

CONTEXTE EAU

1:25 000

CREDIT AGRICOLE
IMMOBILIER PROMOTION
Lotissement
"Le Moulin à Vent"
Avenue de l'Argoët
56250 ELVEN

Légende

- Projet**

 - Emprise
 - Rayon d'affichage 3 km
 - Communes

Hydrographie

- Réseau hydrographique
 - Piscicultures

Bassins versants

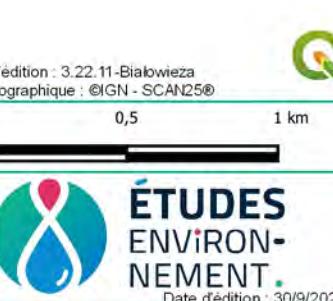
- SAGE**

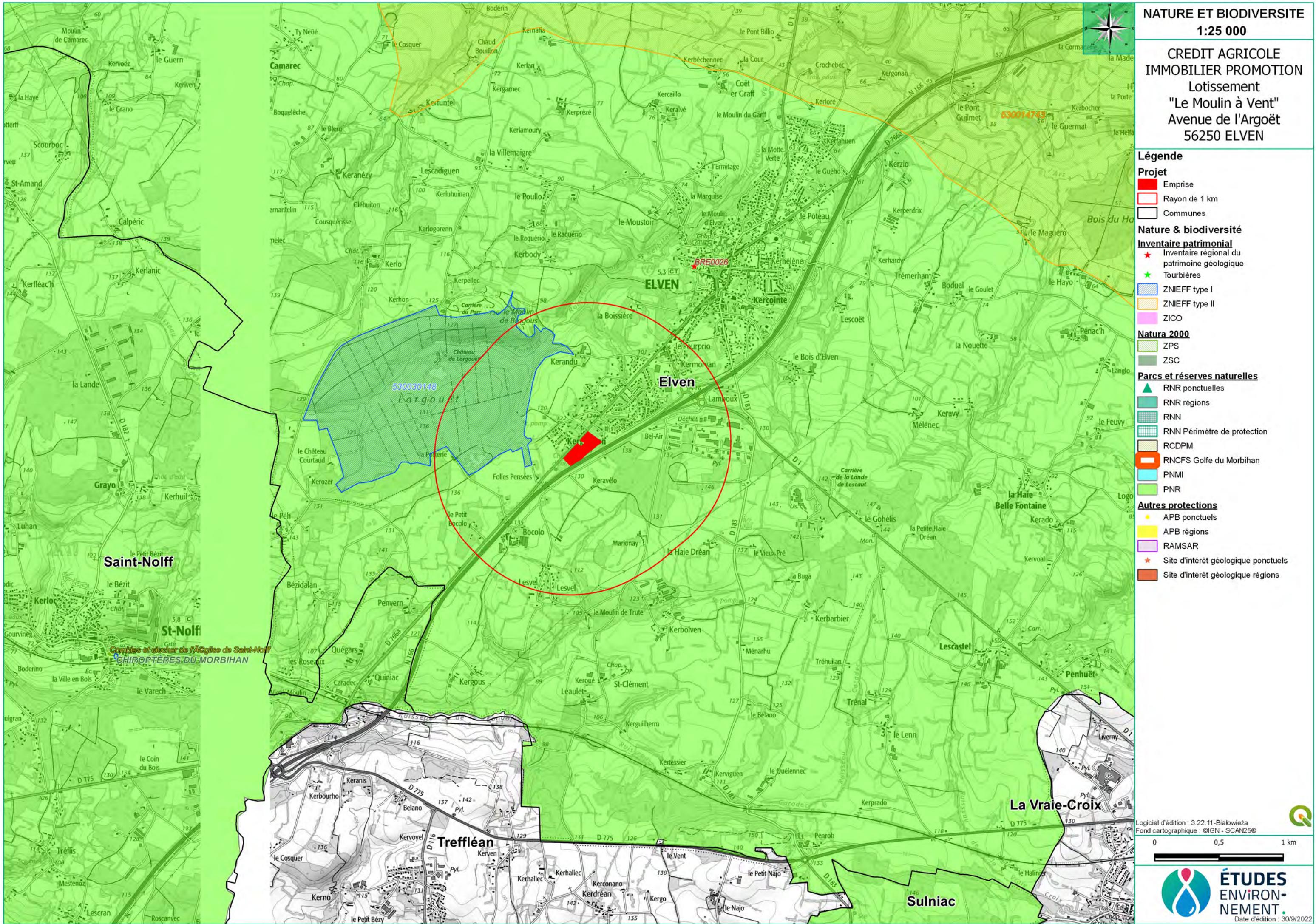
Perimètres de protection de captage

 -  Immédiate
 -  Rapprochée sensible
 -  Rapprochée
 -  Eloignée

Logiciel d'édition : 3.22.11-Bialowieża
Fond cartographique : ©IGN - SCAN25®

0 0,5 1





ANNEXE 6

Références techniques

- Coefficients de Montana – Règlement eaux pluviales GMVA



COEFFICIENTS DE MONTANA

Formule des hauteurs – Méthode du renouvellement

Statistiques sur la période 1971 – 2008

LORIENT-LANN BIHOUE (56)

Indicatif : 56185001, alt : 45 m., lat : 47°45'42"N, lon : 03°26'06"W

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie $h(t)$ recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie $h(t)$ s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.

Les coefficients de Montana (a, b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 1 heure et 6 heures.
Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 35 années.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 1 heure à 6 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	6.871	0.725
10 ans	7.915	0.717
20 ans	8.045	0.687
30 ans	7.867	0.664
50 ans	7.328	0.626
100 ans	6.318	0.566

ANNEXE 3

Etude arboricole



COMMUNE DE ELVEN

LOTISSEMENT : LE MOULIN À VENT

Croquis des zones boisées et descriptions des essences et des âges

Lisière de champ (Sud de la zone 3)

Présence de Chênes et de Châtaignier d'environ 70 ans, d'un Sapin de 80 ans et d'un Noyer de 60 ans

Zone 3

Peuplement de Pins Maritime. Certains sujets sont attaqués par des Scolytes. Présence en sous-bois de Laurier Palme, Houx et Chêne

Zone 2

Peuplement de Pins Maritimes d'une quinzaine d'année à 60% et 40% de Chêne pédonculés de 10-15 ans en sous-bois

Zone 1

Peuplement composé à 90 % de Chêne et 10 % de Châtaignier d'une quinzaine d'année en moyenne d'âge



SELARL NICOLAS ASSOCIÉS

Géomètres-Experts • Urbaniste diplômé

AGENCE D'AURAY

Immeuble Océania-Porte Océane 2
23, rue du Danemark • BRECH • 56400 AURAY
Tél. : 02 97 24 12 37 • Fax : 02 97 56 22 25
Email : auray@selarl-nicolas.fr

NICOLAS
associés

WWW.NICOLAS-ASSOCIES.COM

Inventaire réalisé le 15.01.2023 par l'entreprise Arb'Or et Sens de CROSSAC (44160)

Créé le 19.01.2023

Photographies des 3 zones boisées et des sujets intéressants en lisière de champ conservés dans le cadre de l'aménagement



ANNEXE 4

Rapport Exoceth



Terravia

Etude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables

**Lotissement « Le Moulin à vent »
de la commune d'Elven (56)**



Exoceth Bretagne

PA du Val Coric Est
1, rue du Clos du Breil
56380 Guer
+33 2 97 22 03 30
www.exoceth.fr

SIEGE BEST ENERGIES	36, rue Beaumarchais - 93100 Montreuil-sous-Bois	Tél. : +33 1 56 93 46 00
AGENCE CENTRE	40, rue Pierre Curie - 37700 St-Pierre-des-Corps	Tél. : +33 6 72 76 03 29
AGENCE NORMANDIE	BP 11 - 14970 Bénouville	Tél. : +33 6 84 42 07 70
EXOCETH ATLANTIQUE	8, av. des Thébaudières - BAL 77 Sillon Bretagne - 44800 St-Herblain	Tél. : +33 2 40 85 61 86
DEBAT	8, av. P. Gilles de Gennes - 81000 Albi	Tél. : +33 5 63 76 08 75
Exoceth - SARL au capital de 7 500 € - RCS de Vannes 450 729 959 - N° de TVA FR 92 450 729 959 - APE 7112B		



Affaire Exoceth N°	23148
Maîtrise d'ouvrage	Terravia
Objet	Etude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables
Mission	Etude EnR
Phase	EnR
Etabli par	ARO
Vérifié par	MGO
Approuvé par	JDE

Date	Indice	Observations
29/11/2024	0	Première version
02/12/2024	A	Mise à jour

Table des matières

1. Introduction	6
2. Présentation du territoire	7
3. Contexte énergétique	9
3.1. Mesures de luttes contre le réchauffement climatique	9
3.1.1. Au niveau Européen	9
3.1.2. Au niveau National	9
3.2. Qu'appelle-t-on énergie renouvelable	10
3.3. Etat des lieux des consommations et de la production d'énergie en Bretagne	10
3.3.1. Consommation d'énergie finale en Bretagne	10
3.3.2. Les énergies renouvelables en Bretagne	11
3.3.3. Les émissions de gaz à effet de serre en Bretagne	14
4. Gisements énergétiques bruts à l'échelle de la région et du département	16
4.1. Ensoleillement moyen annuel	16
4.1.1. Généralités et potentiel	16
4.1.2. Etat des lieux	17
4.1.2.1. Solaire thermique	17
4.1.2.2. Solaire photovoltaïque	17
4.2. Gisement Bois Energie	19
4.2.1. Généralités et potentiel	19
4.2.2. Disponibilité de la matière première	20
4.2.3. Développement de filières	21
4.2.4. Implantations des fournisseurs de bois déchiqueté	21
4.2.5. Etat des lieux des installations	22
4.2.6. Réseau de chaleur	23
4.2.7. Implantations des fournisseurs de bois bûches et granulés	24
4.3. Les déchets organiques valorisables	24
4.3.1. Usine d'incinération des ordures ménagères	25
4.3.2. Les unités de méthanisation	26
4.4. La géothermie	28
4.4.1. Rappel sur la technique de géothermie basse énergie	28
4.4.2. Potentiel estimatif	29
4.4.3. La géothermie très basse énergie	30
4.5. L'aérothermie	30
4.6. La ressource éolienne	31
4.6.1. Potentiel	31
4.6.2. Etat des lieux	31
4.7. Production d'électricité hydraulique	34
4.7.1. Potentiel	34
4.7.2. Etat des lieux	35
5. Gisements énergétiques nets à l'échelle de la zone	37
5.1. Cadre du projet	37
5.1.1. Description du programme prévisionnel	37

5.1.2.	Définition du bilan énergétique	39
5.1.3.	Estimations des consommations énergétiques	39
5.1.4.	Estimation des puissances thermiques	41
5.1.5.	Prix des énergies	41
5.1.6.	Scénario de référence	42
5.1.7.	Pompe à chaleur aérothermiques à compression	43
5.2.	Gisement solaire net	44
5.2.1.	Description des formes urbaines	44
5.2.2.	Solaire thermique	46
5.2.2.1.	Réseau de chaleur solaire thermique	46
5.2.2.2.	Chauffe-eau solaire	46
5.2.2.3.	Systèmes Solaires Combinés (SSC)	48
5.2.3.	Solaire photovoltaïque	50
5.3.	Le gisement net issu de la valorisation des déchets organiques	54
5.3.1.	Usine d'incinération des déchets	54
5.3.2.	Les unités de méthanisation	54
5.4.	Cogénération gaz naturel	55
5.4.1.	Principe de fonctionnement	55
5.4.2.	La micro cogénération :	55
5.4.3.	Tarif de rachat :	56
5.5.	Le gisement géothermique net	57
5.5.1.	La géothermie basse énergie (profonde)	57
5.5.2.	La géothermie très basse énergie	57
5.5.2.1.	Géothermie capteurs horizontaux	57
5.5.2.2.	Géothermie capteurs verticaux	58
5.6.	Le gisement aérothermique net	60
5.6.1.	Compression électrique	60
5.6.2.	Aérothermie gaz naturel	60
5.7.	Le gisement éolien net	62
5.7.1.	Vents dominants	62
5.7.2.	Grand éolien	62
5.7.3.	Petit éolien	63
5.8.	Le gisement bois énergie net	65
5.8.1.	Ressources locales	65
5.8.2.	Bois granulés	66
5.8.3.	Chaufferie centrale Bois déchiqueté & réseau de chaleur	69
5.9.	Le gisement hydroélectrique net	72
6.	Evolution des coûts énergétiques	73
6.1.	Hypothèse de base	73
6.2.	Analyse de l'évolution des coûts sur 30 ans	74
7.	Emission de CO₂ des différentes solutions énergétiques	77
8.	Recommandations sur l'éclairage urbain	78
8.1.	Etat des lieux	78
8.2.	Enjeux de l'éclairage urbain	78

8.3.	Pollution lumineuse	78
8.4.	Préconisations	79
9.	Les bornes de recharge intégrées au milieu urbain	82
9.1.	Les voitures électriques en plein essor	82
9.2.	Les bornes de recharge actuellement en France.....	82
9.3.	Stratégie d'implantation en milieu urbain	82
9.3.1.	Obligations à respecter	82
9.3.2.	Aides favorisant le respect de ces normes	83
9.3.3.	Localisation des bornes en ville	83
10.	L'accès au transport en commun	85
10.1.	Choix des modes de transport.....	85
10.1.1.	Quelques chiffres sur les déplacements des français.....	85
10.1.2.	Possibilité d'amélioration en termes d'accessibilité des transports en commun	86
10.2.	Différents facteurs à prendre en compte pour faciliter l'accès et l'utilisation des transports en commun.....	86
10.2.1.	Adapter les horaires et la fréquence	86
10.2.1.1.	Identifier les besoins	86
10.2.1.2.	Différence week-end/semaine.....	86
10.2.1.3.	Vacances scolaires notamment l'été	87
10.2.2.	Faire des choix stratégiques de lignes.....	87
10.2.2.1.	Positionnement des arrêts : identifier les besoins.....	87
10.2.2.2.	Positionnement des terminus	87
10.2.2.3.	Prendre en compte les habitations aux alentours au niveau de la qualité de vie (bruit/pollution)	88
10.2.3.	Des moyens simples pour adapter au mieux le réseau de transport en commun	88
10.2.3.1.	Consulter les habitants.....	88
10.2.3.2.	Mise en place de tests	88
11.	La mobilité douce	89
11.1.	Etat actuel.....	89
11.1.1.	Adapté sur petites distances	89
11.1.2.	Avantages/Inconvénients	89
11.2.	Les infrastructures mises en place.....	89
11.2.1.	Un réseau important.....	89
11.2.2.	Le stationnement.....	89
11.2.2.1.	Parcs à vélo.....	89
11.2.2.2.	Station de vélo en libre-service	90
11.2.2.3.	Vélo en libre-service sans station	90
11.2.3.	Le rechargement pour les véhicules électriques (hors voitures)	90
11.3.	Apparition de nouveaux modes de transports.....	91
12.	Synthèse	92

Table des illustrations

Figure 1 : Périmètre de l'opération	8
Figure 2 : Evolution de la répartition des consommations d'énergie par secteur (2018) – Source : ADEME Bretagne.....	10
Figure 3 : Répartition des consommations en fonction du type d'énergie – Source : ADEME Bretagne.....	11
Figure 4 : Part des énergies renouvelables dans la consommation finale – Source : ADEME Bretagne.....	11
Figure 5 : Evolution de la production d'énergie primaire par usage – Source : ADEME Bretagne.....	12
Figure 6 : Répartition de la chaleur produite en 2019 - Source : ADEME Bretagne.....	12
Figure 7 : Evolution de la production d'électricité via des ENR - Source : ADEME Bretagne	13
Figure 8 : bilan énergétique régional de 2018 – Source : ADEME Bretagne	13
Figure 9 : Répartition des émissions énergétiques (2018) - Source : ADEME Bretagne	14
Figure 10 : Evolution des émissions énergétiques totales - Source : ADEME Bretagne.....	15
Figure 11 : Ensoleillement global et potentiel photovoltaïque. (Avec panneaux inclinés selon un angle optimal.) [Source : PVGIS]	
.....	16
Figure 12 : Répartition des différentes technologies utilisant le solaire thermique en 2019 – Source : ADEME Bretagne	17
Figure 13 : Surface installées de CESI, SSC, CES – Source : ADEME Bretagne	17
Figure 14 : Evolution du photovoltaïques en Bretagne – Source : ADEME Bretagne	18
Figure 15 : production solaire photovoltaïque en bretagne en 2021 – Source : OEB	18
Figure 16 : Evolution des surfaces forestières – Source : IGN.....	19
Figure 17 : Taux de boisement – Source : IGN 2021	19
Figure 18 : Evolution de la consommation de bois déchiqueté en Bretagne – source : aile.....	20
Figure 19 : Origine du bois consommé en Bretagne en 2019 - source : aile.....	20
Figure 20 : Schéma de principe de la récolte des TTCA	21
Figure 21 : Fournisseur de bois déchiqueté 2020 - source : bioenergie-promotion.fr	21
Figure 22 : Nombre et puissance des chaufferies collectives et industrielles et consommation de bois fin 2021 – Source :	
Bretagne environnement.....	22
Figure 23 : Réseaux de chaleur en Bretagne en 2019 – Source : Bretagne environnement	23
Figure 24 : Energie utilisé pour alimenter les réseaux de chaleur – Source : ADEME Bretagne	23
Figure 25 : Fournisseurs bois bûches et granules – Source : Exoceth	24
Figure 26 : Localisation et types d'installations de traitement des déchets en 2018 en Bretagne.....	25
Figure 27 : Production des UIOM en Bretagne -source : ADEME Bretagne	25
Figure 28 : Installations de méthanisation en fonctionnement septembre 2023 – Source : OEB.....	26
Figure 29 : Valorisation du biométhane depuis 2000 – Source : ADEME Bretagne.....	26
Figure 30 : Energie produite par les unités de méthanisation – Source : ADEME Bretagne.....	27
Figure 31 : Principe du réseau de chaleur sur aquifère profond - source : Le Moniteur.....	28
Figure 32 : Carte des massifs français - source : BRGM	29
Figure 33 : Géothermie très basse énergie - source : chauffage SOBRECO	30
Figure 34 : Aerothermie - source : chauffage SOBRECO	30
Figure 35 : Eolienne	31
Figure 36 : Puissance éolienne en fonctionnement en 2020.....	32
Figure 37 : Etat des lieux des éoliennes en Bretagne – Source ADEME Bretagne	32
Figure 38 : Puissance des éoliennes en 2019 – Source : Bretagne environnement	33
Figure 39 : Zones favorables au développement de l'éolien - source : Géo Data Gouv	33
Figure 40 : Potentiel hydraulique breton	34
Figure 41 : Production hydroélectrique en Bretagne – Source : Bretagne environnement	35
Figure 42 : Puissance hydroélectrique (2019 – 2020) – Source : Bretagne environnement	35
Figure 43 : Les Energies marines en Bretagne, situation en 2018 – Source : Bretagne environnement	36
Figure 44 : Plan de masse du projet	37
Figure 45 : Répartition des Surfaces de Plancher.....	39
Figure 46 : Répartition des dépenses énergétiques annuelles	43
Figure 47 : Apports solaires	44
Figure 48 : Facteur de correction solaire.....	44
Figure 49 : Evolution annuel de l'ensoleillement à Elven – Source : PVGIS	45
Figure 50 : Principe des masques proches	45
Figure 51 : Ombres projetées sur un terrain plat.....	46
Figure 52 : Principe du chauffe-eau solaire.....	46
Figure 53 : Taux de couverture d'un SSC	48
Figure 54 : Principe du solaire photovoltaïque	50
Figure 55 : Evolution du tarif de rachat du photovoltaïque	51
Figure 56 : Schéma de principe d'installations en autoconsommation avec vente du surplus et vente de la totalité	52
Figure 57 : Installations de méthanisation en fonctionnement et en travaux en janvier 2024 –	54
Figure 58 : Principe de la cogénération gaz	55
Figure 59 : Tarif de rachat de la cogénération	56
Figure 60 : Principe de l'aerothermie au gaz naturel.....	60
Figure 61 : Direction et répartition de la force du vent sur Elven – Source : Meteoblue.....	62

