).
- A l'inverse, certains gisements sont particulièrement adaptés à l'échelle du projet d'aménagement. L'analyse qui est menée dans la partie suivante porte sur ces filières en vue de déterminer leur potentiel de mobilisation en tenant compte de l'environnement du projet.

Tableau 4 : Types d'énergies, systèmes et échelles

ENERGIE	UTILISATION	SYSTEME D'EXPLOITATION	ECHELLE DE MISE EN ŒUVRE OU CRITERE(S) D'EXCLUSION
Éolien	Électricité	Grand éolien	Solution inadaptée au projet en termes d'échelle, de situation géographique et de capacité de production
		Petit éolien	Quartier / Zone d'activité Bâtiment / Infrastructure
	Mécanique (pompage d'eau)	Petit éolien	Quartier / Zone d'activité Bâtiment / Infrastructure
Solaire thermique	Chaleur	Ensemble de panneaux solaires thermiques (rassemblés en un site ou diffus sur plusieurs bâtiments), avec réseau de chaleur	Quartier / Zone d'activité
		Panneaux solaires thermiques indépendants	Bâtiment / Infrastructure
Solaire photovoltaïque	Électricité	Panneaux solaires photovoltaïques indépendants	Bâtiment / Infrastructure
Géothermie et procédés dérivés	Électricité	Géothermie profonde (avec réseau de chaleur / froid)	Solution inadaptée au projet en termes d'échelle, de situation géographique et de capacité de production
	Chaleur / Froid	Géothermie basse énergie (avec réseau de chaleur basse température)	Quartier / Zone d'activité
		Géothermie très basse énergie avec pompe à chaleur	Bâtiment / Infrastructure
		Géothermie horizontale avec pompe à chaleur	
		Récupération de la chaleur issue des eaux superficielles	Solution inadaptée au projet en termes d'échelle, de situation géographique et de capacité de production
		Récupération de la chaleur issue du réseau d'eau usée	Quartier / Zone d'activité
Aérothermie	Chaleur / Froid	Pompe à chaleur	Bâtiment / Infrastructure
		Puits canadien	Bâtiment / Infrastructure
Marines mécaniques	Électricité	Hydroliennes, usine marémotrice, usine houlomotrice	Solution inadaptée au projet en termes d'échelle, de situation géographique et de capacité de production
Hydraulique	Électricité	Turbines hydrauliques	Solution inadaptée au projet en termes d'échelle, de situation géographique et de capacité de production
Biomasse	Chaleur / Électricité	Chaudière biomasse collective (avec ou sans cogénération), avec réseau de chaleur	Quartier / Zone d'activité
		Chaudière biomasse individuelle ou d'immeuble (avec ou sans cogénération)	Bâtiment / Infrastructure
Chaleur fatale des industries/bâtiments	Chaleur / Électricité	Turbine électrique et/ou chaleur distribuée par un réseau	Solution inadaptée au projet en termes d'échelle, de situation géographique et de capacité de production
Réseau de chaleur	Chaleur	Développement d'un réseau de chaleur à partir de l'exploitation de l'une des filières énergétiques identifiées ci-avant	Quartier / Zone d'activité

2.4.2 Étude d’opportunités sur le développement des ENR&R

Cette étude d’opportunités vise à caractériser le potentiel de développement des différentes filières ENR&R adaptées à l’échelle de l’opération d’aménagement en tenant compte du contexte territorial du projet.

2.4.2.1 Exploitation de l’énergie éolienne

Principes d’exploitation de l’énergie éolienne

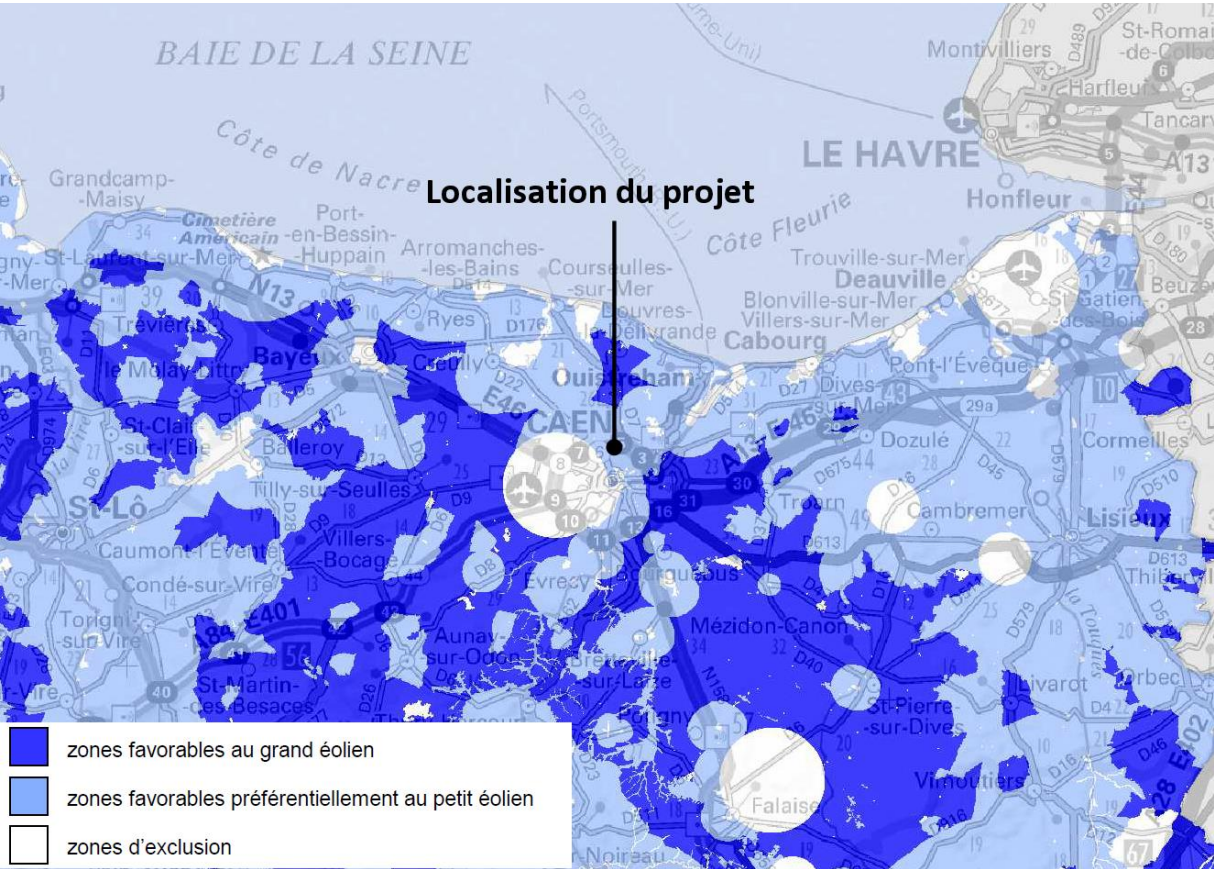
L’exploitation de l’énergie éolienne repose sur la transformation de l’énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Cette énergie est ensuite transformée dans la plupart des cas en électricité.

Définition du gisement local

L’exploitation de l’énergie éolienne dépend principalement des caractéristiques du vent (vitesse, fréquence et régularité) mais aussi des contraintes et servitudes techniques (aériennes et patrimoniales) du territoire.

Selon les cartes des vents insérées au Schéma Régional Éolien de la Basse-Normandie, le secteur d’implantation du projet est situé dans une zone favorable préférentiellement au petit éolien.

Schéma 7 : Potentiel éolien (SRE Basse-Normandie)



Potentiel de développement de l’énergie éolienne au niveau du secteur d’étude et à l’échelle du projet

Au-delà du gisement éolien, compte tenu des caractéristiques des aérogénérateurs et de leur mode de fonctionnement, d’autres facteurs peuvent conditionner le développement de cette filière.