Figure 62 : Fournisseurs de bois.....	65
Figure 63 : Poêles à granulés	67
Figure 64 : Chaufferie bois.....	69
Figure 65 : Principe d'une chaufferie bois	69
Figure 66 : Silos enterres	70
Figure 67 : Potentiel hydroélectrique dans la zone d'étude.....	72
Figure 68 : Evolution des couts énergétiques	74
Figure 69 : Cumul des couts énergétiques.....	75
Figure 70 : Evolution des couts énergétiques	76
Figure 71 : Bilan des émissions de co2	77
Figure 72 : Principe de la pollution lumineuse.....	78
Figure 73 : Evolution de la pollution lumineuse	79
Figure 74 : Orientation des luminaires	79
Figure 75 : Type de luminaires.....	80
Figure 77 : Eclairage passif.....	81
Figure 77 : Eclairage a l'énergie solaire	81
Figure 78 : Proportion de places de parking disposant d'une borne de recharge électrique à respecter	82
Figure 79 : Répartition des lieux d'implantation de bornes de recharge – Source : Avere-France, Gireve	83
Figure 80 : Répartition des types de recharge implantée en France – Source Chargemap statistiques.....	84
Figure 81 : Tableau des différents types de lieux associés à leur type de borne idéale	84
Figure 82 : Modes de transport utilisées par les usagers des transports en commun	85
Figure 83 : Horaires de fréquentation du métro à paris en semaine	86
Figure 84 : Comparaison de la fréquentation du métro de paris en semaine et le week-end.....	86
Figure 85 : Espaces Veligo en Ile de France permettant le stationnement sécurisé des vélos.....	89
Figure 86 : Station de vélo à Sophia Antipolis.....	90
Figure 87 : Vélos en libre-service dans Paris.....	90
Figure 88 : Exemple d'une borne de recharge pour vélo à assistance électrique (marque VAE ALTAO).....	91
Figure 89 : Exemple d'une borne de recharge Bosch installées dans un lieu touristique	91
Figure 90 : Nouveaux modes de transport en ville	91
Figure 91 : Dépense annuelle lors de la première année	93

1. Introduction

L'objet de ce document est de réaliser une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables dans le cadre des études préalables de la construction du lotissement « Le Moulin à Vent » sur la commune d'Elven (56)

Cette étude entre dans le cadre de l'article 8 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009, créant l'article L. 128-4 dans le code de l'urbanisme :

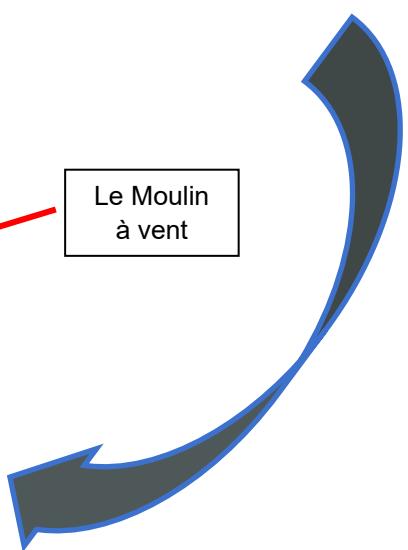
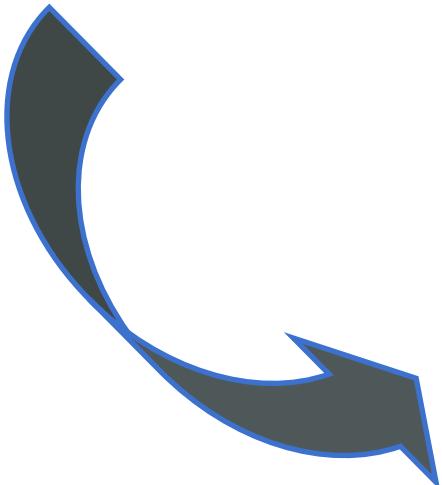
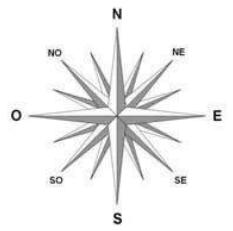
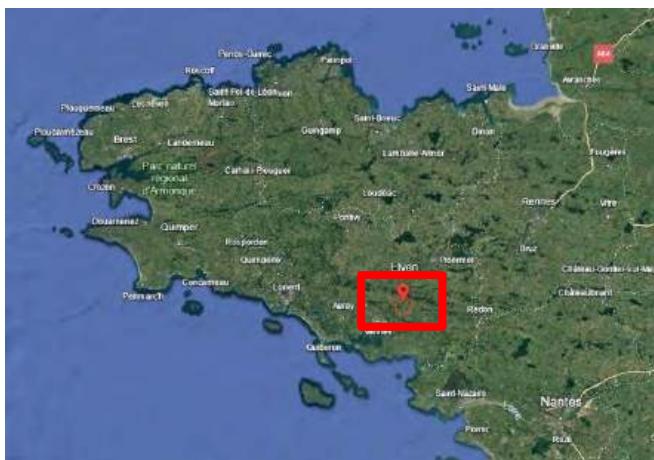
« Toute action ou opération d'aménagement telle que défini à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération ».

A compter du 1er octobre 2019, l'article R. 122-5 du code de l'environnement est ainsi modifié :

« Pour les actions ou opérations d'aménagement devant faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone en application de l'article L. 300-1 du code de l'urbanisme, l'étude d'impact comprend, en outre, les conclusions de cette étude et une description de la façon dont il en est tenu compte. »

2. Présentation du territoire

L'implantation géographique de la zone d'étude est la suivante :



La population totale de la commune de Chantepie est estimée selon l'INSEE à 6 436 habitants (2021) et sa superficie est de 64 km², soit une densité d'environ 100.6 hab/km².

La commune est bordée :

- ▶ à l'est par la commune de Monterblanc et Saint-Nolff,
- ▶ au sud par les communes de Tréffléan, Sulniac et La Vrai-Croix,
- ▶ à l'ouest par les communes de Le Cours et Larre,
- ▶ au nord par les communes de Saint-Guyomard, Plaudren et Trédion

Le périmètre de l'opération couvre une surface d'environ 3 hectares et est représenté sur la vue aérienne ci-dessous :



FIGURE 1 : PERIMETRE DE L'OPERATION

3. Contexte énergétique

3.1. Mesures de luttes contre le réchauffement climatique

3.1.1. Au niveau Européen

La conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques est le premier accord universel pour le climat à avoir été approuvé à l'unanimité par les 196 délégations (195 états + l'union européenne). En 2016, l'accord de Paris (COP21) est entré officiellement en vigueur. Le seuil des ratifications (55 états représentant 55 % des émissions de gaz à effet de serre) a été atteint.

Avec l'adoption du Paquet Énergie-Climat 2030 en octobre 2014, l'Union européenne a conclu un accord solide et collectif la plaçant à la pointe de la transition énergétique mondiale et lui permettant de contribuer au succès de la Conférence de Paris. Ses objectifs s'articulent en trois temps :

- ▶ Un engagement de court terme : la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre de 40% d'ici 2030, par rapport à 1990.
- ▶ Un objectif de moyen terme : la diminution des émissions de 80 à 95% d'ici 2050, par rapport à 1990.
- ▶ Un objectif de long terme : 0 émission nette d'ici 2100, pour garantir une trajectoire d'augmentation maximale de 2°C de la température.

Le cadre énergie climat favorise la transition énergétique notamment par :

- ▶ Un objectif de 27% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique d'ici 2030 ;
- ▶ Un objectif de 27% d'économies d'énergies d'ici 2030. Un réexamen en 2020 est d'ores et déjà prévu pour le porter à 30% d'ici 2030 ;
- ▶ Un soutien significatif aux États-membres, en particulier aux moins avancés, pour investir dans l'innovation et des projets concrets, grâce au mécanisme "NER 400", un nouveau fonds de modernisation, géré par les États membres avec le soutien de la BEI, et la redistribution de 10 % des quotas carbone aux États membres ayant un PIB inférieur à 90 % de la moyenne européenne

3.1.2. Au niveau National

La France s'est fixé deux objectifs principaux en lien avec la loi transition énergétique pour la croissance verte, qui sont :

- ▶ 40 % de réduction de ses émissions d'ici à 2030 par rapport au niveau de 1990,
- ▶ 75 % de réduction de ses émissions d'ici à 2050 par rapport au niveau de 1990.

Pour ce faire, elle s'est engagée sur l'évolution du mix énergétique :

- ▶ Porter à 32 % la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale en 2030,
- ▶ Réduire de 50 % la consommation énergétique à l'horizon 2050.

La France s'est donc donnée les orientations stratégiques à court terme (2015 – 2028) pour mettre en œuvre dans tous les secteurs d'activité la transition vers une économie bas-carbone

- ▶ Réduction de 54 % des émissions dans le secteur du bâtiment, dans lequel les gisements de réduction des émissions sont particulièrement importants : déploiement des bâtiments à très basse consommation, accélération des rénovations énergétiques, écoconception, compteurs intelligents ;
- ▶ Réduction de 29% des émissions dans le secteur des transports : amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules (véhicule consommant 2L /100 km), développement des véhicules propres (voiture électrique, biocarburants, ...);
- ▶ Réduction de 12 % des émissions dans le secteur de l'agriculture grâce au projet agro-écologique : méthannisation, couverture des sols, maintien des prairies, développement de l'agroforesterie, optimisation de l'usage des intrants ;
- ▶ Réduction de 24 % des émissions dans le secteur de l'industrie : efficacité énergétique, économie circulaire (réutilisation, recyclage, récupération d'énergie), énergies renouvelables ;
- ▶ Réduction de 33 % des émissions dans le secteur de la gestion des déchets : réduction du gaspillage alimentaire, écoconception, lutte contre l'obsolescence programmée, promotion du réemploi et meilleure valorisation des déchets.

3.2. Qu'appelle-t-on énergie renouvelable

Définition :

« Une énergie renouvelable est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine ».

Les énergies renouvelables identifiables sont : éolienne, solaire, géothermique, houlomotrice, marémotrice et hydraulique ainsi que l'énergie issue de la biomasse. On englobe aussi dans les énergies renouvelables les flux de déchets organiques de l'activité économique qui peuvent donner lieu à une valorisation énergétique : déchets de l'agriculture et de l'exploitation forestière, part fermentescible des déchets industriels et des ordures ménagères.

3.3. Etat des lieux des consommations et de la production d'énergie en Bretagne

3.3.1. Consommation d'énergie finale en Bretagne

La Bretagne a eu une consommation d'énergie finale totale de l'ordre de 6,6 Mtep (Méga tonnes d'équivalent pétrole) en 2020, pour les secteurs résidentiels, tertiaires, les transports, l'industrie et l'agriculture. En 2018, seul 10,6% de l'énergie consommée en Bretagne est produite sur le territoire breton (augmentation de 0,7% depuis 2015).

A l'échelle nationale, cette consommation correspond à 4,9 % de la consommation nationale pour 5,0 % de la population. Cela équivaut à 1,96 tep par habitant par an, contre 1,99 tep à l'échelle nationale.

Le secteur le plus consommateur d'énergie en Bretagne est le transport, suivi du résidentiel, du tertiaire, de l'industrie et de l'agriculture et la pêche, comme l'illustre le graphique ci-dessous (données 2018).

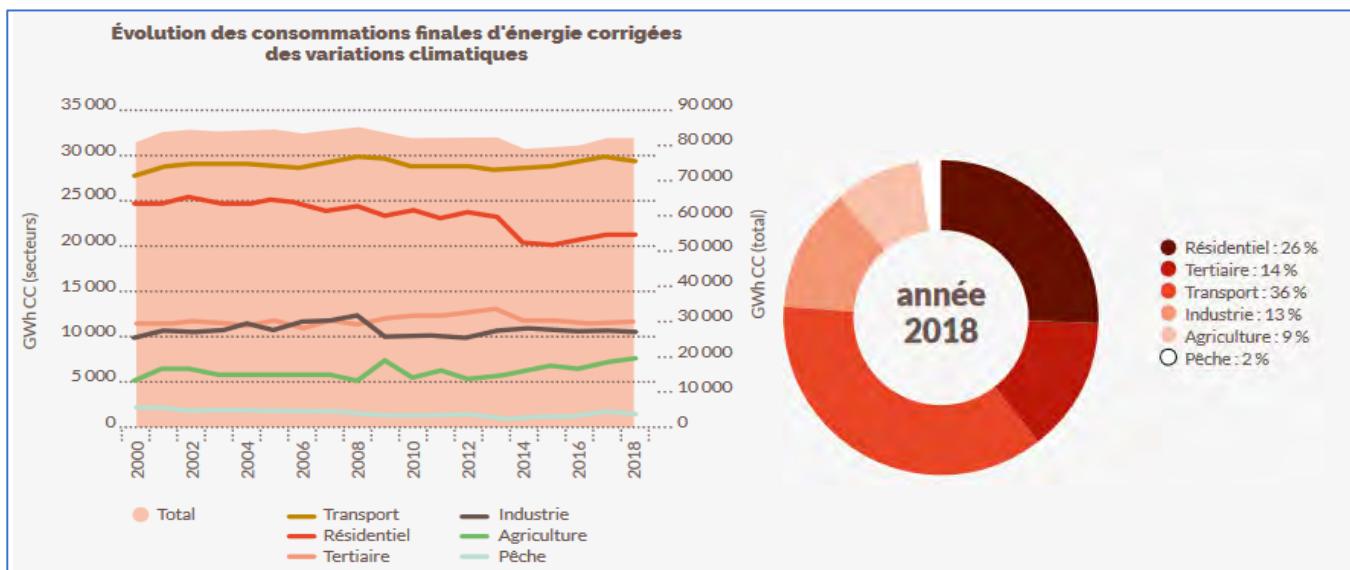


FIGURE 2 : EVOLUTION DE LA REPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE PAR SECTEUR (2018) – SOURCE : ADEME BRETAGNE

L'habitat individuel est prédominant par rapport à l'habitat collectif : 71,3% de logements individuels.

Les énergies les plus utilisées dans le résidentiel et tertiaire sont l'électricité et le gaz naturel, utilisées principalement pour se chauffer.

Tous types de secteur confondu, les produits pétroliers sont les plus utilisés en Bretagne, comme le montre la répartition énergétique en Bretagne présentée sur les graphiques suivants :

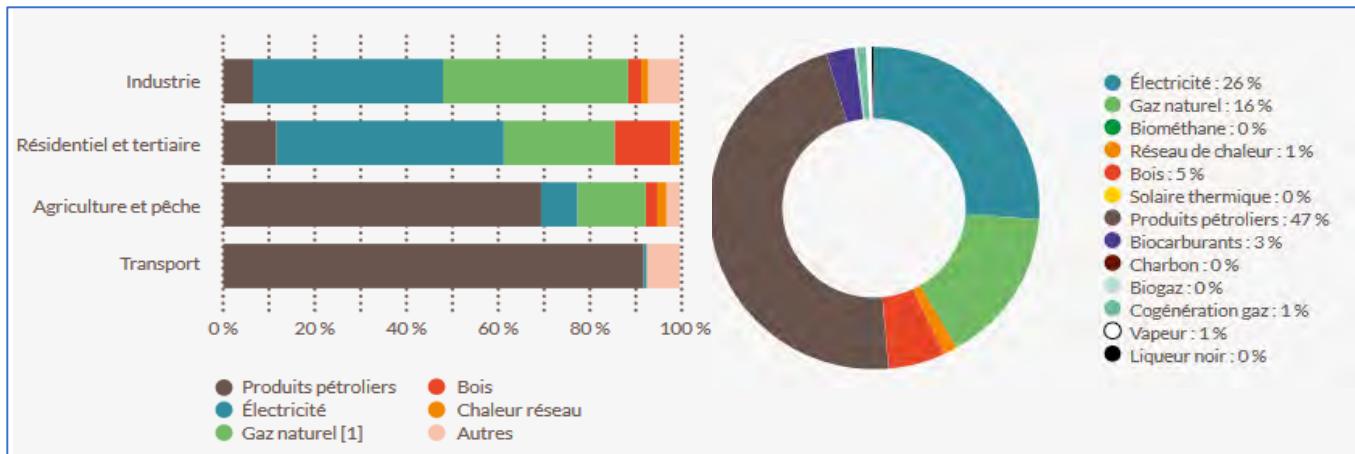


FIGURE 3 : REPARTITION DES CONSOMMATIONS EN FONCTION DU TYPE D'ENERGIE – SOURCE : ADEME BRETAGNE

3.3.2. Les énergies renouvelables en Bretagne

La part des consommations finales produite par des sources d'énergies renouvelables s'élève à environ 15% de la consommation totale (2018). On note que cette production d'énergie renouvelable est en hausse de 6,5 points par rapport à 2000 où elle représentait seulement 8,5 % de la consommation finale totale.