Dans notre cas, on distinguera 2 principales catégories d’éoliennes :

- Les éoliennes de grande puissance qui sont développées dans les parcs éoliens terrestres - Leurs gabarits et leurs caractéristiques ne sont pas adaptés au contexte et à l’échelle du projet.
- Les petites éoliennes à axe horizontal ou à axe vertical qui trouvent des applications variées (production d’électricité pour autoconsommation ou pour injection en réseau, application mécanique) - Leurs gabarits et leurs caractéristiques sont variables en fonction du type de technologie développé. Si elles ne sont pas exclues à ce stade de réflexion, leur développement reste dépendant d’une évaluation :
 - Plus précise du gisement éolien en tenant compte, notamment des différents éléments susceptibles de gêner leur bon fonctionnement en générant des obstacles à l’écoulement des vents ou des turbulences (relief, végétation, bâti). Ce point est particulièrement important dans la mesure où le rendement de ces machines est relativement faible et où leur positionnement doit être optimisé pour atteindre un bon seuil de rentabilité ;
 - Des impacts potentiels sur le paysage, la faune et les nuisances qu’elles peuvent également générer. En effet, même si le gabarit de ces aérogénérateurs reste modeste, ils peuvent malgré tout entraîner des nuisances importantes, notamment pour le voisinage.

Opportunités de développement de l’éolien dans le projet

Les opportunités de développement de l’éolien sur le site sont relativement limitées.

En effet, comme nous l’avons vu précédemment, le potentiel de développement de l’éolien à l’échelle du projet se limite aux petites éoliennes.

Et à ce sujet selon un rapport de l’ADEME de 2015 sur le petit éolien : « les sites urbains ou périurbains présentent (en général) des statistiques de vent trop faible ou trop turbulent pour une exploitation rentable en l’état actuel des technologies et des prix de l’électricité. Ce même rapport précise également que « pour éviter une demande de permis de construire beaucoup d’installations font donc moins de 12 m de hauteur, ce qui est inefficace du point de vue de la production électrique et donc de la viabilité économique ».

Le bilan associé au développement de l’énergie éolienne est donc le suivant.

Tableau 5 : Bilan associé au développement de l’éolien

Energie	Avantages	Inconvénients	Approche économique
Eolien	• Energie gratuite et sans dégagement de pollution atmosphérique	• Energie intermittente (dépendance au vent) et sensible aux éléments environnants (obstacles à l’écoulement des vents) • Contraintes paysagères et environnementales • Nuisances pour le voisinage	• Investissement élevé • Retour sur investissement faible

Au regard de ces éléments, les opportunités de développement de l'éolien au niveau du projet sont listées dans le tableau ci-après, en fonction des applications envisageables (liste non exhaustive).

Tableau 6 : Opportunités de développement de l'éolien au sein du projet

Énergie	Applications envisageables sur site	Principe de fonctionnement	Illustration
Éolien	Candélabres éoliens	La mise en place de candélabres éoliens permet de maîtriser la consommation énergétique de l'éclairage sur les parties communes (espaces publics) ou privés. Plusieurs solutions techniques sont envisageables pour pallier la contrainte liée à l'intermittence de la production d'électricité par les éoliennes mais dans tous les cas, il est nécessaire de considérer cette ressource éolienne comme une énergie d'appoint et de la coupler à un raccordement au réseau électrique. <i>On précisera que ce type de candélabre peut être hybridé avec le solaire.</i>	
	Éoliennes de pompage	La mise en place d'éoliennes de pompage peut être envisagée pour les applications suivantes : - Alimentation des réserves d'eaux liées à l'entretien ou à la sécurité du site ; - Alimentation en eau pour répondre au besoin de certaines activités. Les pompes peuvent concerner les eaux souterraines ou les eaux pluviales collectées dans les ouvrages de rétention collectifs ou privés. De la même manière que précédemment, si l'application attendue nécessite une continuité dans le temps, il sera nécessaire de considérer cette ressource éolienne comme une énergie d'appoint et de la coupler à un raccordement au réseau électrique. <i>Au-delà de l'aspect énergétique, cette technologie est également positive en termes de consommation d'eau.</i>	
	Éoliennes de production d'électricité	Les technologies envisageables pour exploiter l'énergie éolienne en vue de produire de l'électricité sont multiples (axe vertical / horizontal, implantation au sol ou sur toiture, ...). Elles peuvent être développées de manière collective ou individuelle. Leur exploitation peut permettre de produire de l'électricité en vue d'une autoconsommation ou d'une restitution vers le réseau électrique. De la même manière que précédemment, si l'application attendue nécessite une continuité dans le temps, il sera nécessaire de considérer cette ressource éolienne comme une énergie d'appoint et de la coupler à un raccordement au réseau électrique.	

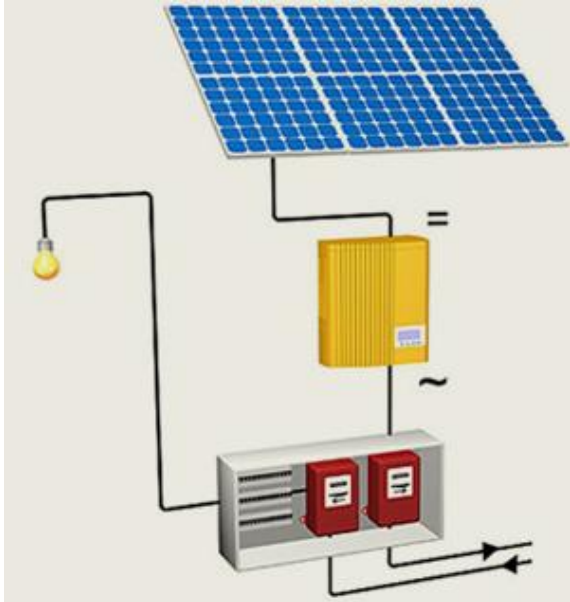
2.4.2.2 Exploitation de l'énergie solaire

Principes d'exploitation de l'énergie solaire

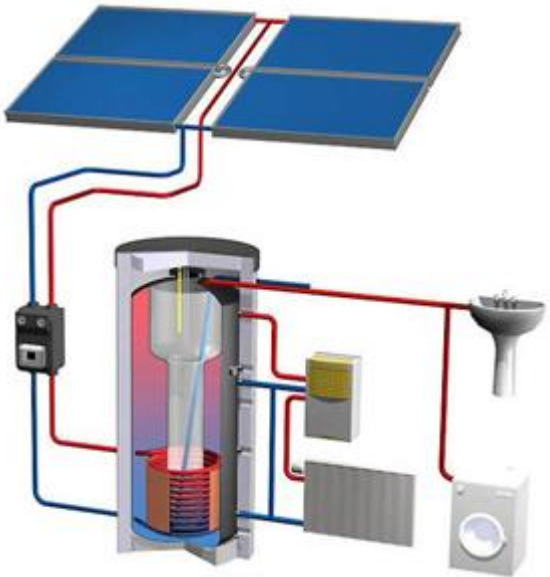
L'exploitation de l'énergie solaire repose sur la transformation de l'énergie du rayonnement solaire en électricité ou en chaleur, selon les technologies :

- L'énergie solaire photovoltaïque produit de l'électricité via des modules photovoltaïques, électricité qui peut être ensuite injectée sur les réseaux électriques ;
- L'énergie solaire thermique produit de la chaleur qui peut être utilisée pour le chauffage ou la production d'eau chaude.