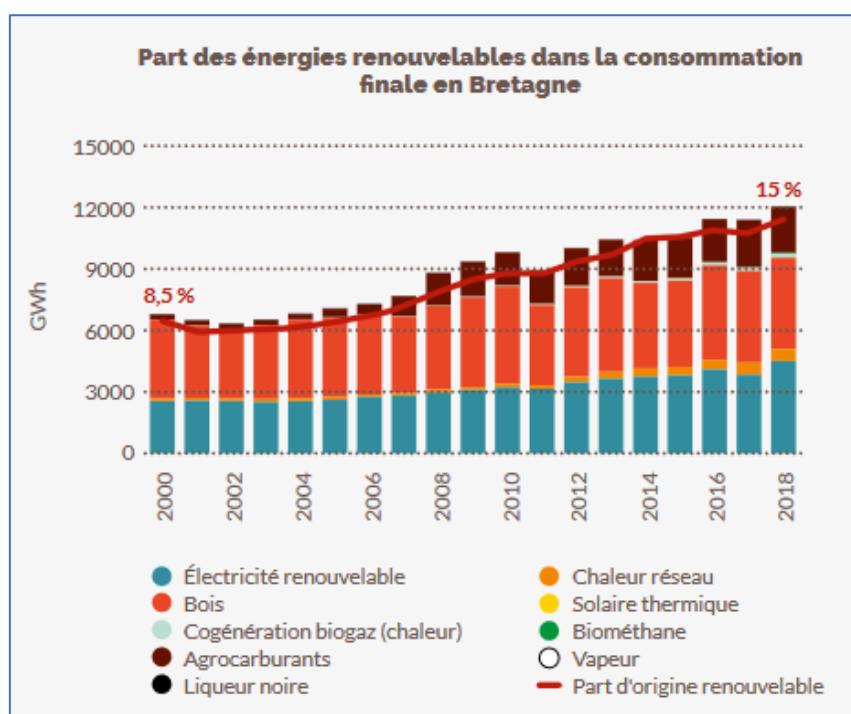


FIGURE 4 : PART DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LA CONSOMMATION FINALE – SOURCE : ADEME BRETAGNE

La production d'énergie renouvelable se décompose en deux parties :

- ▶ La production de chaleur ;
- ▶ La production d'électricité.

À l'échelle de la Bretagne, la chaleur représente la plus grande partie de l'ensemble des énergies renouvelables produites, et le bois en est la première ressource : le bois permet la production de plus d'un tiers de l'énergie renouvelable produite en Bretagne.

La production d'énergie primaire a augmenté de 12% depuis 2015 : elle atteint, en 2019, 10,4 TWh. Cela correspond à 8,6 TWh d'énergie finale d'origine renouvelable. La production d'énergie primaire est répartie comme suit :

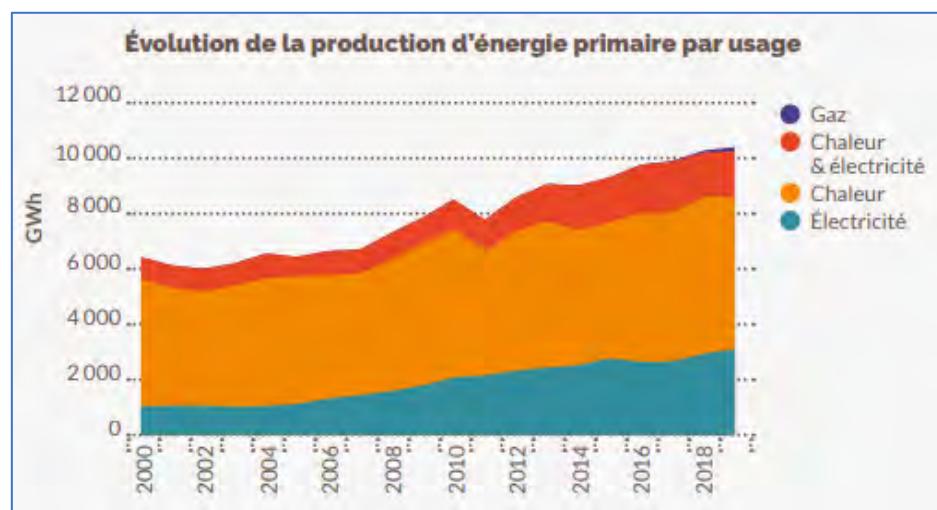


FIGURE 5 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ENERGIE PRIMAIRE PAR USAGE – SOURCE : ADEME BRETAGNE

La majorité de l'énergie primaire est produite sous forme de chaleur puis sous forme d'électricité. Cette répartition a fortement évolué depuis les années 2000 avec le développement rapide de l'éolien et du photovoltaïque.

La production de chaleur via des énergies renouvelables (ENR) est la suivante :

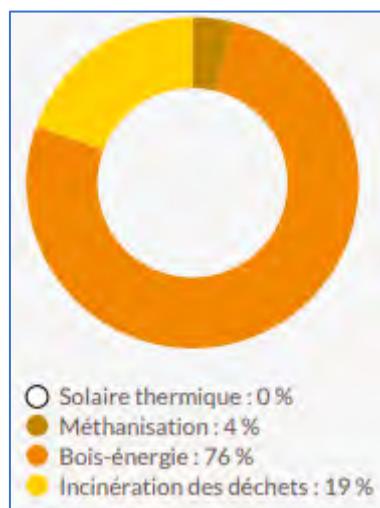


FIGURE 6 : REPARTITION DE LA CHALEUR PRODUITE EN 2019 - SOURCE : ADEME BRETAGNE

62% de la chaleur livrée en Bretagne est d'origine renouvelable. La production de chaleur est relativement constante depuis 2000 : en 2019, elle est de 6,3 TWh PCI. La principale source de chauffage est le bois-énergie puisqu'il permet 76% de la production de chaleur renouvelable. L'apport du solaire thermique est négligeable devant les autres sources de chaleur.

Environ 16% des bretons se chauffent principalement au bois et près de 25% l'utilisent comme moyen de chauffage d'appoint ou pour le plaisir.

L'évolution de la production d'électricité via des énergies renouvelables (ENR) est la suivante :

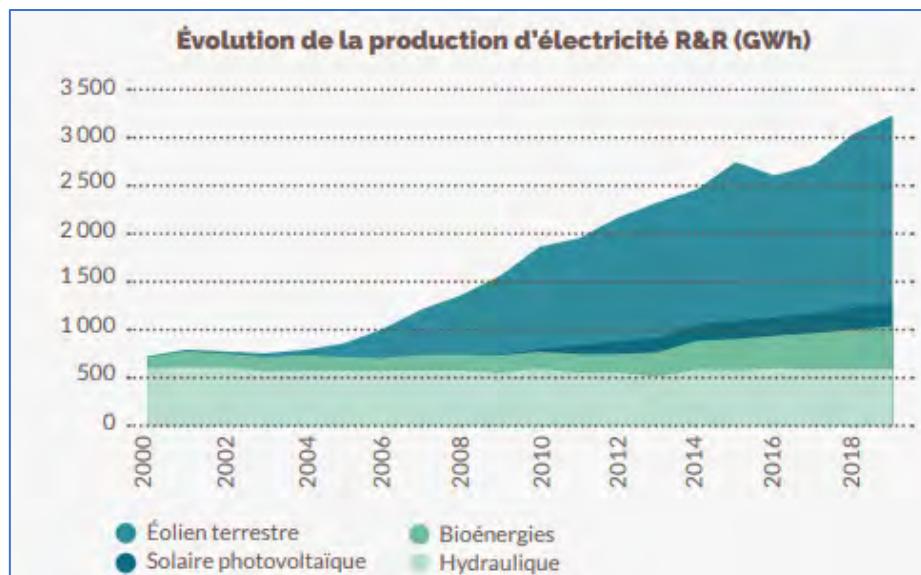


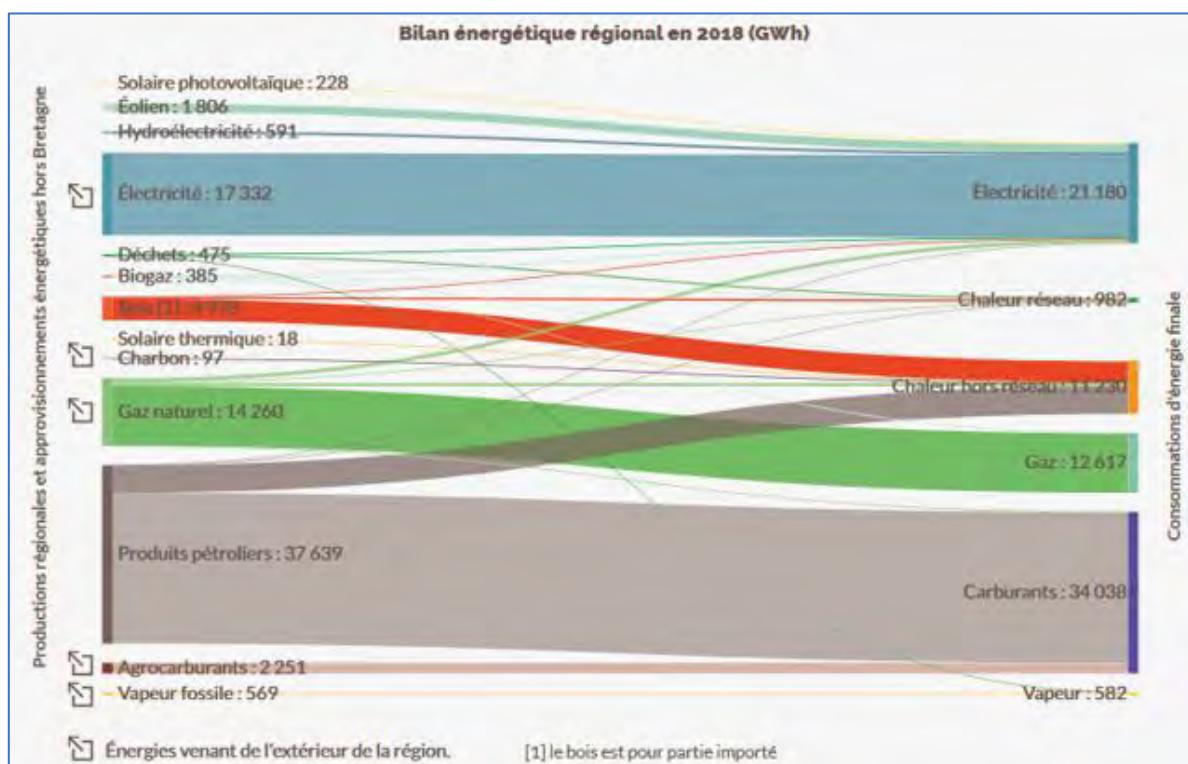
FIGURE 7 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE VIA DES ENR - SOURCE : ADEME BRETAGNE

Les consommations électriques représentent 26% de la consommation d'énergie bretonne et 4,8% de la consommation électrique nationale. En 2019, 3,2 TWh d'électricité renouvelable ont été produits en Bretagne. La première source d'électricité est l'éolien terrestre (60%) suivie par l'hydraulique (18%).

La consommation importante d'électricité en Bretagne contraste avec sa faible production. En 2019, la production d'électricité régionale permet de couvrir seulement 15,2% de ses besoins en électricité (augmentation de 2,1% depuis 2015), le reste étant acheminé depuis l'extérieur. Ce constat met en évidence la dépendance énergétique de la Bretagne : la région peut se retrouver en pénurie d'électricité lors de périodes de grand froid.

Les pics de consommations ont considérablement augmenté depuis 2005 puisqu'ils étaient alors situés autour de 4 000 MW. En 2018, a été atteint le maximum des pics de consommations : 5 161 MW. Il a ensuite rediminué en 2019. Cette augmentation est due à l'augmentation du nombre d'installations électriques depuis plusieurs années (pompes à chaleur comprises).

Le graphique ci-dessous illustre le bilan énergétique régional en 2018 :



La très grande majorité de l'électricité bretonne est importée, le reste étant produite grâce, notamment, à l'éolien, l'hydroélectricité ou encore le solaire photovoltaïque. La production de chaleur se répartit presque exclusivement entre le bois et les produits pétroliers.

3.3.3.Les émissions de gaz à effet de serre en Bretagne

La consommation d'énergie finale a engendré 17,6 Mt de dioxyde de carbone (CO₂) en 2018 : une partie est émise directement en Bretagne et le reste est émis par les centrales électriques hors Bretagne, par exemple.

En 2018, la consommation de produits pétroliers est la première source de CO₂, avec 62 % des émissions, soit une baisse de 3% depuis 2015. Le gaz naturel représente 22 % des émissions énergétiques et l'électricité 11 %. Les transports sont les premiers contributeurs aux émissions (51,6 % en 2018).

La répartition des émissions par secteur diffère de la répartition de la consommation d'énergie finale, en raison notamment de la prise en compte des ENR dans la consommation sectorielle.

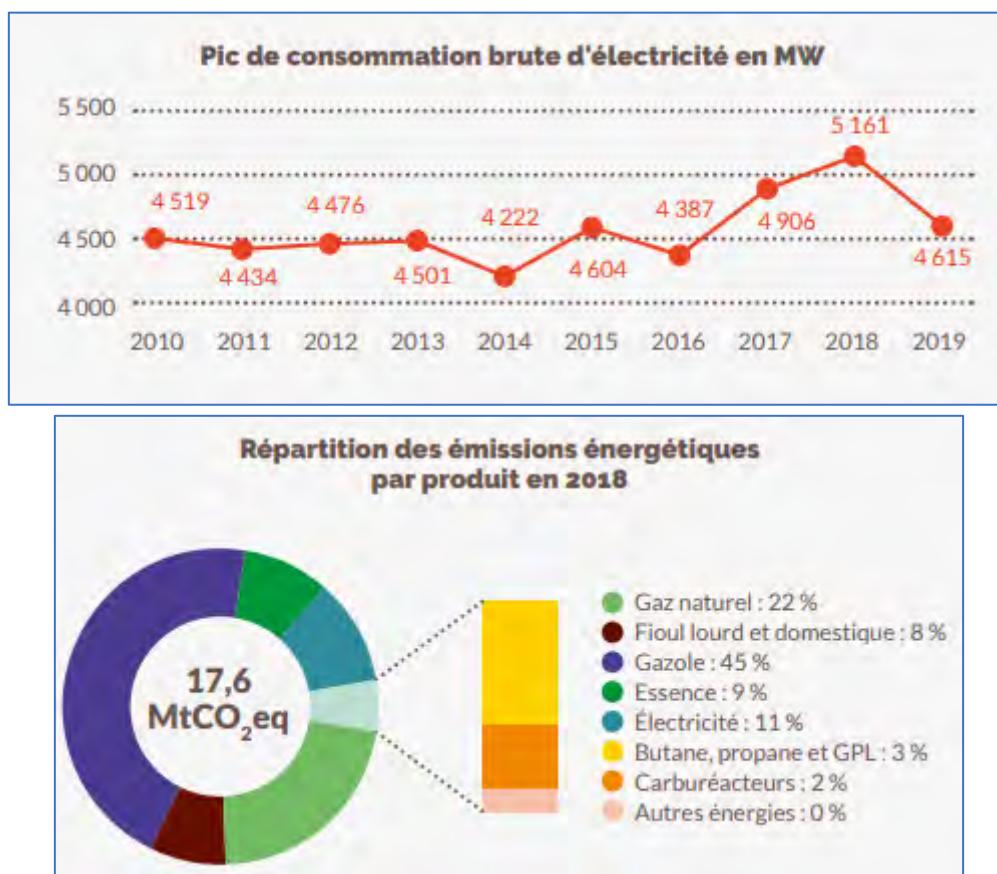


FIGURE 9 : REPARTITION DES EMISSIONS ENERGETIQUES (2018) - SOURCE : ADEME BRETAGNE

La majorité des émissions est due au gazole (presque 50% des émissions totales). La part de l'électricité est non négligeable : 11%, il s'agit du troisième poste d'émission en 2018.

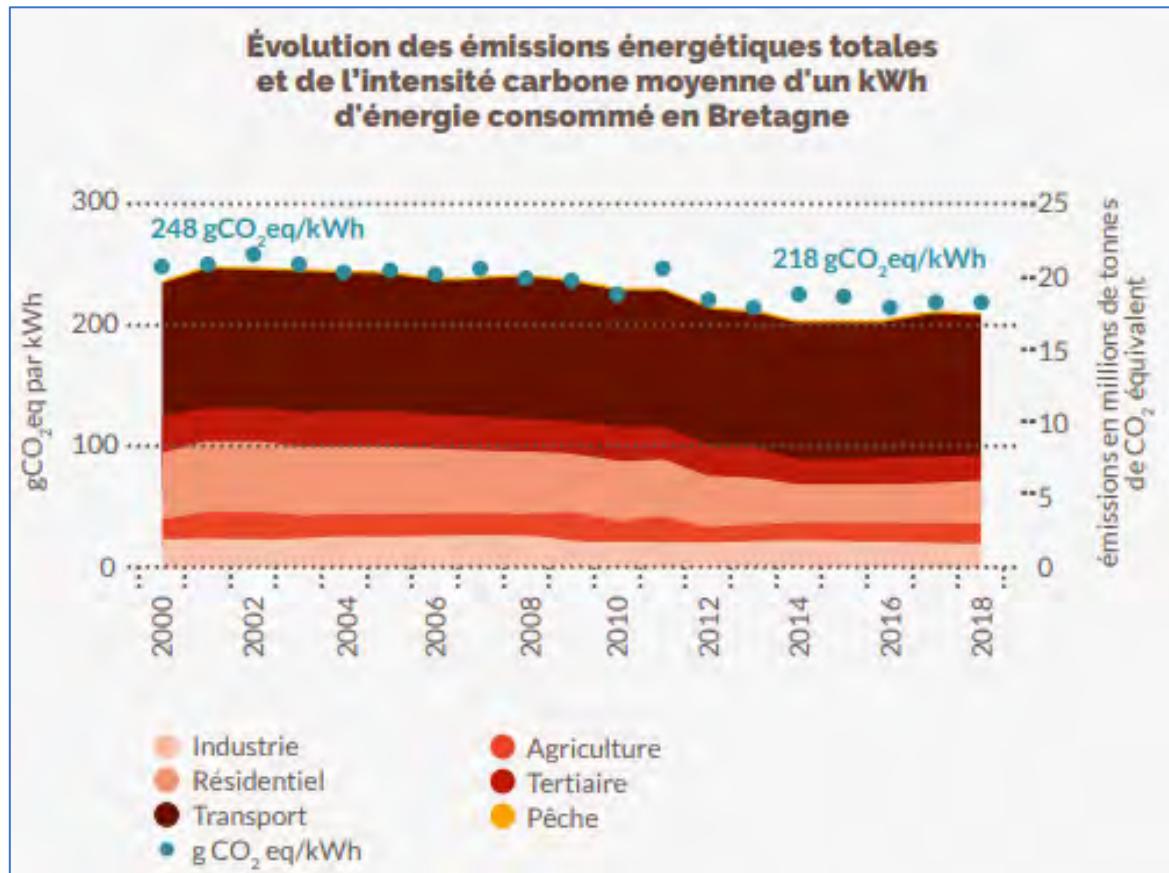


FIGURE 10 : ÉVOLUTION DES EMISSIONS ENERGETIQUES TOTALES - SOURCE : ADEME BRETAGNE

Les émissions énergétiques diminuent depuis 2000 et atteignent, en 2018, 218 gCO₂ eq/kWh. La part la plus importante des émissions est due aux transports à cause de l'utilisation des produits pétroliers. Outre la diminution de la part des consommations de produits pétroliers, la baisse est liée à l'introduction d'agrocarburants (7,7 % pour le gazole et 6,1 % pour le supercarburant), au développement des chauffebois, au bois bûche et, dans une moindre mesure, à l'électricité renouvelable.

4. Gisements énergétiques bruts à l'échelle de la région et du département

4.1. Ensoleillement moyen annuel

4.1.1. Généralités et potentiel

L'énergie solaire est une énergie inépuisable et gratuite.

Cette énergie peut être exploitée pour produire de l'eau chaude sanitaire, de l'électricité, ou encore alimenter un circuit de chauffage.

La région Bretagne présente un ensoleillement annuel de 1700 heures en moyenne. Un mètre carré de capteur reçoit alors sur sa surface, une quantité d'énergie entre 1300 et 1400 kWh/m².an.

Pour une installation solaire photovoltaïque, on estime qu'un champ de capteurs d'une puissance de 1kWcrète produira en moyenne entre 975 et 1050 kWh sur l'année.

Pour une installation de chauffe-eau solaire, une installation correctement dimensionnée assurera un taux de couverture solaire de l'ordre de 50 - 60% des besoins.

La réalisation d'une centrale solaire asservissant un réseau de chaleur est envisageable, mais présente des coûts très importants et dont la technique reste expérimentale en France.



FIGURE 11 : ENSOLEILLEMENT GLOBAL ET POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE. (AVEC PANNEAUX INCLINÉS SELON UN ANGLE OPTIMAL.) [SOURCE : PVGIS]

4.1.2. Etat des lieux

4.1.2.1. Solaire thermique

Le solaire thermique est une solution de production d'énergie (eau chaude sanitaire majoritairement) qui a connu un fort développement en Bretagne il y a quelques années. Depuis plusieurs années, la surface de panneau solaire thermique se développe peu en Bretagne.

Cette évolution s'est manifestée au niveau des particuliers comme des collectivités.

Les installations mises en place sont, dans les deux-tiers des cas, des CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) et dans les cas restants des SSC (Système Solaire Combiné) ou des CESC (Chauffe-Eau Solaire Collectif).

En Bretagne la répartition des différentes technologies utilisant le solaire thermique en 2019 est la suivante :

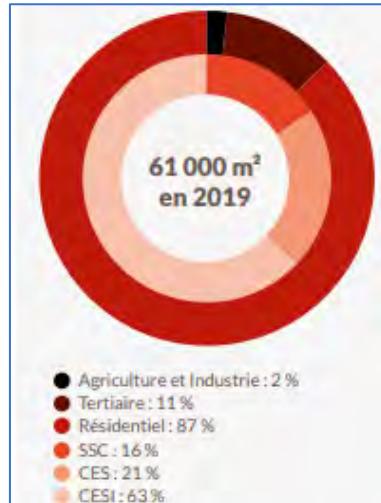


FIGURE 12 : REPARTITION DES DIFFERENTES TECHNOLOGIES UTILISANT LE SOLAIRE THERMIQUE EN 2019 – SOURCE : ADEME BRETAGNE

La majorité de ces 61 000 m² sont installés pour le résidentiel (87%) et mis en place pour des CESI (63%).



FIGURE 13 : SURFACE INSTALLEES DE CESI, SSC, CES – SOURCE : ADEME BRETAGNE

L'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'eau chaude sanitaire en Bretagne présente donc un potentiel avéré, tant au niveau des installations individuelles que collectives.

4.1.2.2. Solaire photovoltaïque

Le solaire photovoltaïque est en plein développement en Bretagne comme dans le reste de la France. Le nombre d'installations relatives au solaire photovoltaïque continue d'augmenter depuis 2014 avec, le développement important de l'autoconsommation depuis quelques années.

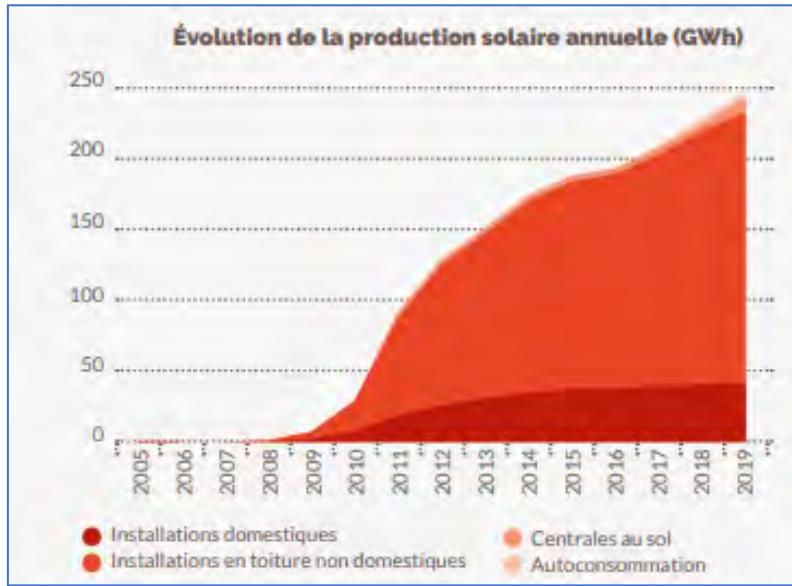


FIGURE 14 : EVOLUTION DU PHOTOVOLTAÏQUES EN BRETAGNE – SOURCE : ADEME BRETAGNE

Au total, la région Bretagne présente, en 2020, une puissance photovoltaïque totale installée d'environ 250 MW ayant conduit à une production d'électricité de l'ordre de 240 GWh (cela représente environ 3% de la production d'énergie en Bretagne et 8% de l'électricité renouvelable bretonne, contre 7% en 2014).

Le nombre d'installations en autoconsommation et des centrales au sol a augmenté depuis 2015. La majorité des installations mises en place sont des installations en toiture non domestiques. Les installations domestiques permettent, elles, la production d'environ 17% de la production solaire annuelle bretonne.

La carte ci-dessous représente la production solaire photovoltaïque en 2021.

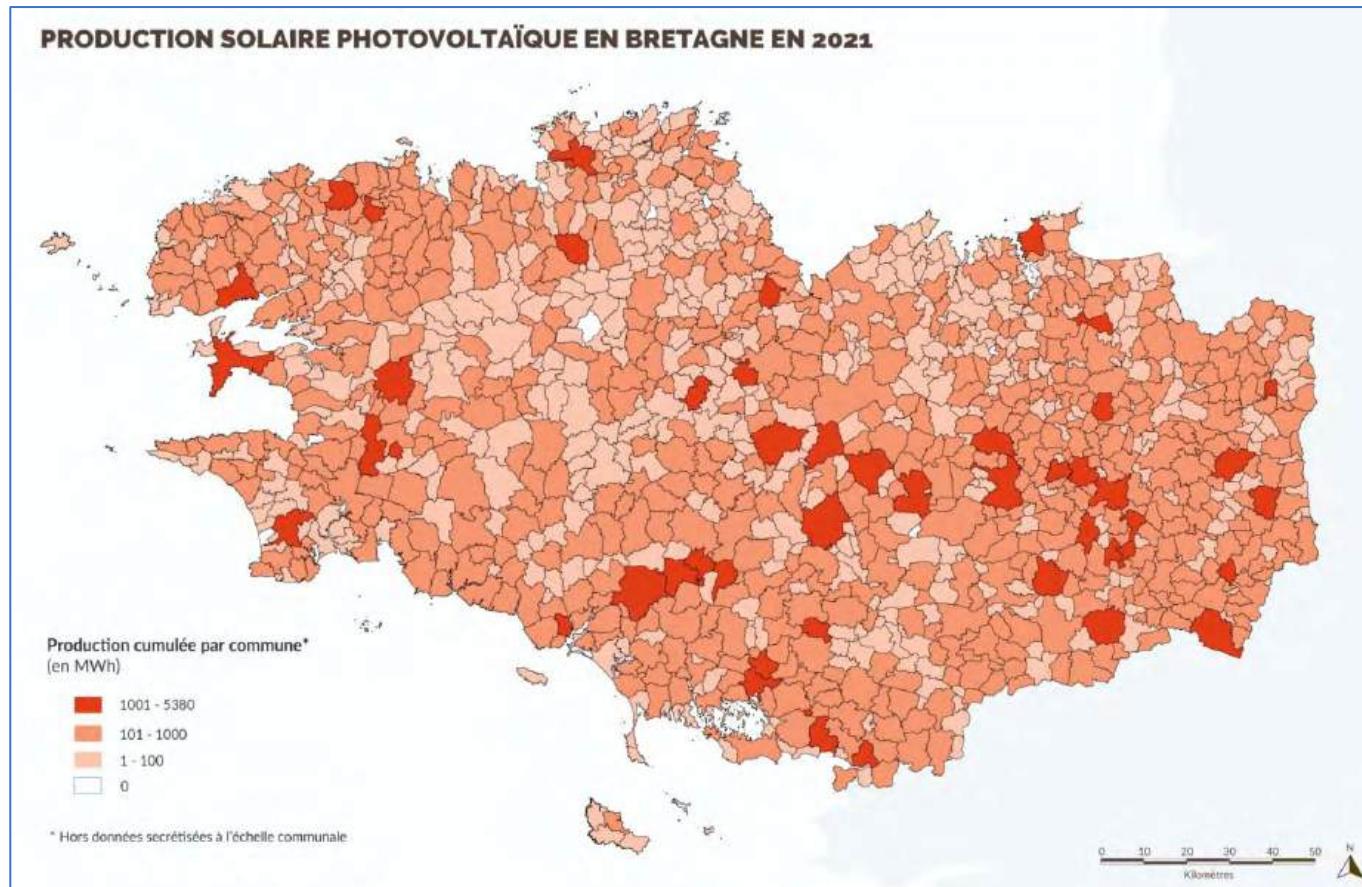


FIGURE 15 : PRODUCTION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE EN BRETAGNE EN 2021 – SOURCE : OEB

4.2. Gisement Bois Energie

4.2.1. Généralités et potentiel

La France est un pays où le potentiel forestier augmente constamment.

La carte ci-contre montre que la Bretagne est l'une des régions où les surfaces forestières ont le plus augmenté depuis 1985 :

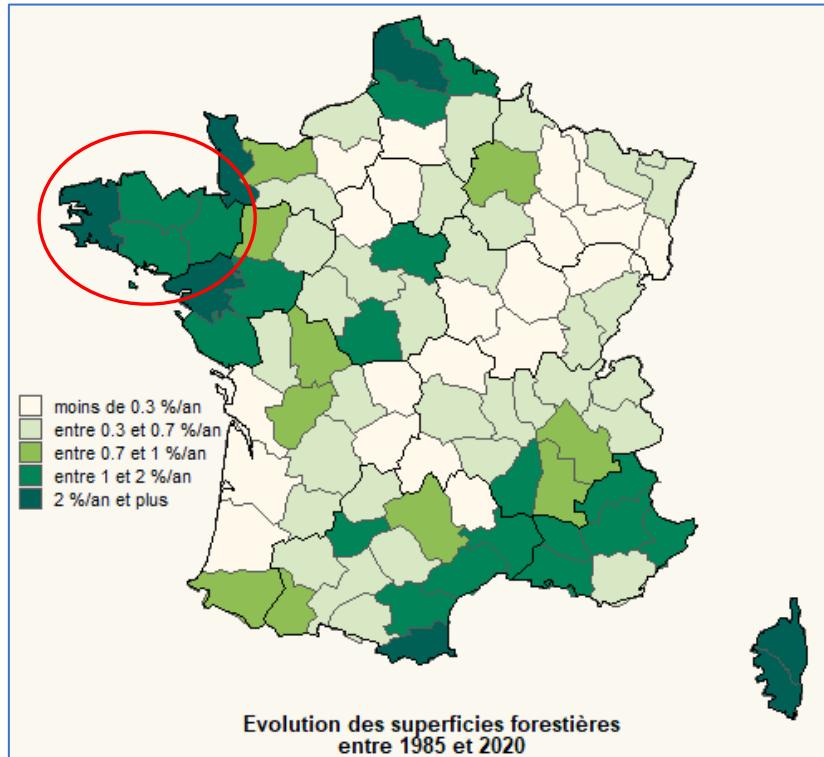


FIGURE 16 : EVOLUTION DES SURFACES FORESTIERES – SOURCE : IGN

La Bretagne est une région présentant un fort potentiel avec un taux de boisement pouvant atteindre 25% ce qui représente une surface forestière de l'ordre de 400 000 hectares (2018).

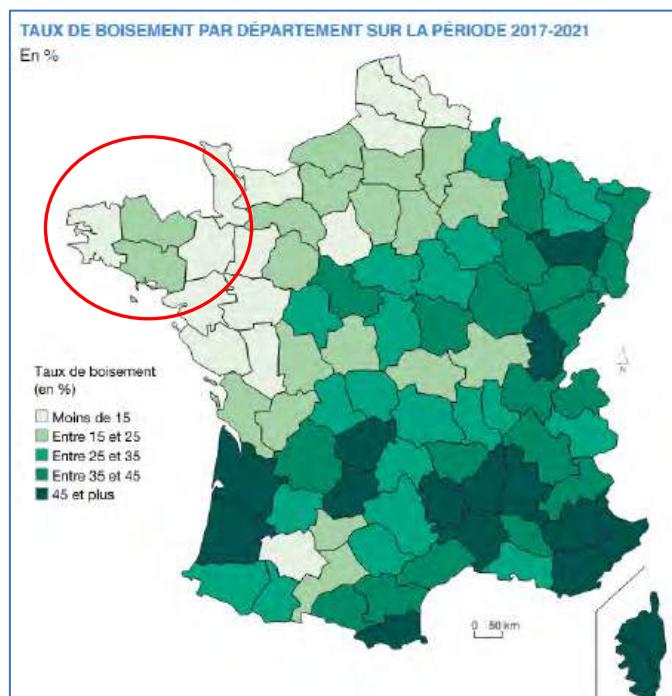


FIGURE 17 : TAUX DE BOISEMENT – SOURCE : IGN 2021

Des quatre départements bretons, l'Ille-et-Vilaine et le Finistère possèdent un taux de boisement inférieur à 15%.

L'intérêt environnemental du Bois-Energie est que la combustion du bois n'est pas considérée comme émettrice de CO₂, car ce CO₂ rejeté à la combustion est absorbé lors de la croissance du bois, créant ainsi un cycle.

Le volume annuel de combustible prévisionnel des chaufferies bois réalisées, en construction et en projet en Bretagne, fin 2020, est de l'ordre de 620 000 tonnes. Ce qui représente environ 123 000 tonnes d'équivalent pétroles substitués.

4.2.2. Disponibilité de la matière première

La multiplication des projets de chaufferies à bois déchiqueté entraîne une augmentation de la consommation de bois. Une évolution prévisionnelle de la consommation de bois plaquettes a été établie par l'association AILE de la manière suivante :

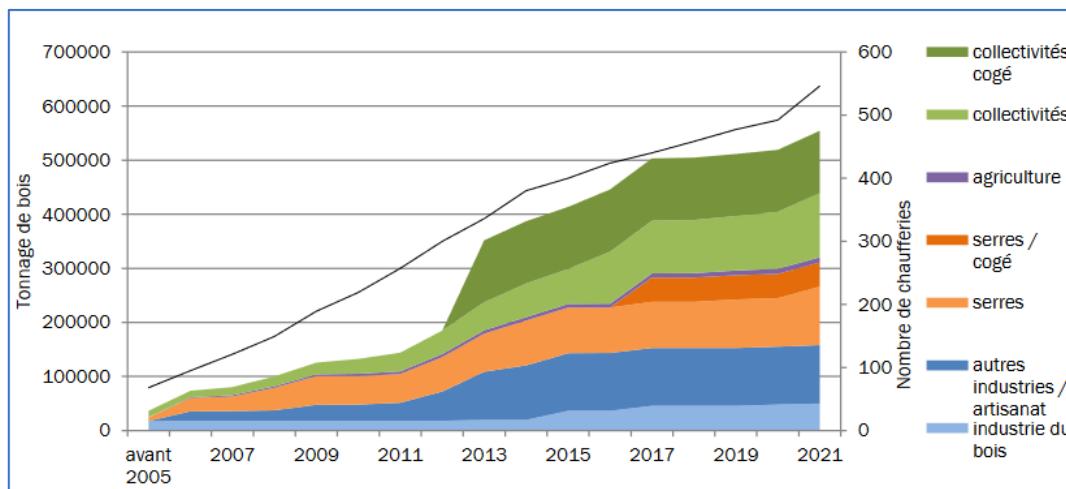


FIGURE 18 : EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE BOIS DECHIQUETE EN BRETAGNE – SOURCE : AILE

L'augmentation de la consommation de bois, selon le prévisionnel établi sur les études en cours, est considérable notamment pour les collectivités.