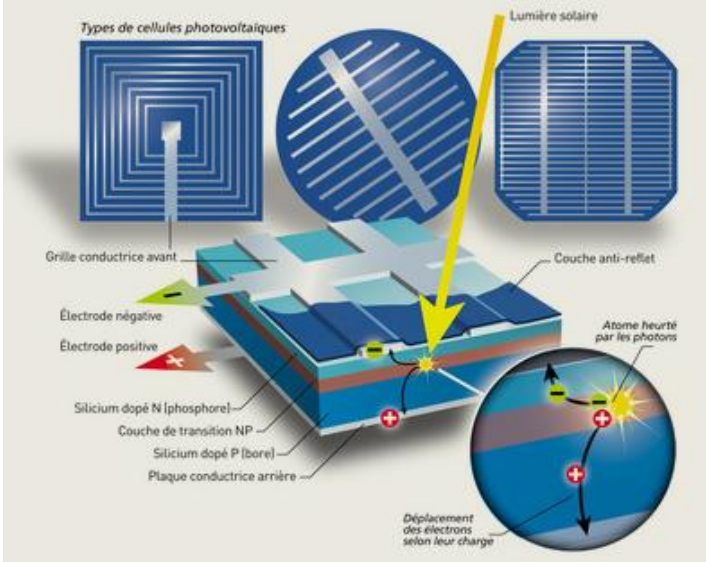
Schéma 8 : Principes de fonctionnement et structure des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques



Production d'électricité via des panneaux photovoltaïques



Production de chaleur via des panneaux thermiques (Exemple du chauffe-eau solaire)



Cellule photovoltaïque



Capteur à tubes sous vide à circulation directe

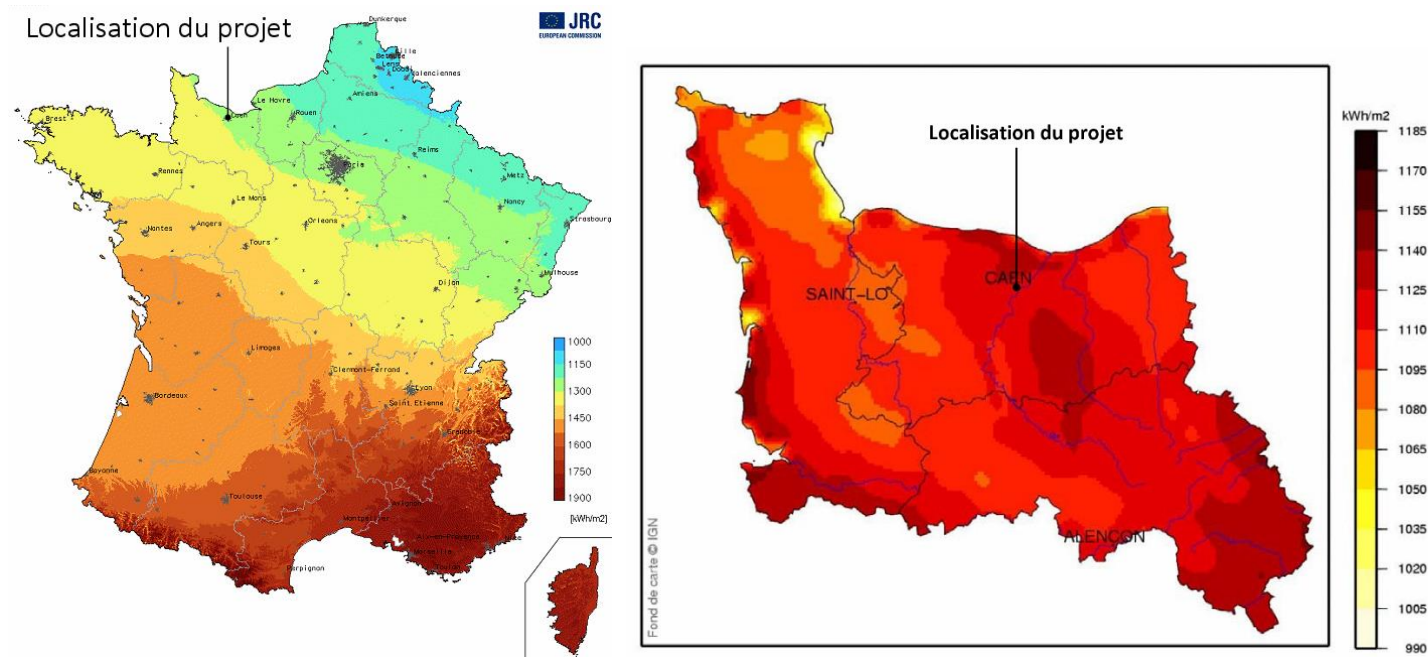
Définition du gisement local

L'évaluation du gisement solaire sur un secteur défini doit prendre en compte, au préalable, plusieurs paramètres tels que la durée d'ensoleillement, la latitude, l'altitude, le relief, la couverture nuageuse et la quantité d'ombres.

Selon les cartes produites par les instituts météorologiques :

- À l'échelle de la France, l'irradiation globale annuelle de la Normandie est estimée entre 1 150 kWh/m² et 1 300 kWh/m² (Source : Photovoltaic Geographical Information System - PVGIS⁴). Au regard de la carte (cf. schéma ci-dessous), on constate que la région Normandie fait partie des régions françaises qui présentent le gisement solaire le moins important). Cette situation est principalement liée à l'influence de la latitude sur le gisement solaire ;
- À l'échelle de l'ex-région Basse-Normandie, l'irradiation globale annuelle du secteur d'implantation du projet est estimée entre 1 110 kWh/m² et 1 125 kWh/m² (Source : METEO FRANCE). Au regard de la carte (cf. Schéma ci-dessous), on constate toutefois que le territoire de la Communauté Urbaine de Caen la Mer est situé dans un secteur qui présente un gisement solaire intéressant comparativement au reste du département du Calvados.

Schéma 9 : Potentiel solaire national et régional (PVGIS / METEO FRANCE)



Au regard de ces données, il pourrait être considéré que le gisement solaire au niveau de la zone d'implantation du projet est relativement faible.

Néanmoins, avec un ensoleillement moyen de l'ordre de 3 kWh/m²/jour, cette zone géographique dispose d'une quantité d'énergie suffisante au développement d'équipements solaires puisqu'à titre indicatif, la ressource évaluée au niveau du secteur d'étude est équivalente à celle constatée en Allemagne où les installations solaires sont très développées.

Aussi, le gisement identifié permet, malgré tout, le développement des énergies solaires ; la technologie thermique étant ici plus appropriée que le photovoltaïque.

Potentiel de développement de l'énergie solaire au niveau du secteur d'étude et à l'échelle du projet

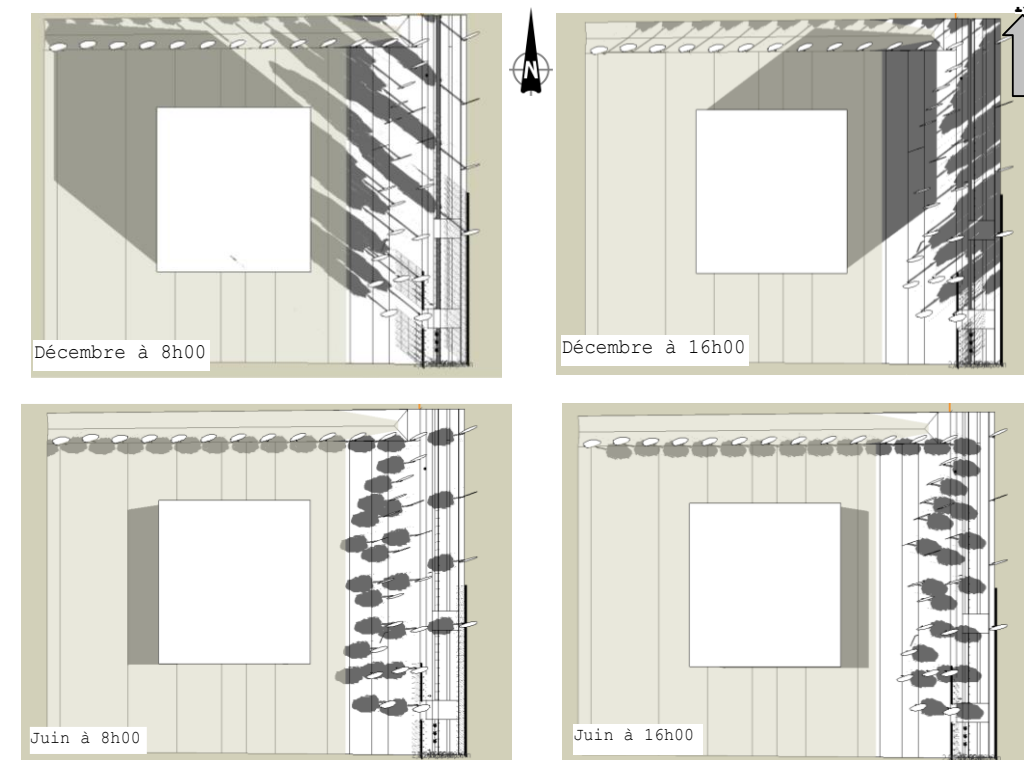
Comme nous l'avons vu précédemment, même si le gisement solaire local est relativement faible, il offre des opportunités de développer cette filière au sein du projet.

Au-delà du gisement, compte tenu des caractéristiques et du mode de fonctionnement des installations solaires, d'autres facteurs peuvent conditionner le développement de cette filière.

Ces facteurs, qui sont quasiment identiques entre les 2 procédés considérés sont :

- La configuration du site vis-à-vis de la course du soleil : l'orientation optimale étant plein Sud ;
- L'environnement du site dans la mesure où il convient de prendre en compte :
 - La sensibilité paysagère du site et notamment le fait que compte tenu de leurs caractéristiques, les panneaux solaires peuvent interférer avec certains éléments patrimoniaux comme les Monuments Historiques. A ce propos, on indiquera que la partie Nord du site recoupe le périmètre de protection du Monument Historique du Monastère des Bénédictins.
 - La configuration du site et du projet vis-à-vis du phénomène de masque solaire. En effet, les ombres portées sur les panneaux solaires diminuent leur productivité. Ce phénomène de masque solaire sera à apprécier plus finement en phase 2 de l'étude en tenant compte de la volumétrie projetée des futurs bâtiments.

Schéma 10 : Illustration de la problématique des ombres portées



On notera que les modules photovoltaïques peuvent également être appliqués au sol sur l'espace circulaire, selon le principe de « route solaire » qui se traduit par plusieurs couches successives de cellules photovoltaïques en « millefeuille » sur une épaisseur de l'ordre de 5 mm. Ce type de dispositif n'est cependant pas adapté au contexte urbain tel que celui du quartier Folie Couvrechef compte tenu de la densité du bâti et des nombreuses composantes de l'espace public (végétation, stationnements, mobilier urbain, etc.).

⁴ <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>

Opportunités de développement du solaire dans le projet

Comme nous l’avons vu précédemment, en tenant compte du gisement local et de différents facteurs environnementaux propres au site d’implantation, le potentiel de développement des filières solaires est envisageable mais reste limité (gisement relativement faible). Le bilan avantages / inconvénients associé au développement du solaire est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Bilan associé au développement du solaire

Energie	Avantages	Inconvénients	Approche économique
Solaire thermique	- Energie gratuite et sans dégagement de pollution atmosphérique - Capteurs solaires thermiques particulièrement adaptés à des besoins de chaleur importants et réguliers	- Caractère saisonnier de l'énergie produite - Contraintes paysagères - Rendement très influencé par l'orientation et l'inclinaison des panneaux, ainsi que par les phénomènes d'ombrage	- Technique éprouvée et performante tant du point de vue économique qu'environnemental - Coûts d'entretien et de maintenance faibles
Solaire photovoltaïque	Energie gratuite et sans dégagement de pollution atmosphérique pendant la phase d'exploitation		- Revente de l'électricité produite - Coûts d'entretien et de maintenance faibles

Au regard de ces éléments, les opportunités de développement du solaire au niveau du projet sont listées dans le tableau ci-après, en fonction des applications envisageables (liste non exhaustive).

Tableau 8 : Opportunités de développement du solaire au sein du projet

Energie	Applications envisageables sur site	Principe de fonctionnement	Illustration
Solaire thermique	Panneaux solaires thermiques	Deux stratégies pourraient être envisagées : - Une mutualisation des moyens permettrait de développer un ensemble de panneaux solaires thermiques (diffus sur plusieurs bâtiments) pour alimenter un réseau de chaleur à l'échelle du projet ; - Un développement indépendant de panneaux solaires thermiques à l'échelle de chaque construction du projet pour répondre en partie à leurs besoins spécifiques.	
Solaire photovoltaïque	Candélabres photovoltaïques	La mise en place de candélabres photovoltaïques permet de maîtriser la consommation énergétique de l'éclairage sur les parties communes (espaces publics) ou privées. Plusieurs solutions techniques sont envisageables pour pallier la contrainte liée à l'intermittence de la production d'électricité par les cellules photovoltaïques mais dans tous les cas, il est nécessaire de considérer cette ressource comme une énergie d'appoint et de la coupler à un raccordement au réseau électrique. <i>On rappellera que ce type de candélabre peut également être hybridé avec l'éolien.</i>	
	Panneaux solaires photovoltaïques	En considérant que la technologie photovoltaïque est moins appropriée au contexte du projet que le thermique (notion d'intensité lumineuse), le développement de panneaux solaires photovoltaïques pourrait malgré tout être envisagé pour répondre à des besoins spécifiques de certains bâtiments peu consommateurs en énergie (autoconsommation) ou dans l'optique d'une énergie d'appoint.	

2.4.2.3 Exploitation de la géothermie et des procédés dérivés

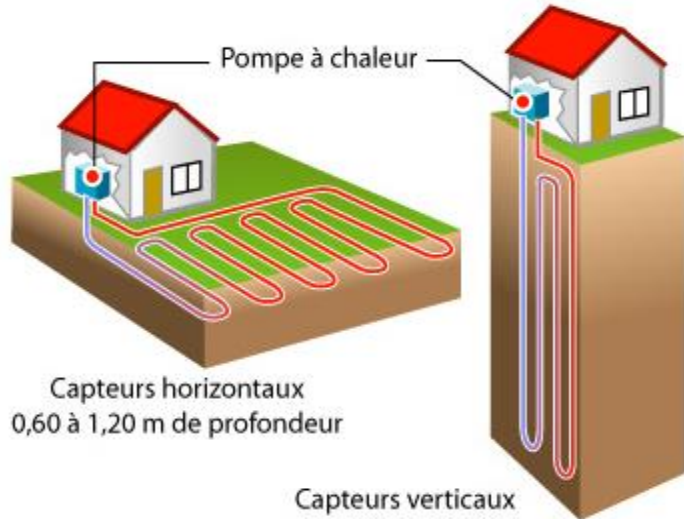
Principes d'exploitation de l'énergie géothermique

La géothermie est l'exploitation de l'énergie thermique contenue dans le sous-sol. La chaleur terrestre peut être captée par plusieurs procédés qui varient en fonction de la ressource exploitée, de sa température (T) et de sa profondeur (on parle de gradient géothermal : en France métropolitaine, il est de 3 à 4°C / 100 m).

Classiquement, on distingue 4 grandes catégories d'exploitation géothermique :

- La géothermie (verticale) haute énergie : Elle exploite la chaleur (T > 150°C) émise par les réservoirs situés entre 4 000 et 5 000 m de profondeur pour produire de l'électricité. Ce procédé repose sur l'extraction de la vapeur d'eau contenue dans le sous-sol pour alimenter une turbine ;
- La géothermie (verticale) moyenne énergie et la géothermie (verticale) profonde : Elles exploitent la chaleur (90 < T < 150°C) issue des réservoirs (sols ou eaux souterraines) disponibles à une profondeur variable comprise entre 1 500 et 4000 m (en fonction du contexte géologique). Quand la température :
 - Permet de capter la vapeur d'eau géothermale, cette dernière peut entraîner directement la turbine électrique ;
 - Est trop basse, il est nécessaire, de faire intervenir une machine thermodynamique utilisant un fluide de travail qui se vaporise à une température plus basse que l'eau.
- La géothermie (verticale) basse énergie : Elle exploite la chaleur (30 < T < 90°C) de l'eau pompée dans des réservoirs disponibles à une profondeur variable comprise entre 1 000 et 2 000 m (en fonction du contexte géologique) pour produire de la chaleur ;
- La géothermie (verticale ou horizontale) très basse énergie exploite la chaleur (< 30°C) émise par les réservoirs (sols ou aquifères) situés à moins de 100 à 200 m de profondeur pour produire de la chaleur (ou du froid en fonctionnement inversé). En l'absence d'eau souterraine, l'extraction de la chaleur du sous-sol s'effectue par l'installation dans le sol ou dans le sous-sol de « capteurs » ou « échangeurs » (réseau de tubes horizontaux ou sonde géothermale verticale) dans lesquels va circuler, en circuit fermé, un fluide caloporteur. La chaleur captée est alors transférée par le biais d'une pompe à chaleur au milieu à chauffer.