L'origine du bois consommé peut être diverse : déchets verts, bois d'élagage, etc. Dans la majorité des cas, le bois consommé provient des forêts ou des produits bois en fin de vie.

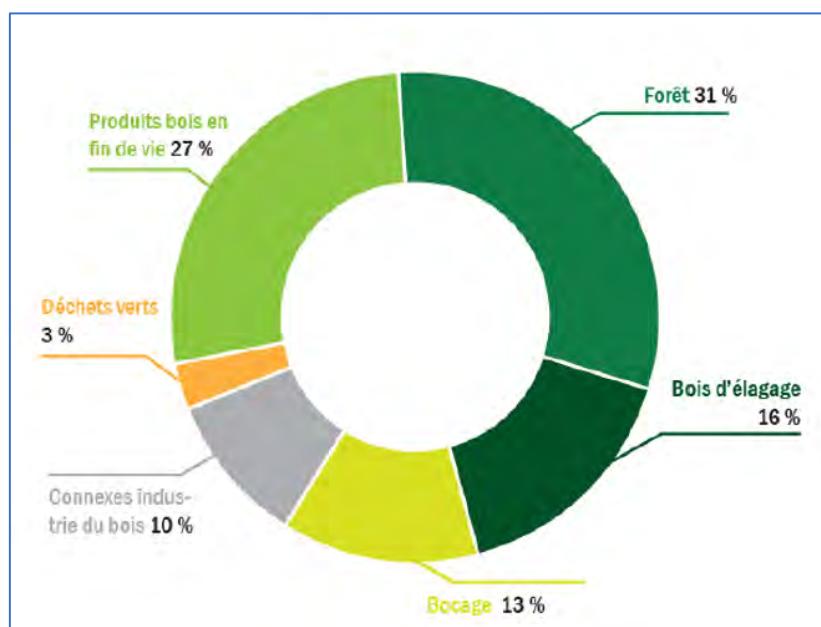


FIGURE 19 : ORIGINE DU BOIS CONSUMME EN BRETAGNE EN 2019 - SOURCE : AILE

La ressource, même si elle doit être gérée avec vigilance, reste disponible avec le développement de l'exploitation des déchets verts, des connexes de scieries et des plaquettes forestières.

4.2.3. Développement de filières

D'autre part, le développement d'une filière de production (cultures TTCR (Taillis Très Courte Rotation), entretien du bocage) et distribution est parfois favorisé par les collectivités locales.

Ces initiatives engendrent des investissements complémentaires (création de plateformes, location de matériel, etc.) mais permettent de mieux maîtriser et de pérenniser l'approvisionnement dans le cadre d'un développement économique local (création d'emploi).

La culture de TTCR de type saule par exemple, présente les caractéristiques de fonctionnement suivantes :

- ▶ Récolte tous les 3 ans en hiver, sur une période de 20 ans environ,
 - ▶ 1 ha permet de produire environ 10 tonnes de matière sèche par an,
 - ▶ 1 ha permet de substituer 12 tonnes de CO₂ en comparaison avec du fioul,
 - ▶ 1 ha permet potentiellement la plantation d'environ 15 000 boutures.

L'illustration ci-dessous présente le principe de la récolte du TTCR :

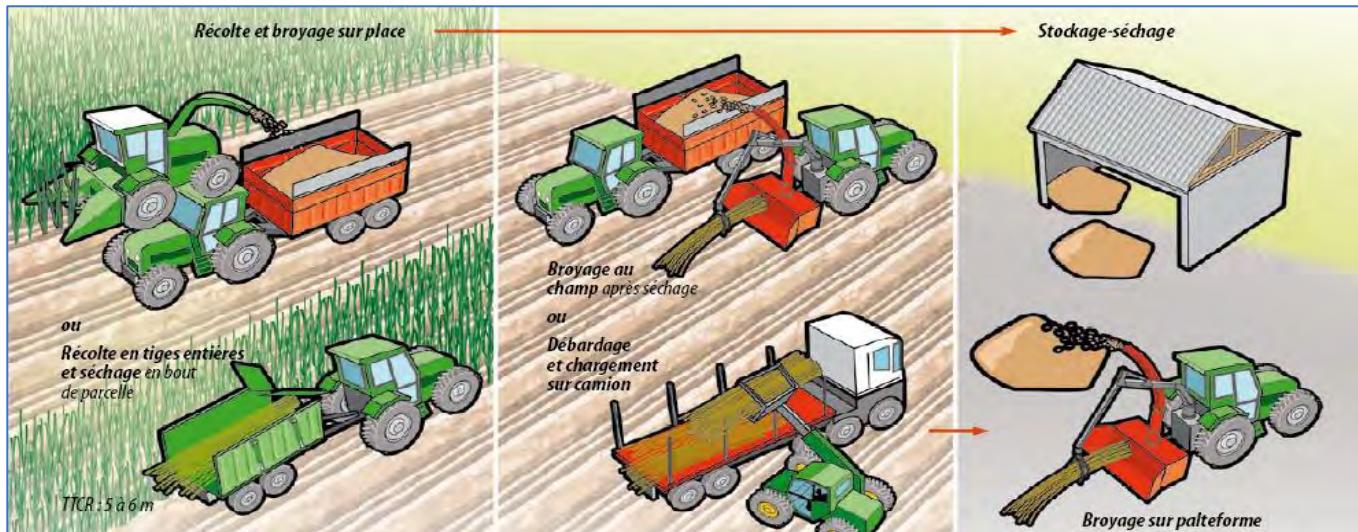


FIGURE 20 : SCHEMA DE PRINCIPE DE LA RECOLTE DES TTCR

4.2.4.Implantations des fournisseurs de bois déchiqueté

Environ 80 plateformes de livraison de bois déchiqueté pour l'énergie sont recensées à l'heure actuelle en Bretagne.

Ces différents fournisseurs sont répartis géographiquement sur la carte située ci-dessous, selon leur capacité de production et la nature des plaquettes de bois distribuées :



FIGURE 21 : FOURNISSEUR DE BOIS DECHIQUEUTE 2020 - SOURCE : BIOENERGIE-PROMOTION.FR

On remarque que la région Bretagne est relativement bien couverte dans sa globalité, mis à part certaines localités. Ceci est un gage d'une proximité de la ressource, renforçant son intérêt d'un point de vue économique et environnemental.

4.2.5. Etat des lieux des installations

La carte ci-dessous de visualiser le développement des chaufferies bois en Bretagne.

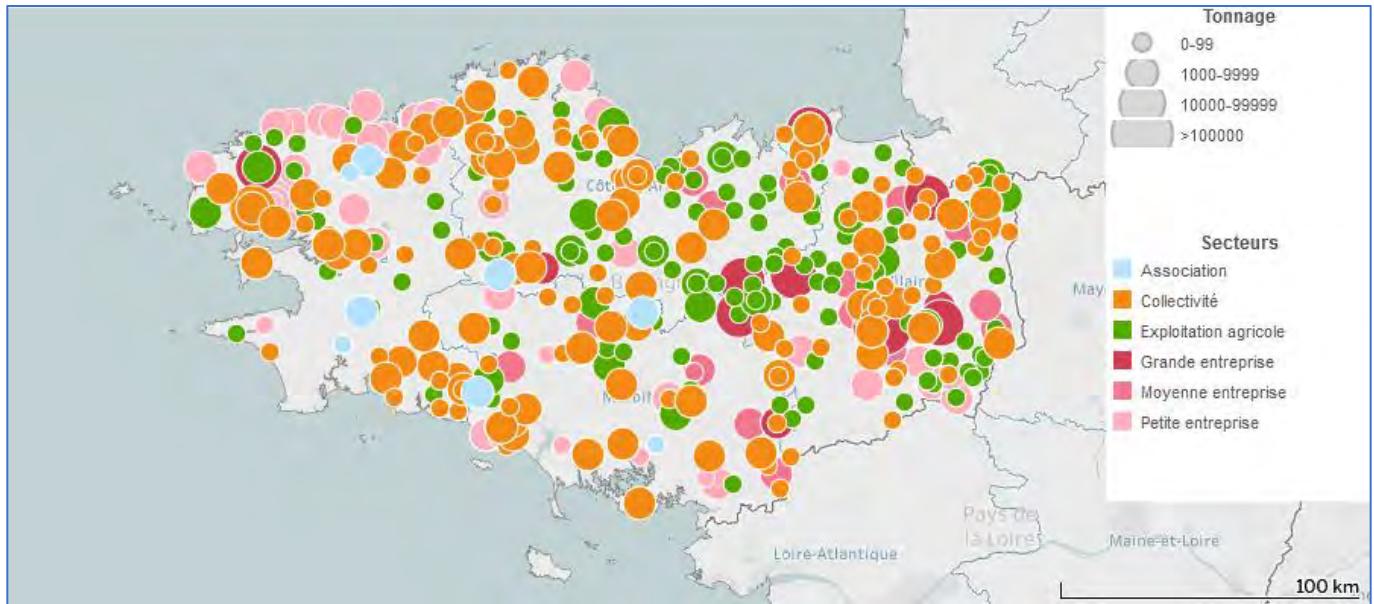


FIGURE 22 : NOMBRE ET PUISSANCE DES CHAUFFERIES COLLECTIVES ET INDUSTRIELLES ET CONSOMMATION DE BOIS FIN 2021 –
SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Fin 2020, on dénombrait 550 chaufferies bois totalisant une puissance thermique de 394 MW.

4.2.6. Réseau de chaleur

En 2019, 97 réseaux de chaleur sont présents en Bretagne et 0,9 TWh ont été consommés. Ces réseaux de chaleur sont répartis comme suit :

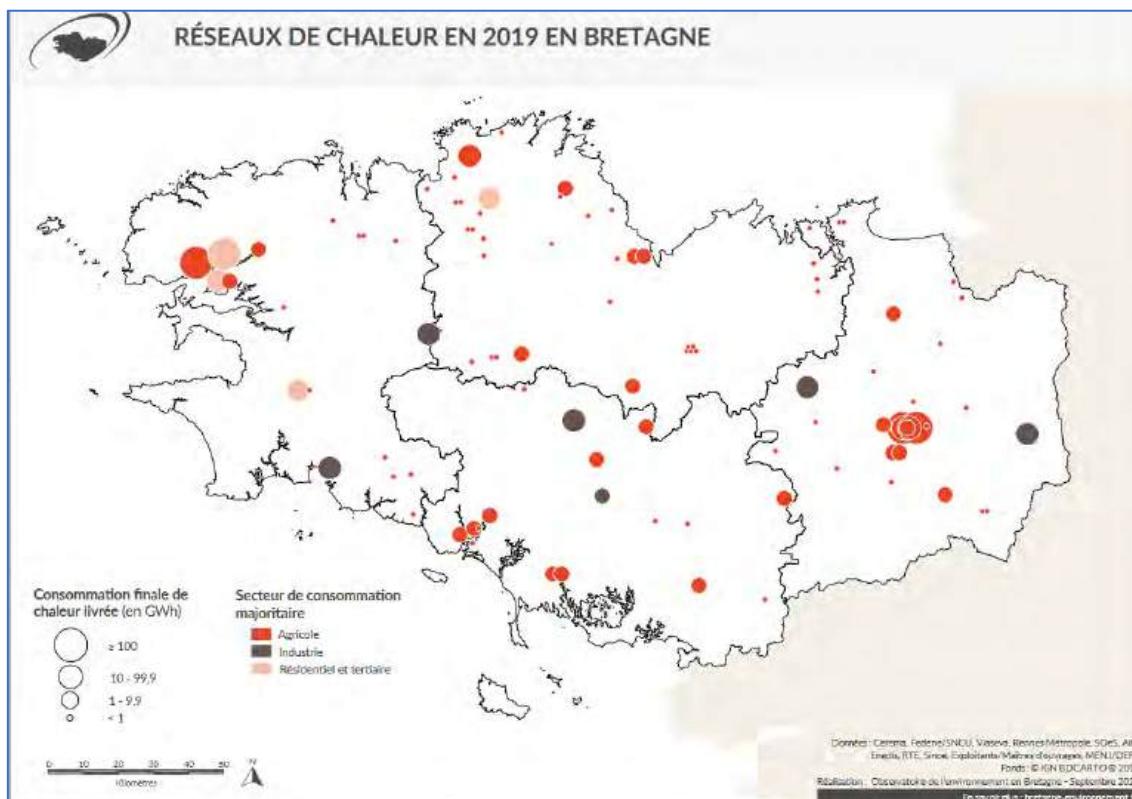


FIGURE 23 : RESEAUX DE CHALEUR EN BRETAGNE EN 2019 – SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Parmi les 97 réseaux de chaleurs recensés, 68 vendent de la chaleur. Depuis 2015, le nombre de mises en service de réseaux de chaleur avec vente a diminué par rapport à la période 2000 - 2015. La longueur des réseaux n'a cessé de diminuer depuis 2000.

Ces réseaux de chaleur permettent d'alimenter environ 900 000 équivalents logements, soit 900 GWh. La ressource la plus utilisée pour les réseaux de chaleur est le bois suivie des déchets et du gaz naturel.

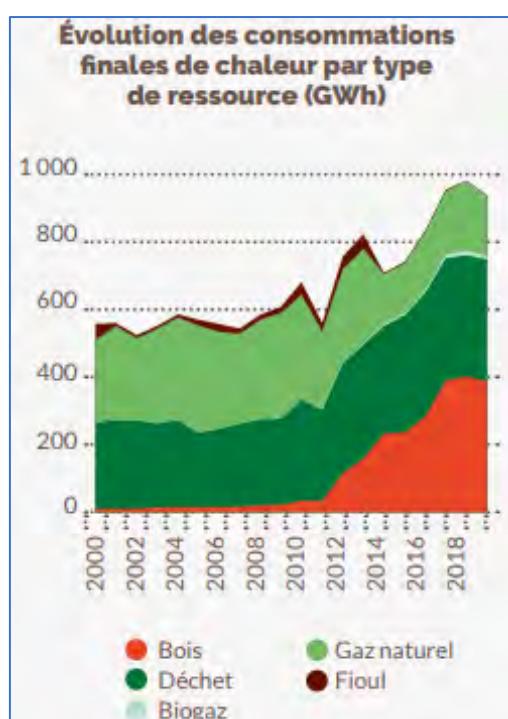


FIGURE 24 : ENERGIE UTILISE POUR ALIMENTER LES RESEAUX DE CHALEUR – SOURCE : ADEME BRETAGNE

La chaleur produite sert, en majorité, au secteur résidentiel (34%) puis au secteur tertiaire (32%). Le reste de la chaleur est utilisée pour l'agriculture et l'agriculture. Depuis 2015, l'utilisation de cette chaleur pour la production agricole sous serre a augmenté de 23%.

4.2.7.Implantations des fournisseurs de bois buches et granulés

Pour les installations présentant des puissances plus faibles, notamment les installations destinées à l'habitat individuel, une utilisation de la ressource bois sous la forme de buches ou de granulés est plus adaptée dans la majorité des cas.

Les différents types de fournisseurs en combustible de type bois buches ou granulés sont répartis géographiquement comme le montre la carte située ci-dessous :

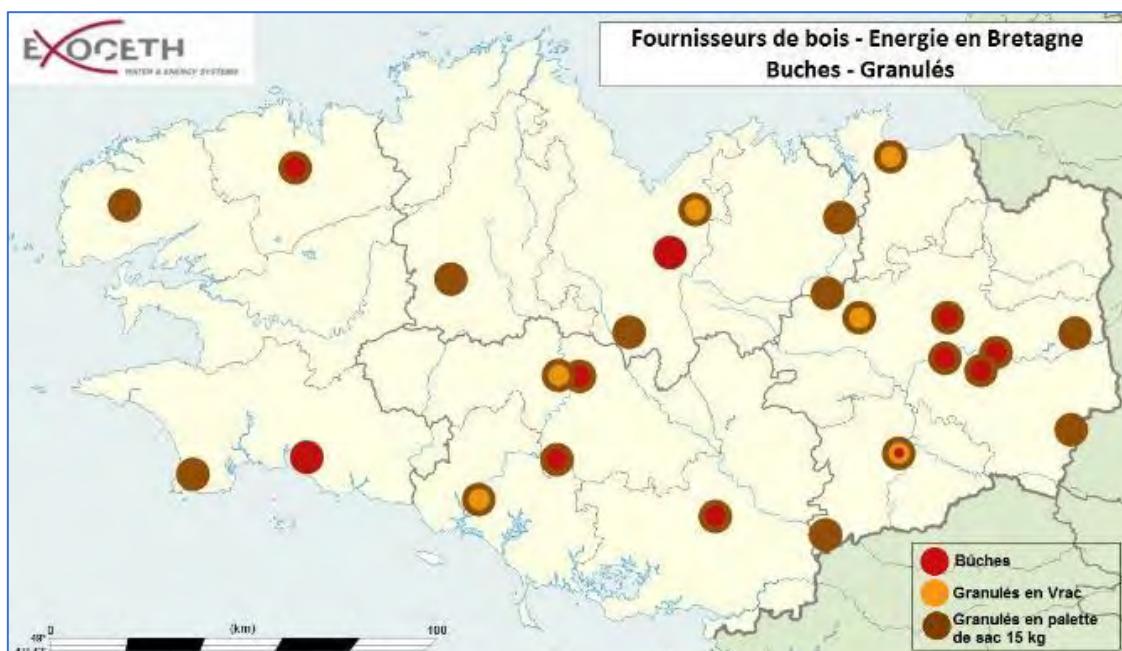


FIGURE 25 : FOURNISSEURS BOIS BUCHES ET GRANULES – SOURCE : EXOCETH

En dehors de ces fournisseurs, la consommation de bois bûche est difficile à évaluer étant donné l'existence d'un marché parallèle (autoconsommation, vente de gré à gré, travail au noir). En ce qui concerne le bois bûche, cette carte ne représente donc qu'une partie des fournisseurs réels.

4.3. Les déchets organiques valorisables

Ces déchets sont :

- ▶ Entre un tiers et la moitié des ordures ménagères (part fermentescible),
- ▶ Les boues de stations d'épuration,
- ▶ Les déjections animales en exploitation agricole,
- ▶ Les déchets verts,
- ▶ Les huiles alimentaires.

Ces déchets peuvent être valorisés par cogénération en électricité et en chaleur pour le chauffage des bâtiments, via un réseau de chaleur. Ils peuvent également être la principale ressource pour la production de biogaz, utilisé comme source d'énergie pour la production de chaleur et d'électricité ou bien réinjecté dans le réseau de distribution du gaz naturel.

Il convient de dissocier la valorisation des déchets organiques en deux catégories :

- ▶ Les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM),
- ▶ Les unités de méthanisation.

4.3.1. Usine d'incinération des ordures ménagères

En 2018, la Bretagne comptait 11 usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), principalement dans certaines grandes villes (notamment Brest et Rennes). La localisation de ces usines a été mise en évidence ci-dessous :

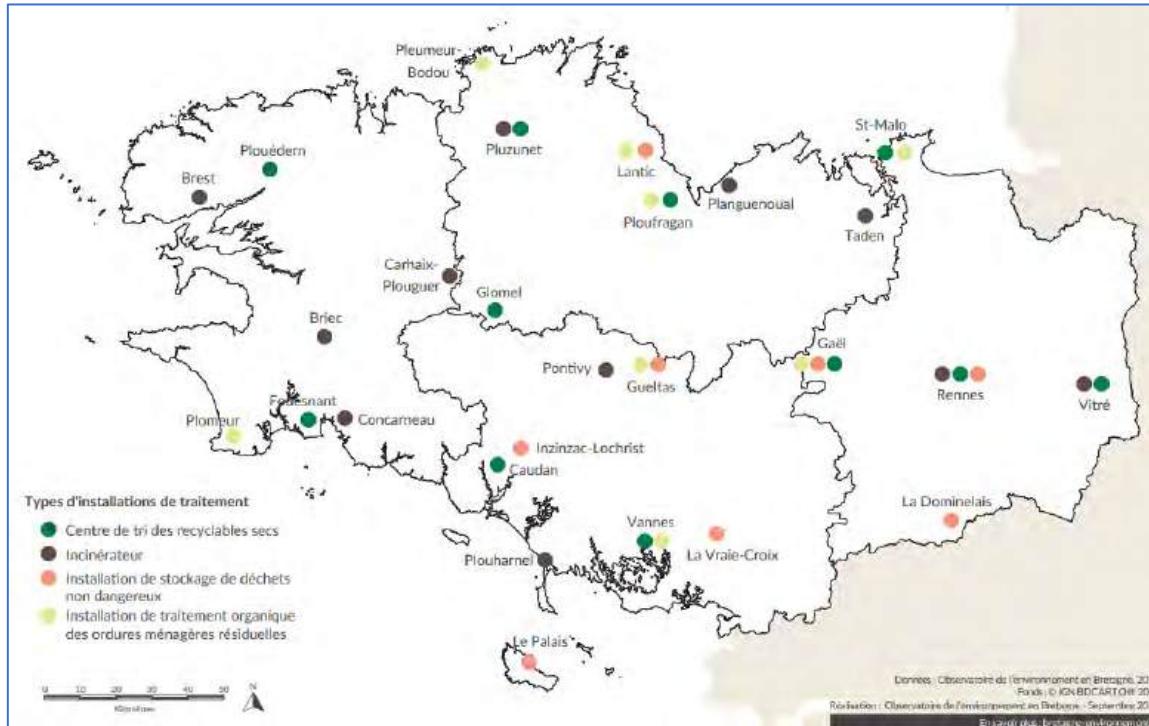


FIGURE 26 : LOCALISATION ET TYPES D'INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DECHETS EN 2018 EN BRETAGNE

Ces usines valorisent l'énergie restituée par les déchets incinérés, dont 50 % est considérée comme d'origine renouvelable par convention (déchets verts et alimentaires). Cette valorisation se fait soit sous forme électrique, soit sous forme de chaleur livrée au réseau, soit les deux en cogénération.

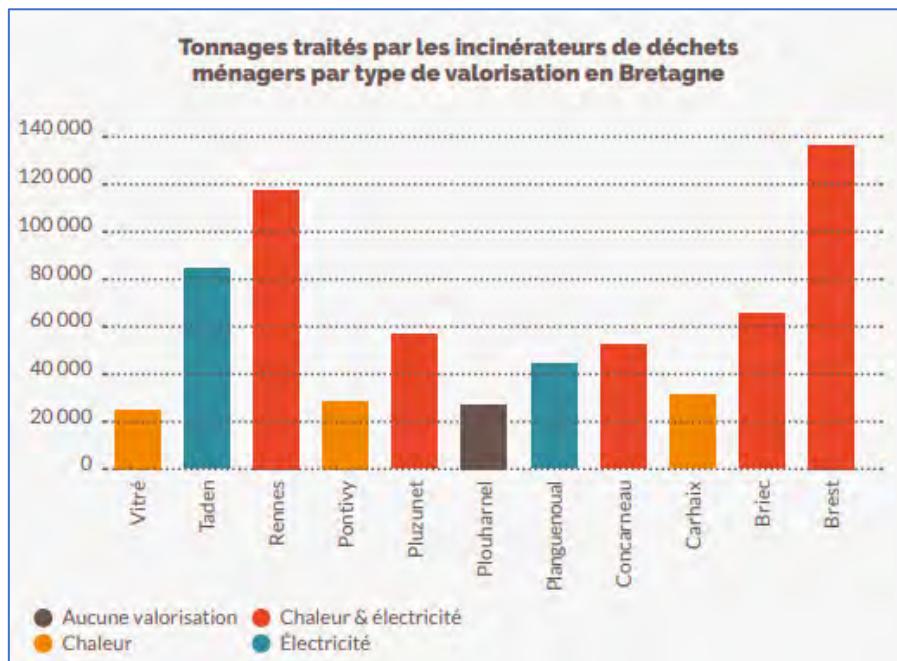


FIGURE 27 : PRODUCTION DES UIOM EN BRETAGNE - SOURCE : ADEME BRETAGNE

En 2018, 681 GWh d'énergie ont été produits, ce qui représente une augmentation de 34% par rapport à 2000. Cela représente approximativement 340,5 GWh d'énergie renouvelable. Une grande partie de l'énergie produite est perdue (dispositifs de production, échangeurs, chaleur fatale) : ces pertes ont diminué de 21% sur la période 2000 – 2018.

4.3.2.Les unités de méthanisation

Les installations de production de biogaz, valorisant des déchets organiques sont relativement présentes sur la région Bretagne.

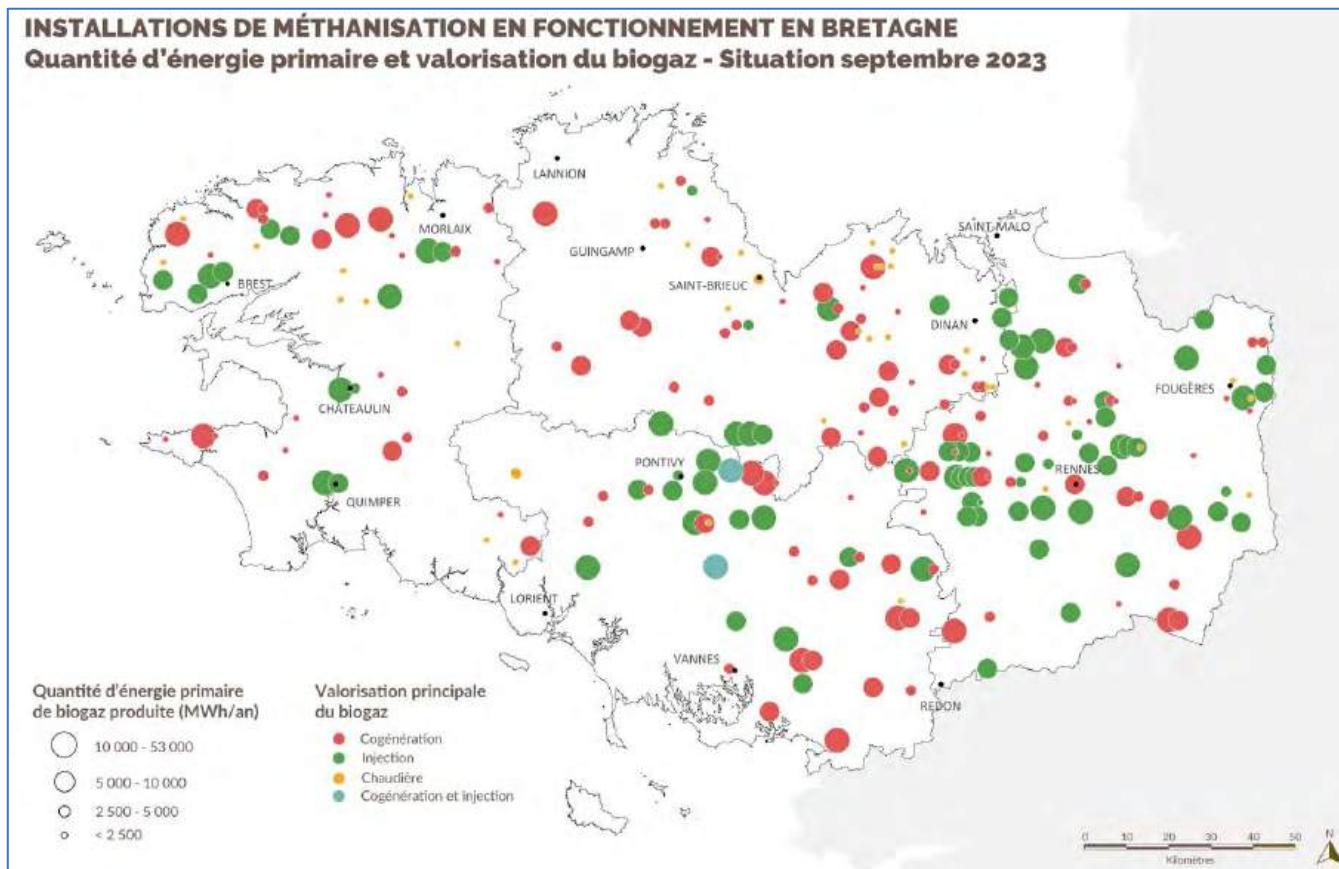


FIGURE 28 : INSTALLATIONS DE METHANISATION EN FONCTIONNEMENT SEPTEMBRE 2023 – SOURCE : OEB

La production de biogaz, en 2024, est estimée à 1,7 TWh. Le biogaz est valorisé en cogénération, en chaudières ou en injection. Depuis 2010, le biogaz n'est plus uniquement valorisé sous forme de chaleur, mais aussi sous forme d'électricité et d'injection.

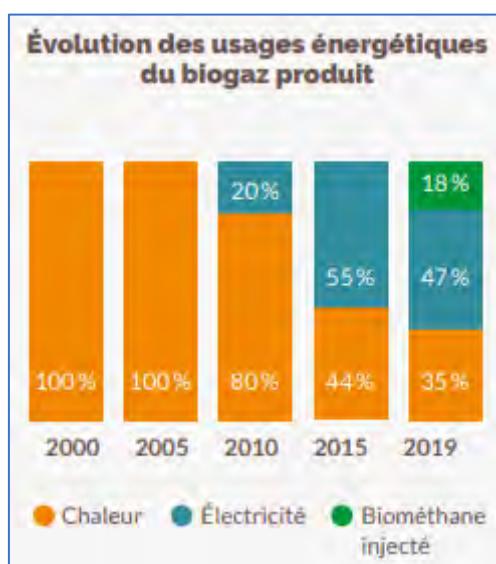


FIGURE 29 : VALORISATION DU BIOMETHANE DEPUIS 2000 – SOURCE : ADEME BRETAGNE

Au total, les installations produisent 500 GWh (électricité et chaleur confondues).

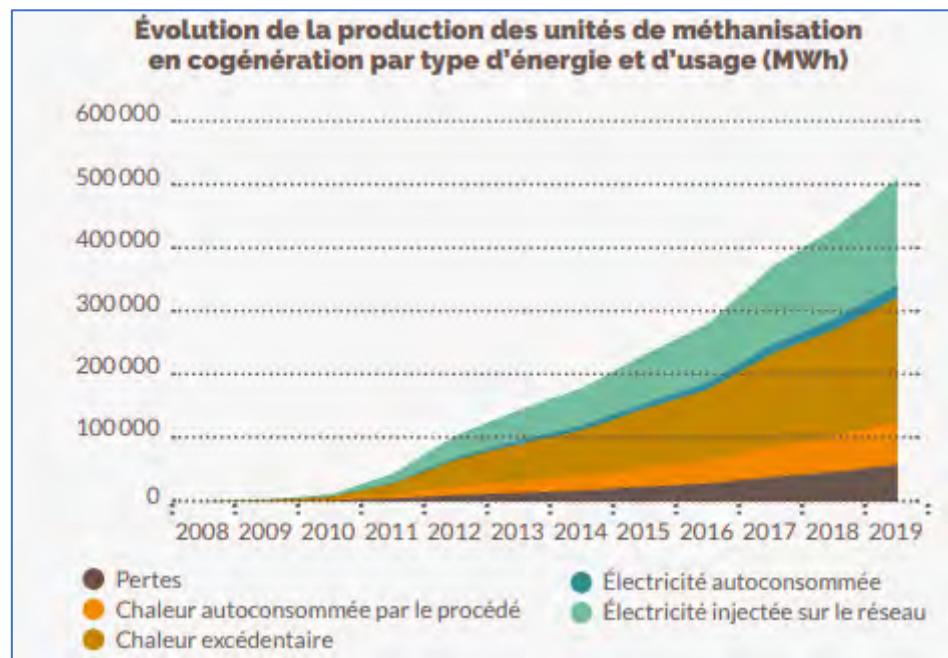


FIGURE 30 : ENERGIE PRODUITE PAR LES UNITES DE METHANISATION – SOURCE : ADEME BRETAGNE

Cette énergie est utilisée en autoconsommation pour le processus de méthanisation, pour chauffer des bâtiments d'élevage, alimenter un réseau de chaleur, des industriels ou sécher des fourrages, ...

4.4. La géothermie

La géothermie désigne les processus industriels qui visent à exploiter les phénomènes thermiques internes du globe pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur. Le chauffage des bâtiments par géothermie se fait soit de façon centralisée par le biais de réseaux de chaleur, soit de façon plus individuelle par le biais de pompes à chaleur couplées à des capteurs enterrés.

On distingue généralement :

- ▶ La géothermie très basse énergie (température inférieure à 30°C) ayant recours aux pompes à chaleur ;
- ▶ La géothermie basse énergie (température entre 30 et 90°C) ;
- ▶ La géothermie haute énergie (température supérieure à 150°C).

On citera deux types de géothermie envisageables en région Bretagne : La géothermie basse énergie et la géothermie très basse énergie.

4.4.1. Rappel sur la technique de géothermie basse énergie

Le principe de la géothermie dite « Basse énergie » est d'aller puiser une eau géothermale sur aquifère profond (à environ 1000-2000 mètres de profondeur), pour ensuite alimenter un réseau de chaleur après échange des calories contenues dans l'eau géothermale.

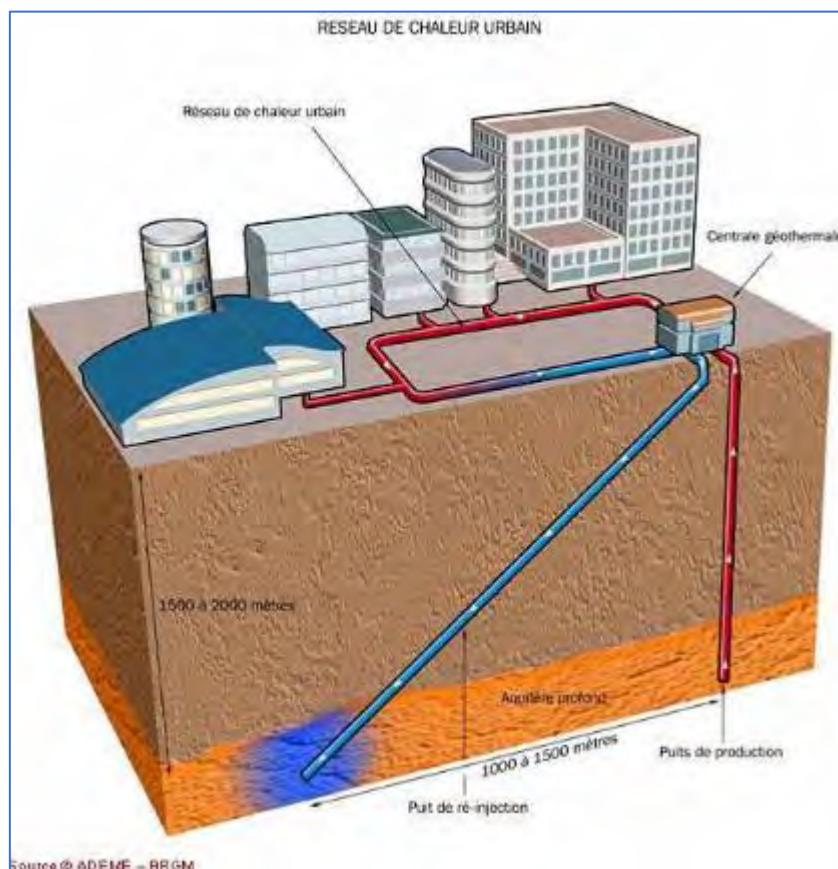


FIGURE 31 : PRINCIPE DU RESEAU DE CHALEUR SUR AQUIFERE PROFOND - SOURCE : LE MONITEUR

Les installations de ce type sont inédites en région Bretagne, néanmoins, un forage d'étude (670m) a été réalisé sur la commune de Chartres de Bretagne (35) dans le cadre du projet Cinergy. L'étude menée par le BRGM montre un gradient de température du sol relativement classique, ne mettant pas en avant de potentiel particulièrement intéressant thermiquement.