Schéma 11 : Géothermie très basse énergie



Définition du gisement local

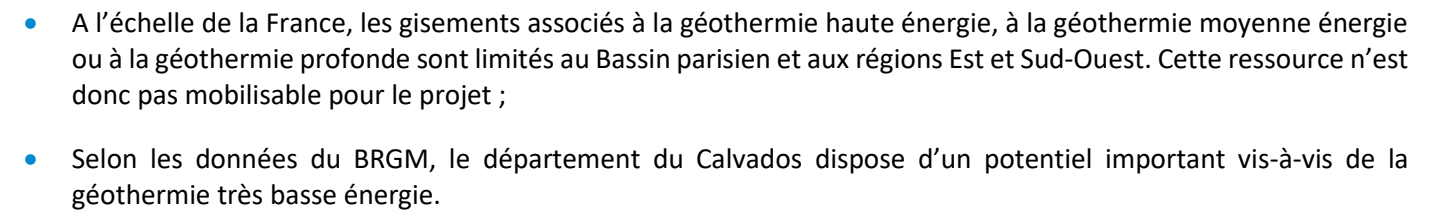


Schéma 14 : Aquifères jusqu'à 100 m de profondeur sur l'ex-région Basse-Normandie (Région Basse Normandie)

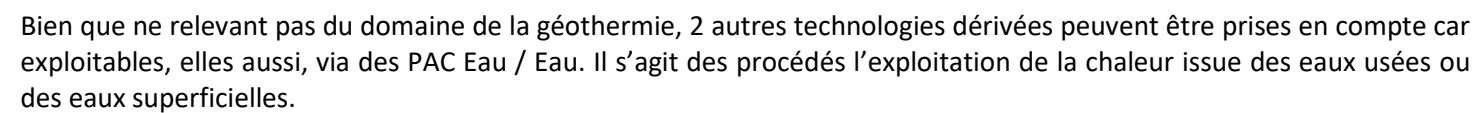


Diagramme illustrant le fonctionnement d'une pompe à chaleur géothermique. Le système est installé dans une maison et utilise un puits géothermique pour extraire la chaleur du sol.

Les composants et les flux sont étiquetés comme suit :

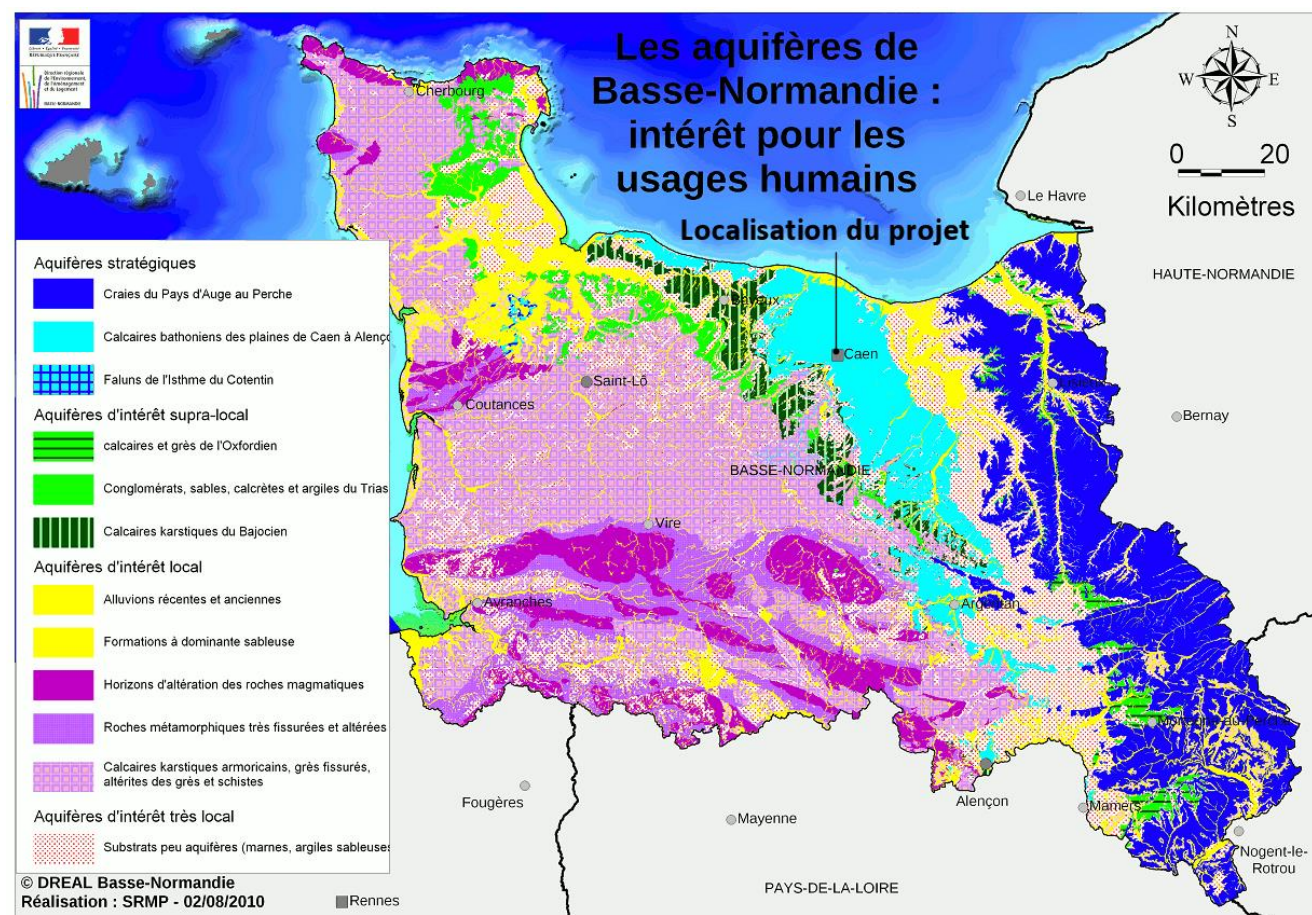
- Prélèvement de calories (évaporation) :** Indique le point où le fluide frigorigène absorbe la chaleur du sol dans le puits.
- Compresseur :** Le composant qui augmente la pression du fluide.
- Production de calories (condensation) :** Indique le point où le fluide libère la chaleur dans le circuit de chauffage de la maison.
- Circuit primaire :** Le circuit de fluide frigorigène qui circule dans la pompe à chaleur.
- Détendeur :** Le composant qui réduit la pression du fluide.
- Circuit secondaire :** Le circuit de fluide caloporteur qui distribue la chaleur dans la maison.
- Prélèvement des calories des terrains :** Indique la source d'énergie thermique dans le sol.

Gisement associé aux aquifères

Dans le département du Calvados, tout comme en France, l'énergie contenue dans le sous-sol, que ce soit les nappes alluviales, les aquifères peu profonds ou les aquifères profonds, voire l'énergie des terrains eux-mêmes peut être exploitée dans des conditions intéressantes.

A ce sujet, la Région a réalisé en 2011 une étude sur le potentiel de développement de l'énergie géothermique en Basse-Normandie. La quantification des ressources disponibles réalisée dans le cadre de cette étude s'appuie sur une analyse des aquifères disponibles inférieurs à 100 m de profondeur.

Schéma 15 : Aquifères jusqu'à 100 m de profondeur sur l'ex-région Basse-Normandie (Région Basse Normandie)



L'aquifère de la craie qui s'étend sur la partie Est du département (Pays d'Auge) constitue le gisement géothermique le plus important du département.

Dans une moindre mesure l'aquifère des calcaires bathoniens qui s'étend à travers les plaines céréalières reliant Caen à Alençon est lui moins puissant et moins productif.

Les nappes d'eau souterraine sont globalement abondantes sur la région caennaise, et peu profondes mais à une température relativement basse (11 à 13°). Ces températures évoluent très peu entre l'hiver et l'été.

Sur le territoire de la Communauté Urbaine, une étude a été réalisée par ANTEA GROUP dans le but de déterminer le gisement potentiel en géothermie sur nappe et sur sonde.

Les résultats de cette étude révèlent que le projet se situe dans une zone présentant un faible potentiel sur nappe. Dans cette zone, le débit maximum exploitable sur nappe est de l'ordre de 50 m³/h, représentant une puissance calorifique de 400 kW et une capacité de production annuelle de l'ordre de 1,6 GWh.