4.4.2. Potentiel estimatif

Le potentiel géothermique est difficile à estimer, étant donné le fait que les aquifères profonds sont imperceptibles sans forages et que ce type d'opération est inédit dans la région Bretagne. Cependant, les études géologiques des sous-sols, permettent d'établir des hypothèses sur le potentiel.

La carte représentant une estimation des ressources géothermiques ci-dessous, éditée par le BRGM, montre que les zones les plus favorables aux installations de géothermie basse énergie sont les bassins parisien et aquitain.

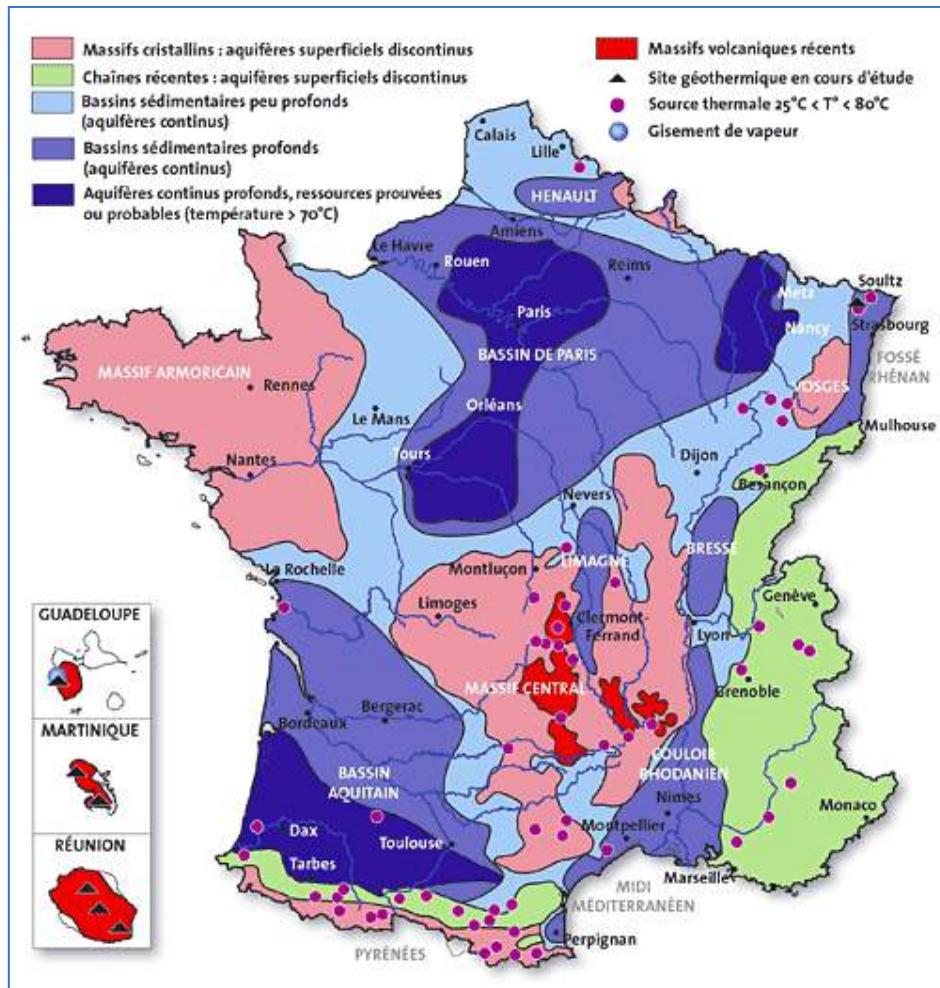


FIGURE 32 : CARTE DES MASSIFS FRANÇAIS - SOURCE : BRGM

La région Bretagne est localisée sur un massif cristallin, dévoilant vraisemblablement des aquifères superficiels discontinus. Cela se traduit par un potentiel géothermique sous forme de nappes d'eau peu profondes (< 1000 m) présentant des températures moyennes.

Ces températures susceptibles d'obtenir seraient a priori insuffisantes pour une alimentation directe d'un réseau de chaleur. En revanche, le couplage avec un système de relève de température, telle une pompe à chaleur de grosse puissance, engendrerait un coefficient de performant relativement élevé et donc intéressant énergétiquement.

4.4.3. La géothermie très basse énergie

La géothermie très basse énergie exploite, grâce à des pompes à chaleur, soit la chaleur du sous-sol peu profond (capteurs horizontaux ou verticaux en circuit fermé) soit celle contenue dans les nappes d'eau peu profondes.

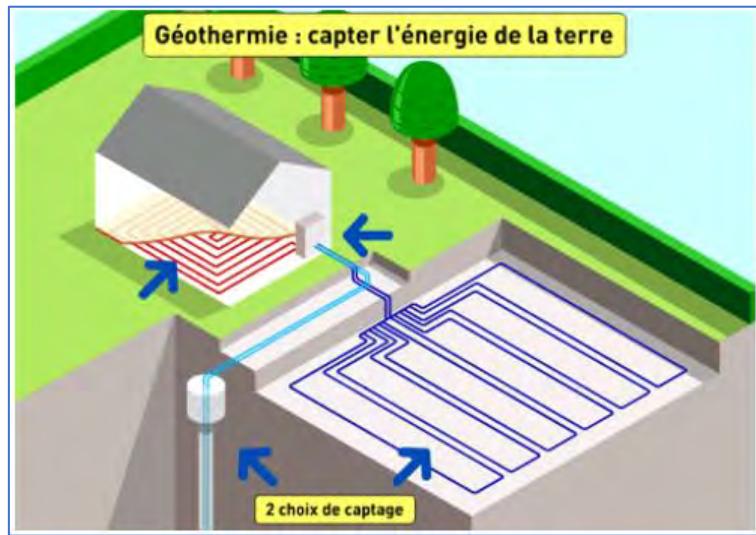


FIGURE 33 : GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE - SOURCE : CHAUFFAGE SOBRECO

Les perspectives de mise en œuvre pour les installations de capteurs horizontaux disposant d'une surface de terrain peu importante sont réduites. L'installation de capteurs verticaux est dans ce cas précis plus adéquate, mais l'investissement est plus important en règle générale.

Le captage vertical est plus performant que l'horizontal : la source de chaleur est stable en profondeur alors qu'à proximité de la surface, elle est sensible aux variations thermiques.

Cette ressource est inépuisable, et gratuite, mais nécessite un appoint électrique garanti par la pompe à chaleur.

4.5. L'aérothermie

Selon le même principe que pour la géothermie, l'aérothermie exploite, grâce à des pompes à chaleur, les calories contenues dans l'air extérieur.



FIGURE 34 : AEROTHERMIE - SOURCE : CHAUFFAGE SOBRECO

Cette ressource est inépuisable, et gratuite, mais nécessite un appoint électrique garanti par la pompe à chaleur.

4.6. La ressource éolienne

4.6.1. Potentiel

L'éolien a connu un véritable essor en Bretagne ces dernières années.

Le potentiel éolien est à évaluer au cas par cas, car le vent est une ressource particulièrement instable. Néanmoins, la Bretagne, de par son statut péninsulaire présente de manière générale des prédispositions favorables à l'énergie éolienne.

L'éolien présente l'avantage, malgré l'intermittence de la ressource (le vent), d'une corrélation entre besoins et ressource (Globalement les besoins électriques sont plus importants en hiver et c'est également à cette période qu'il y a le plus de vent).

D'autre part, la Bretagne de par sa géographie péninsulaire, présente peu d'autonomie en matière d'approvisionnement d'électricité, et se retrouve parfois en pénurie lors de grands froids. L'éolien est une alternative visant à diminuer ce phénomène petit à petit.



FIGURE 35 : EOLIENNE

Néanmoins, la loi « Grenelle II » impose plusieurs contraintes :

- ▶ Une puissance minimale de 15 mégawatts (MW) ;
- ▶ Cinq éoliennes au minimum par parc ;
- ▶ 500 mètres minimum entre les turbines et les zones d'habitation.

Ces dispositions rendent relativement difficile l'intégration d'une production éolienne proche d'un projet constructif.

4.6.2. Etat des lieux

La puissance éolienne installée en Bretagne fin 2019 est de l'ordre de 1 042 MW, pour un total de 112 parcs et 635 éoliennes. La production d'électricité d'origine éolienne est de 1 941 GWh en 2019. L'éolien produit 60% de l'électricité bretonne : c'est la première source d'électricité de la région.

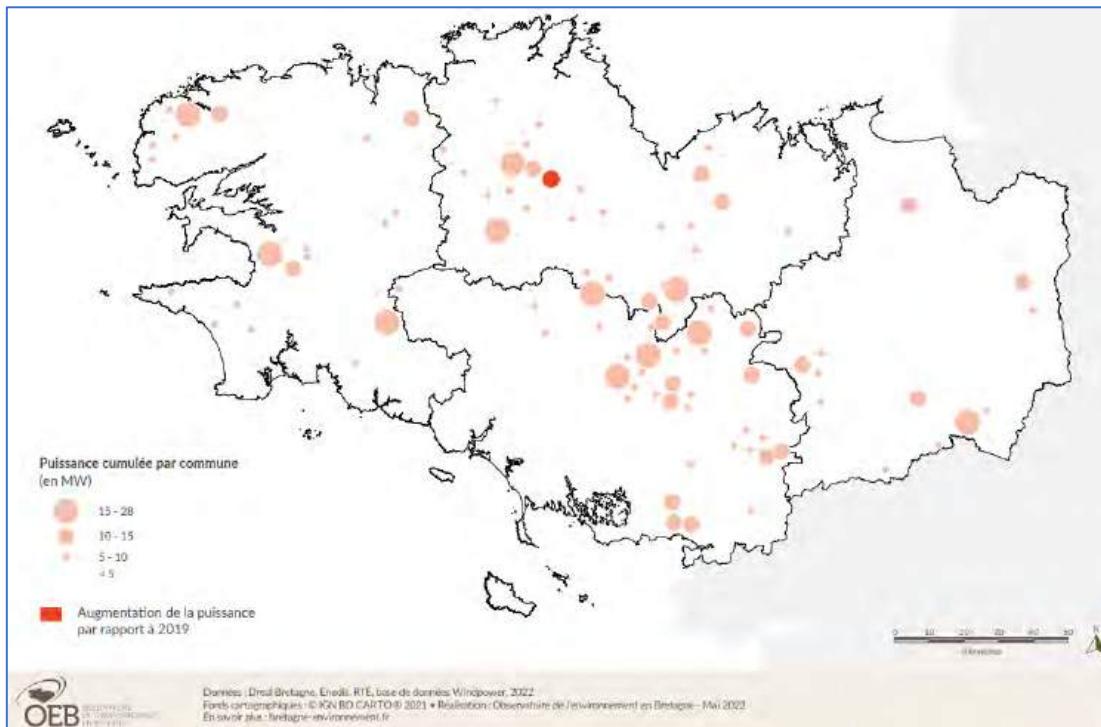


FIGURE 36 : PUissance EOLIENNE EN FONCTIONNEMENT EN 2020

Les capacités de production d'électricité d'origine éolienne ont considérablement augmenté ces dernières années, à travers les nouvelles constructions de parcs éoliens, comme le montre le graphique ci-dessous :

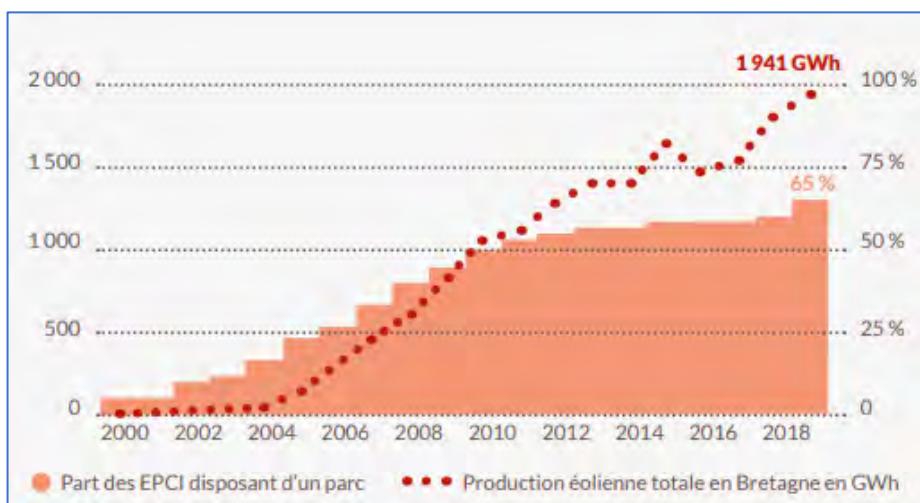


FIGURE 37 : ETAT DES LIEUX DES EOLIENNES EN BRETAGNE – SOURCE ADEME BRETAGNE

Depuis les années 2000, le parc éolien breton a évolué :

- La puissance des éoliennes est passée de 1,5 MW en 2009 à 2 MW en 2019 ;
- Les éoliennes sont plus hautes de 30 m par rapport à celles de 2004 et atteignent maintenant 130m de haut.

La puissance des éoliennes constituant le parc éolien breton évolue entre 0,5 et 12 MW. La majorité d'entre elles a une puissance comprise entre 8 et 12 MW : cette catégorie d'éoliennes représente près de 50% de la puissance totale bretonne.

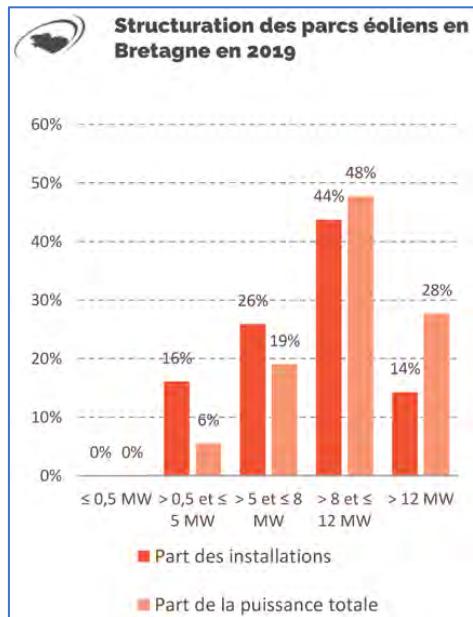


FIGURE 38 : PUISSE DES EOLIENNES EN 2019 – SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Malgré les contraintes à respecter pour l'implantation des éoliennes, la Bretagne possède de nombreuses zones favorables au développement du grand éolian terrestre. Ces zones sont représentées sur la carte suivante :

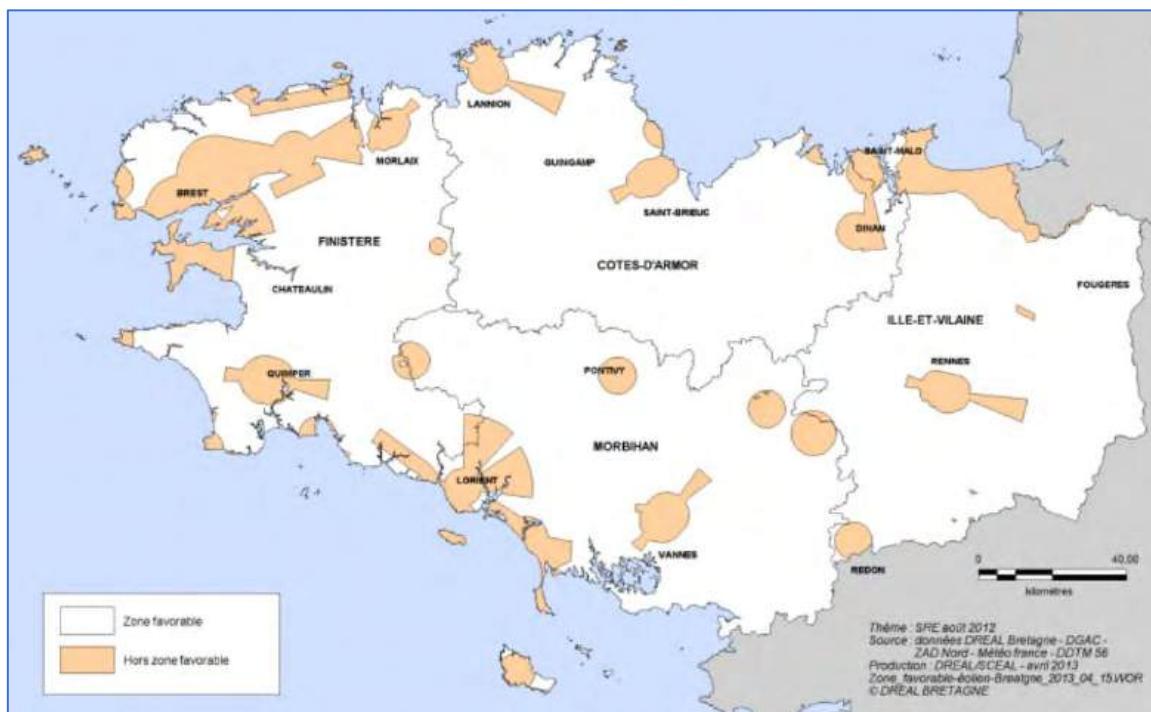


FIGURE 39 : ZONES FAVORABLES AU DEVELOPPEMENT DE L'EOLIEN - SOURCE : GEO DATA GOUV

L'éolian en mer pourrait permettre une augmentation considérable de la production d'énergie éolienne en Bretagne : au moins 1 850 GWh sont prévus, ce qui permettrait de doubler la production bretonne.