En ce qui concerne le potentiel géothermique sur sonde verticale, la puissance calorifique estimée est de l'ordre de 3 kW pour 100 mètres linéaires de sonde, soit un potentiel 100 fois inférieur à celui sur nappe.

Schéma 16 : Potentiel géothermique sur nappe (source : Schéma Directeur de l'Energie)

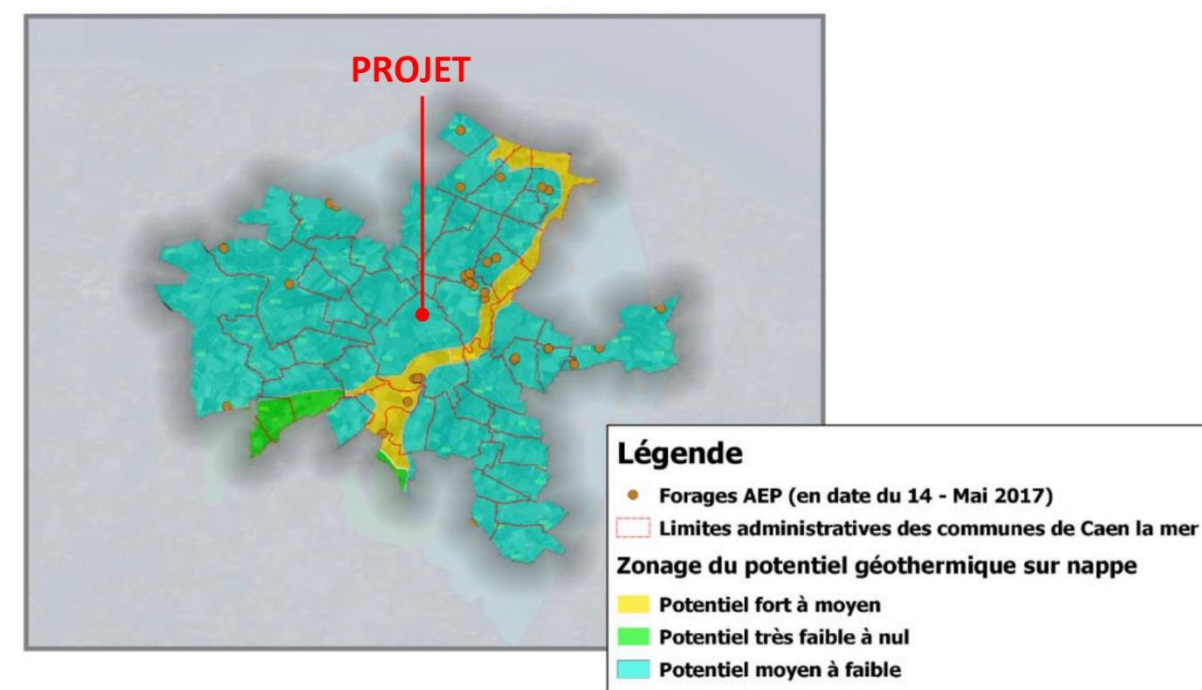
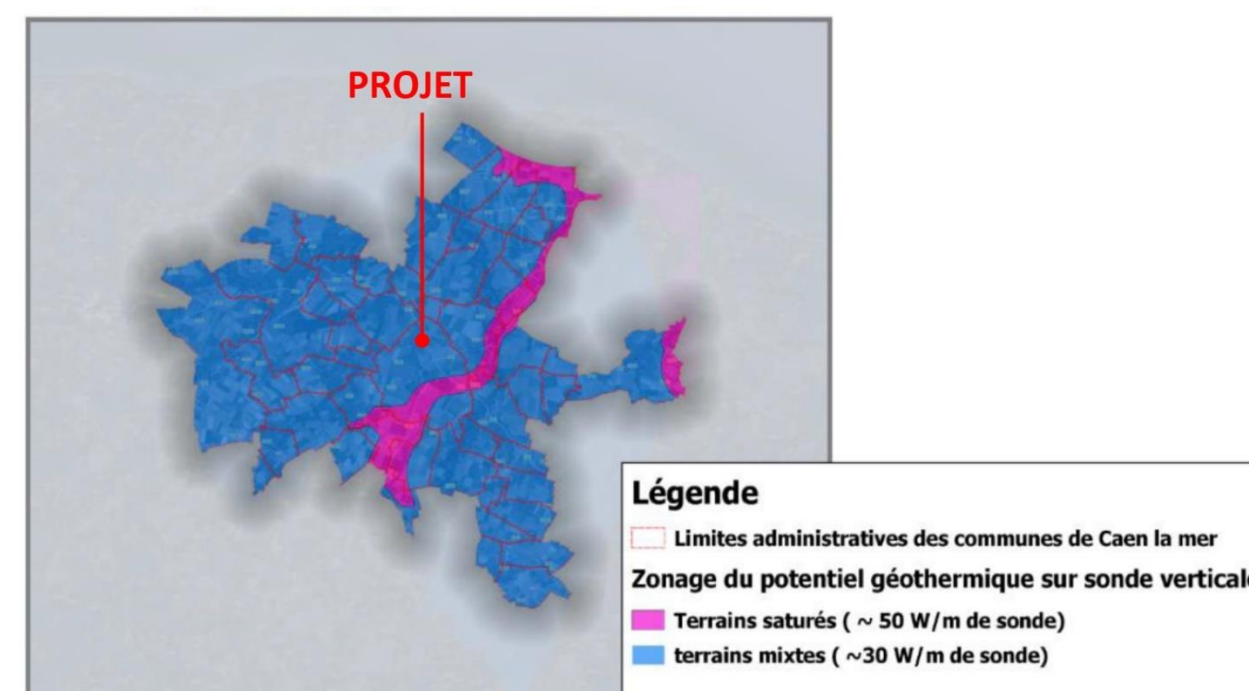


Schéma 17 : Potentiel géothermique sur sonde verticale (source : Schéma Directeur de l'Energie)



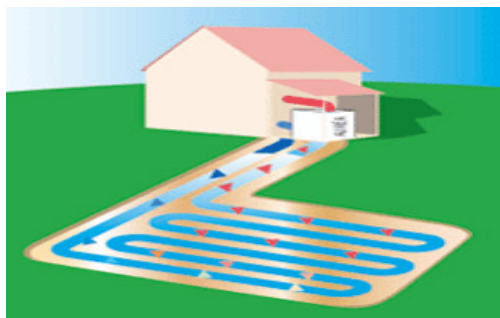
Gisement associé à la géothermie horizontale

En ce qui concerne les opportunités de développement de la géothermie horizontale, bien que la ressource soit disponible les contraintes de mise en œuvre sont trop importantes dans un contexte urbain dense pour pouvoir être développées.

Cette technique repose en effet sur le développement d'un réseau de capteurs horizontaux à faible profondeur sur une surface conséquente (superficie 2 fois supérieure à la surface du bâtiment à chauffer) pour extraire la chaleur du sol superficiel.

Compte tenu de la densité du bâti projeté au droit du présent projet, cette solution n'apparaît pas appropriée.

Schéma 18 : Principe de la géothermie horizontale



Gisement associé aux réseaux d'eaux usées

Concernant les procédés dérivés basés sur l'exploitation d'une PAC Eau / Eau et en l'absence de cours d'eau à proximité du projet, seule l'exploitation de la chaleur issue du réseau d'eaux usées pourrait être envisagée.

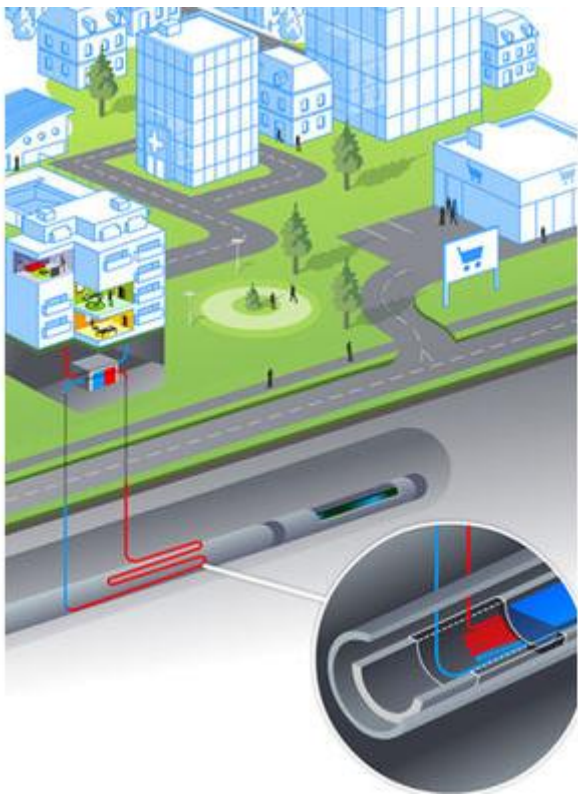
A ce propos, de rares retours d'expérience font état d'installations qui peuvent être déployées sur des canalisations de diamètre de 400 mm sur des nouveaux projets d'urbanisation (réseau spécialement conçu pour exploiter au mieux la ressource) et de diamètre supérieur ou égal à 800 mm sur des réseaux existants.

Outre le diamètre, il est considéré que ce type de solution énergétique doit disposer à minima d'un bassin versant de 8 000 habitants (soit 12 L/s d'effluents en moyenne) et une distance entre l'échangeur thermique et les locaux à chauffer de 300 m maximum pour éviter les pertes d'énergie.

Dans le cas présent, le projet se situe en tête de bassin versant des principaux collecteurs d'eaux usées et le diamètre des réseaux d'eaux usées existants est inférieur ou égal à 300 mm.

Au regard de la configuration du réseau d'eaux usées existant et de la densité de population envisagée à terme sur ce secteur, le gisement ne semble pas suffisant pour permettre le développement de ce type de dispositif.

Schéma 19 : Principe de la récupération de chaleur sur réseau d'eaux usées



Opportunités de développement de la géothermie dans le projet

Comme nous l'avons vu précédemment, en tenant compte du gisement local et de différents facteurs environnementaux propres au site d'implantation, le potentiel de développement identifié concerne principalement la géothermie très basse énergie.

A ce propos, sur le territoire de l'agglomération caennaise, les zones qui doivent être privilégiées pour le développement de la géothermie très basse énergie sont celles où le réseau de chaleur est peu susceptible de se développer et réunissant des projets de constructions neuves (exemple : la presqu'île). En effet, ce type d'énergie nécessitant des dispositifs thermiques particuliers dans les bâtiments équipés, il ne peut être appliqué en appoint à un autre dispositif tel que le réseau de chaleur par exemple.

Outre ce contexte, il convient également de tenir compte du bilan avantages / inconvénients associé au développement de cette filière qui est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Bilan associé au développement de la géothermie

Energie	Avantages	Inconvénients	Approche économique
Géothermie	- Ressource gratuite et constante - Aquifère de la nappe facilement mobilisable - Utilisation mixte production de chaleur ou de froid (rafraîchissement des bâtiments en été) - Faible impact paysager	- Risques de pollution des milieux - Risque de pollution thermique - Emprise potentiellement importante en fonction du procédé développé (cas de la géothermie horizontale) et contraintes d'occupation des sols	- Investissement élevé compte tenu de la faible disponibilité de la ressource - Retour sur investissement variable en fonction de la capacité de production et des besoins

Aussi, les opportunités de développement de la géothermie très basse énergie dans le cadre du développement du projet sur le secteur « Folie Couvrechef » existent mais elles restent trop faibles compte tenu du déploiement du réseau de chaleur à venir dans ce secteur (cf. partie 2.4.2.9).

2.4.2.4 Exploitation de l'aérothermie

Principes d'exploitation de l'énergie aérothermique

L'aérothermie est l'exploitation de l'énergie thermique contenue dans l'air. Elle rassemble 2 procédés principaux :

- Le puits canadien : ce procédé consiste à faire passer, avant qu'il ne pénètre dans le bâtiment, une partie de l'air neuf de renouvellement par des tuyaux enterrés dans le sol, à une profondeur de l'ordre de 1 à 2 mètres. En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud que la température extérieure. L'air froid est alors préchauffé lors de son passage dans ce circuit sous terrain. En été, de la même manière, l'air passant dans les tubes enterrés récupère la fraîcheur du sol et l'introduit dans la maison, même par +30°C extérieur, l'air peut arriver entre 15 et 20°C.
- La pompe à chaleur :
 - Air / air : Cette technologie met généralement en œuvre des pompes à chaleur réversibles qui permettent un échange thermique entre l'air extérieur et l'air intérieur et assurent ainsi les besoins en chauffage (l'hiver) ou en rafraîchissement (l'été).
 - Air / eau : Cette technologie met en œuvre des pompes à chaleur qui prélèvent les calories contenues dans l'air extérieur pour les transmettre à un fluide caloporteur permettant le chauffage des bâtiments. Elle trouve notamment son application dans le développement des planchers chauffants.
- Le niveau de performance énergétique de ces pompes à chaleur varie de manière importante avec la température extérieure et peut poser quelques difficultés en période de grand froid. Il est recommandé de choisir des machines présentant un coefficient de performance minimum de 3,5 sur l'énergie finale et répondant à la marque NF PAC.

Schéma 20 : Principes d'exploitation de l'énergie aérothermique

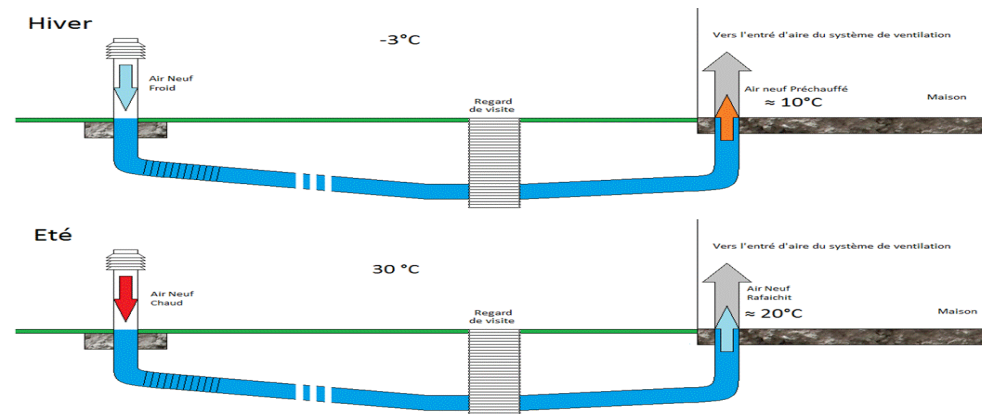


Schéma de principe de fonctionnement du puits canadien

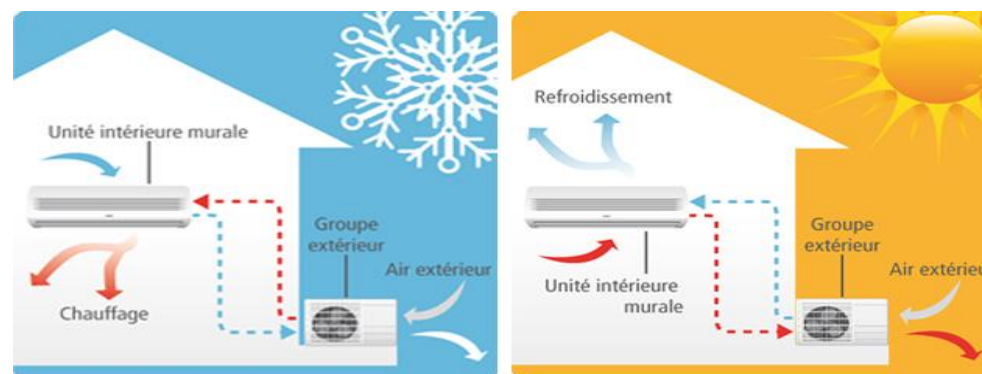


Schéma de principe de fonctionnement d'une PAC Air/Air

Définition du gisement local

Les techniques liées à l'aérothermie sont basées sur l'exploitation de l'air atmosphérique. De ce fait, elles sont mobilisables au niveau du secteur d'étude.

Potentiel de développement de l'énergie aérothermique au niveau du secteur d'étude et à l'échelle du projet

Au-delà de la notion de gisement, il convient de noter que le fonctionnement des pompes à chaleur aérothermales est optimal dans les zones tempérées, lorsque l'écart de température entre l'air exploité et l'air intérieur à chauffer ou à rafraîchir est le plus faible possible.

Compte tenu des caractéristiques météorologiques locales (amplitude thermique d'environ 13°C variant entre 5°C et 18°C et correspondant, en moyenne à 11°C), le secteur d'implantation du projet est donc propice au développement de l'aérothermie. Malgré tout, en hiver ce système pourra nécessiter une ressource d'appoint afin de garantir le chauffage des bâtiments.

Enfin, on précisera que le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur doit être au minimum de 3.5, pour que le système apporte une diminution réelle de consommation en énergie primaire. Par ailleurs, la pompe à chaleur doit faire l'objet d'une maintenance régulière.

Opportunités de développement de l'aérothermie dans le projet

Comme nous l'avons vu précédemment, en tenant compte du contexte local, il est possible d'envisager le développement des techniques basées sur l'aérothermie dans le cadre du projet. Le bilan avantages / inconvénients associé au développement de cette filière est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Bilan associé au développement de l'aérothermie

Energie	Avantages	Inconvénients	Approche économique
Aérothermie	- Ressource gratuite - Utilisation mixte production de chaleur ou de froid (rafraîchissement des bâtiments en été) - Faible impact paysager	- Nuisance sonore potentielle liée au fonctionnement des PAC - Risques de pollution en fonction du fluide caloporteur présent dans les PAC Air/Eau - Surface de terrain importante pour le développement d'un puits canadien - Capacité de production assez faible	Investissement faible

Tableau 11 : Opportunités de développement de l'aérothermie

Energie	Applications envisageables sur site	Principe de fonctionnement	Illustration
Aérothermie	Puits canadien PAC Air/Air PAC Air/Eau	Ces différents procédés, dont le choix dépendra des besoins propres à chaque construction, reposent sur le pompage de l'air extérieur en vue de permettre le chauffage ou le refroidissement (hors PAC Air/Eau) des bâtiments par échanges thermiques. Ils fonctionnent généralement couplés à une énergie d'appoint. Ces procédés constituent une solution indépendante à l'échelle de chaque construction du projet pour répondre en partie à leurs besoins spécifiques.	

2.4.2.5 Exploitation des énergies marines mécaniques

Principes d'exploitation des énergies marines mécaniques

Les énergies marines mécaniques désignent l'ensemble des technologies qui permettent de produire de l'énergie, notamment de l'électricité, à partir des propriétés du milieu marin. On distingue :

- L'énergie marémotrice :
Elle consiste à profiter du flux et du reflux de la marée pour alternativement remplir ou vider un bassin de retenue en actionnant des turbines incorporées dans le barrage, qui entraînent un générateur d'électricité.
- L'énergie hydrolienne :
Elle est produite par l'énergie des courants de marée qui sont concentrés dans certains endroits près des côtes. On peut comparer une installation hydrolienne à une éolienne sous-marine. Plus le courant est fort, plus l'énergie produite sera importante.
- L'énergie houlomotrice :
Produite par le mouvement des vagues, la houle, l'énergie houlomotrice est une forme concentrée de l'énergie du vent. Quand le vent souffle sur la mer, des vagues se forment et concentrent cette énergie. La houle peut voyager sur de très longues distances et apporter sur une côte de l'énergie collectée au large. Il existe plusieurs technologies permettant d'exploiter cette ressource.

Définition du gisement local

Compte tenu du contexte d'implantation du projet et de sa situation géographique, la mobilisation des énergies marines pour répondre aux besoins énergétiques de l'opération n'est pas envisagée.

Potentiel de développement des énergies marines mécaniques au niveau du secteur d'étude et à l'échelle du projet

Nul

Opportunités de développement des énergies marines mécaniques dans le projet

Nulles

2.4.2.6 Exploitation de l'énergie hydraulique

Principes d'exploitation de l'énergie hydraulique

L'énergie hydraulique repose sur la transformation de la force motrice des cours d'eau ou des chutes en électricité.

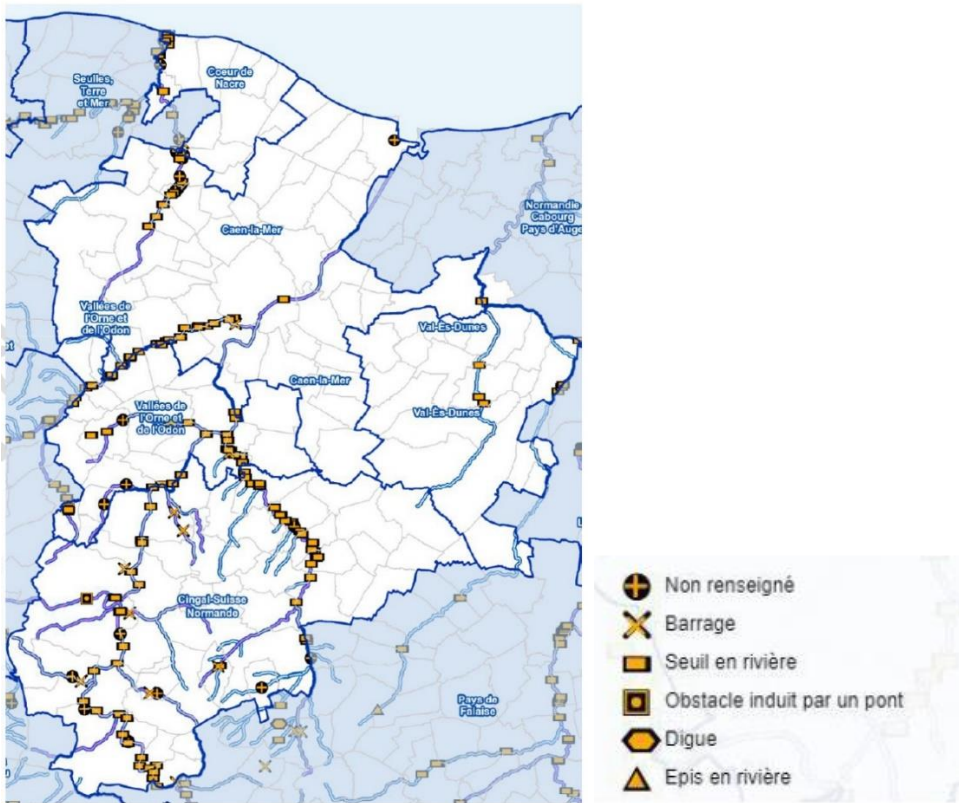
On distingue les installations hydroélectriques « au fil de l'eau », qui font passer dans une turbine tout ou partie du débit d'un cours d'eau en continu, et celles nécessitant des réserves d'eau (« par éclusées » ou « de lac ») : les deux types d'installations nécessitent des barrages, qui sont bien plus importants pour la 2^{ème} catégorie (« grands barrages »).

L'exploitation de cette énergie s'illustre principalement par les grandes installations hydroélectriques au potentiel de production important, mais peut également se décliner sous une forme plus réduite, on parle alors de petit hydraulique.

Définition du gisement local (extrait du diagnostic du PCAET)

Le territoire du pôle métropolitain Caen Normandie Métropole, compte de nombreuses vallées notamment la partie sud-ouest du territoire (Orne, Laize, Odon). Si auparavant l'énergie hydraulique était davantage exploitée qu'aujourd'hui cela se justifie, entre autres, par l'entrée en conflit de ces installations avec d'autres enjeux, de préservation de la qualité écologique et du libre écoulement des cours d'eau.

Schéma 21 : Obstacles à l'écoulement des eaux sur le territoire du pôle métropolitain Caen Normandie Métropole



Aucune installation hydroélectrique n'a été recensée sur le territoire du Pôle métropolitain Caen Normandie Métropole.

Potentiel de développement de l'énergie hydraulique au niveau du secteur d'étude et à l'échelle du projet

Compte tenu du contexte d'implantation du projet et de sa situation géographique, le potentiel de développement de l'énergie hydraulique est nul.

Opportunités de développement de l'énergie hydraulique dans le projet

Nulles