4.7. Production d'électricité hydraulique

4.7.1. Potentiel

La production d'électricité hydraulique est la principale source d'électricité en Bretagne, devant la production thermique et l'éolien.

On recense plusieurs types de sources d'énergies hydrauliques.

- ▶ Le potentiel marin (marées, courants marins, houle),
- ▶ Le potentiel des rivières (débits des rivières).



FIGURE 40 : POTENTIEL HYDRAULIQUE BRETON

La Bretagne de par sa géographie péninsulaire, présente un littoral très important. D'autre part, elle est traversée par de nombreux cours d'eau. Le potentiel hydraulique de la Bretagne est donc avéré.

L'inconvénient de ce potentiel est néanmoins son immobilité, et est de ce fait exploitable uniquement en présence de conditions très particulières.

4.7.2. Etat des lieux

Le parc hydroélectrique breton n'évolue presque pas depuis 2000. La grande majorité de l'électricité d'origine hydraulique est produite par l'usine marémotrice de La Rance. Cette installation unique au monde, mise en service en 1966, possède une puissance de 240 MW, ce qui représente 90% de la puissance totale du parc hydroélectrique breton. Sa production permet de couvrir les besoins résidentiels en électricité d'une ville d'environ 225 000 habitants.

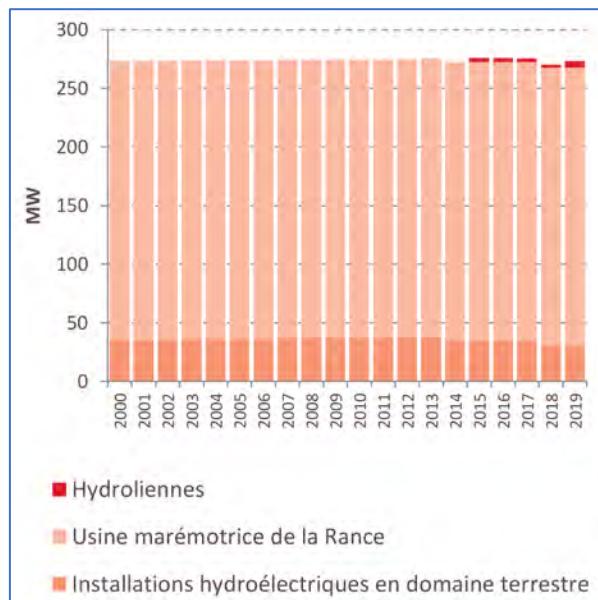


FIGURE 41 : PRODUCTION HYDROELECTRIQUE EN BRETAGNE – SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Le reste de la production hydraulique en Bretagne est assuré par des petites centrales hydroélectriques situées sur des cours d'eau, représentant une puissance totale de 33 MW. Cette production est principalement due à deux bassins versants : le Blavet (de sa source jusqu'à la mer) et les fleuves côtiers (de la pointe Bloscon à la pointe du Raz).

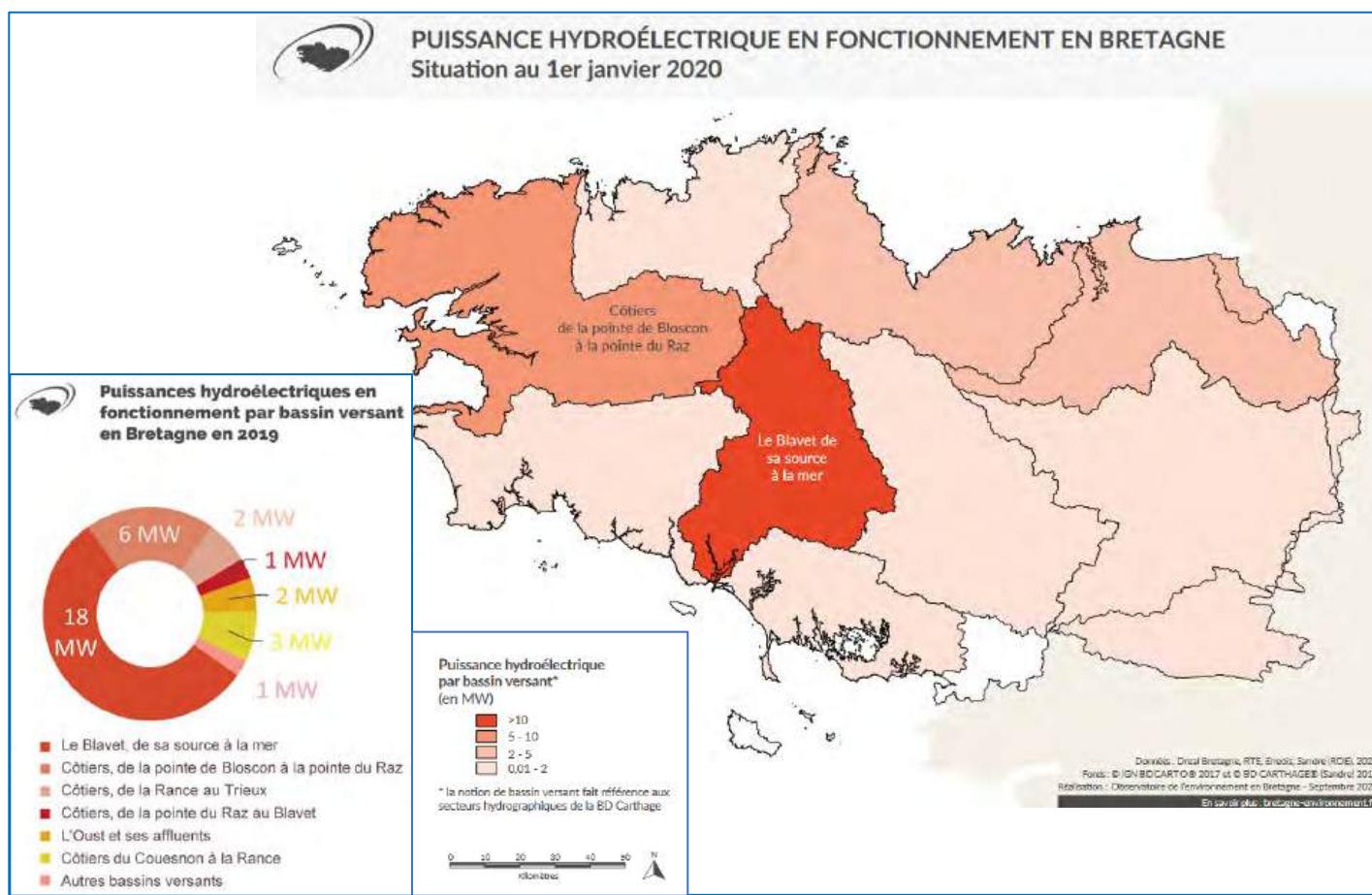


FIGURE 42 : PUISSEANCE HYDROELECTRIQUE (2019 – 2020) – SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Le potentiel actuel d'implantation d'installations de production d'électricité hydraulique est faible en Bretagne, notamment au niveau des installations de grandes puissances (hormis les projets d'hydroliennes). Cependant, il ne faut pas négliger le potentiel de mise en place de centrales micro-hydrauliques.

Le potentiel d'implantation d'installations de production de nouvelles énergies marines est en revanche très présent et d'actualité. En effet, plusieurs installations sont en projet :

- ▶ Eolien offshore : 500 MW prévus au large de la baie de Saint-Brieuc ;
- ▶ Hydroliennes : 2 MW attendus au large de l'île de Bréhat.



FIGURE 43 : LES ENERGIES MARINES EN BRETAGNE, SITUATION EN 2018 – SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT

Ces installations devraient permettre de produire environ 2 000 GWh d'électricité annuellement.

5. Gisements énergétiques nets à l'échelle de la zone

5.1. Cadre du projet

5.1.1. Description du programme prévisionnel

À ce stade, le projet porte sur un périmètre opérationnel de 3,3 hectares. La dernière version du permis d'aménagement fait état de la création de 61 parcelles répartis comme suit :

- ▶ Logements collectifs ou semi-collectifs : 1 parcelle de 2 107 m²
- ▶ Logements individuels : 52 parcelles de 300 à 550 m²
- ▶ Logements individuels sociaux : 8 parcelles de 200 à 300 m²



FIGURE 44 : PLAN DE MASSE DU PROJET

Au moment de l'étude, peu d'informations concernant la destination des bâtiments et de la surface définitive est connu. Les tableaux ci-contre indiquent les données connues sur les superficies des parcelles :

N°	Surface Parcelle (m ²)	Emprise au sol maximale (m ²)
1	444	155
2	379	155
3	382	155
4	2107	1000
5	512	155
6	416	155
7	422	155
8	429	155
9	429	155
10	429	155
11	429	155
12	564	155
13	471	155
14	480	155
15	461	155
16	422	155
17	414	155
18	372	155
19	371	155
20	327	155
21	327	155
22	345	155
23	316	155
24	343	155
25	317	155
26	448	155
27	451	155
28	375	155
29	375	155
30	375	155
31	302	155

N°	Surface Parcelle (m ²)	Emprise au sol maximale (m ²)
32	289	100
33	212	100
34	209	100
35	205	100
36	202	100
37	199	100
38	196	100
39	192	100
40	369	155
41	338	155
42	378	155
43	363	155
44	490	155
45	387	155
46	412	155
47	370	155
48	398	155
49	348	155
50	348	155
51	348	155
52	340	155
53	338	155
54	364	155
55	360	155
56	365	155
57	334	155
58	394	155
59	381	155
60	375	155
61	463	155

Les hypothèses de surfaces habitables prises en compte pour la définition des besoins énergétiques sont les suivantes :

- ▶ Construction de maisons avec 2 étages disposant de 120 m² de surface habitable pour les parcelles ayant une surface d'emprise au sol maximale de 155 m²,
- ▶ Construction de maison avec 2 étages disposant de 75 m² de surface habitable pour les parcelles ayant une surface d'emprise au sol maximale de 100 m²,
- ▶ Pour la parcelle 4 (surface d'emprise au sol maximale de 1000 m²), la construction de 2 logements individuels et d'un groupe d'appartement de 2 étages disposant d'une surface habitable de 780 m², soit 12 logements ayant une surface habitable moyenne de 65 m².

Ainsi, la répartition des bâtiments du projet est la suivante :

Typologie	Nombre de logements	Surface habitable unitaire moyenne (m ²)	Surface habitable totale (m ²)
Individuels	54	120	6 480
Individuels sociaux	8	75	600
Collectifs ou semi-collectifs	12	65	780
Total	74	-	7 860

Soit la répartition suivante :

Repartition des surfaces

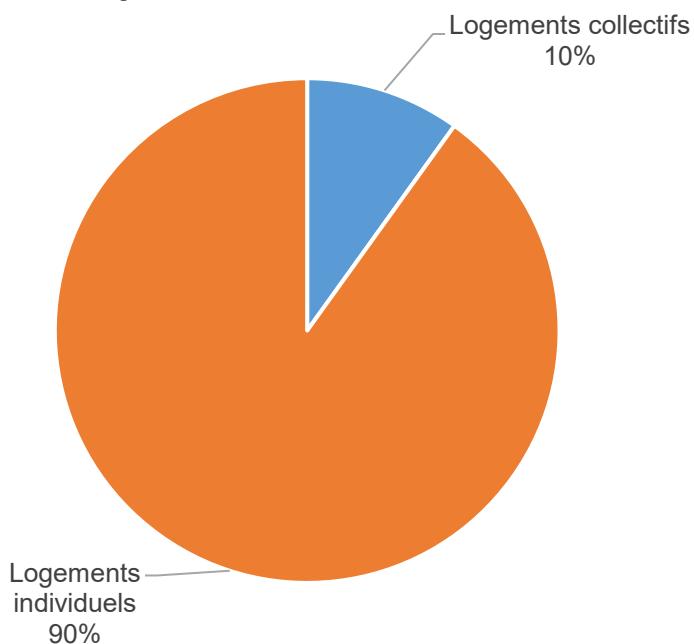


FIGURE 45 : REPARTITION DES SURFACES DE PLANCHER

5.1.2. Définition du bilan énergétique

Afin d'estimer les besoins énergétiques de la zone d'étude, il est nécessaire d'établir un bilan énergétique global regroupant les postes de consommations les plus importants dans le bâtiment à savoir :

- ▶ Le chauffage,
- ▶ L'eau chaude sanitaire,
- ▶ La climatisation
- ▶ L'éclairage,
- ▶ Les auxiliaires pour la ventilation et le chauffage.

Dans ce cadre, l'étude de potentiel en énergies renouvelables s'appuiera sur un bilan de consommations théoriques données par la réglementation thermique pour les logements.

Il est important de préciser que les futurs bâtiments construits seront soumis tout ou en partie à la réglementation thermique en vigueur au moment du dépôt de permis de construire (RE2020).

5.1.3. Estimations des consommations énergétiques

L'estimation des consommations énergétiques du projet est basée sur un scénario d'aménagement permettant de réaliser une approche quantitative sommaire des consommations énergétiques à considérer. Il est fait la distinction entre les consommations thermiques, engendrées par les besoins en chauffage, en Eau Chaude Sanitaire (ECS), en refroidissement, et les consommations techniques & domestiques, engendrés par les consommations des éclairages, des appareils électroménagers, des appareils hifi ou de bureau, de communication, de cuisson ...

Les estimations des consommations sont en partie établies sur la base des seuils maximum de consommation définis par la RT 2020 étant donné que la majorité des bâtiments implantés seront soumis à cette réglementation (pour les 5 postes évalués par la réglementation thermique à savoir chauffage, ECS, éclairage, froid, auxiliaires).

Les bâtiments devront répondre aux exigences de la RT 2020 et donc présenter une valeur du coefficient de consommation Cep inférieure au Cep max calculé par la formule suivante :

$$Cep_{max} = V_{pivot.} (1 + M_{cgéo} + M_{combles} + M_{ccat} + M_{csurf_moy} + M_{csurf_tot})$$

Avec :

- V_{pivot} : valeur pivot selon le type de bâtiment

Typologie	Valeur pivot	
	Hors énergie renouvelable	Dont énergie renouvelable
Individuel	55	75
Collectif	70	85

- $M_{combles}$: coefficient de modulation selon la surface de combles,
- M_{geo} : coefficient de modulation selon la localisation géographique,
- M_{ccal} : coefficient de modulation selon la catégorie de contrainte extérieure,
- M_{csurf_tot} : coefficient de modulation selon la surface totale pour la typologie de bâtiment,
- M_{csurf_moy} : coefficient de modulation selon la surface moyenne pour la typologie de bâtiment,

La valeur maximale des consommations énergétiques dépend donc du type de bâtiment, de sa localisation, de sa surface et des équipements prévus d'installer.

La répartition selon les usages de ce coefficient Cep_{max} est estimée de la façon suivante :

Typologie	Chauffage	ECS	Froid	Eclairage	Aux.	Consos électricité spécifique	$Cep_{nr_{max}}$	Cep_{max}
	(kwh _{E_p} /m ² .an)							
Logements Individuels	23,6	17,7	0	5,9	5,9	5,9	43	58,9
Logements Individuels Sociaux	33,8	25,3	0	8,4	8,4	8,4	61,9	84,4
Logements Collectifs	30,1	22,6	0	7,5	7,5	7,5	61,9	75,2

Les valeurs des Cepmax sont très hétérogènes, avec des valeurs très élevées pour les logements individuels sociaux comparés aux logements individuels classiques. Ces différences sont principalement expliquées par la différence de surface habitable par logement.

Il est important de rappeler que la répartition des consommations entre les usages est une estimation moyenne issue de retours d'expériences sur des bâtiments similaires, et que d'un projet à l'autre, ces répartitions pourront varier selon les orientations prises par les concepteurs et maîtres d'ouvrage.

Il a également été estimé des consommations d'électricité spécifique, liées aux usages non pris en compte par la RT2020 à savoir le fonctionnement du matériel informatique, process, multimédia, prises de courant diverses, ...

Précisions : La consommation répondant à des besoins en énergie pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire est exprimée en kWh_{E_p} (kilowattheure d'énergie primaire). L'énergie primaire est la quantité d'énergie nécessaire pour produire une quantité d'énergie « utile » exploitable par l'usager. Pour produire un kWh d'énergie utile, la quantité d'énergie primaire varie selon le type d'énergie. Ainsi, il faudra 2,3 kWh_{E_p} d'énergie au total pour produire 1kWh d'électricité (RE2020), mais uniquement 1 kWh_{E_p} pour produire 1kWh utile issu du fioul, gaz de ville ou bois.

Les consommations estimées sur la base des hypothèses d'équipements précisés dans le scénario de référence (Mise en place de PAC air/eau double service - Coefficient EP/EF = 2,3) sont donc les suivantes :

Typologie	Surface Plancher total	Chauffage (MWh/an)	ECS (MWh/an)	Froid (MWh/an)	Eclairage (MWh/an)	Aux. RT (MWh/an)	Elec. spécifique (MWh/an)	Conso. Thermiques Chaud (MWh/an)	Conso. Totales (MWh/an)	
	m ²	EF	EF	EF	EF	EF	EF	EF	EP	EF
Logements Individuels	6480	66	50	0	17	17	17	116	382	166
Logements Individuels Sociaux	600	9	7	0	2	2	2	15	51	22
Logements Collectifs	780	10	8	0	3	3	3	18	59	26

En termes de consommations finales, à savoir la quantité d'énergie consommée sur site et facturée, le projet représente environ **217 MWh/an** de consommations, dont 70 % liées à la couverture des besoins thermiques chaud (chauffage et ECS) et 30 % liées aux autres usages.

5.1.4. Estimation des puissances thermiques

Typologie	Puissance Chauffage Totale	Puissance ECS Totale	Puissance Chaud Totale
	(kW)	(kW)	(kW)
Logements Individuels	226,8	13,0	239,8
Logements Individuels Sociaux	21,0	1,2	22,2
Logements Collectifs	27,3	1,6	28,9

L'ordre de grandeur de puissance thermique nécessaire pour l'ensemble de l'opération est estimé à environ **290 kW Chaud**.

5.1.5. Prix des énergies

Afin de déterminer l'intérêt économique des différentes solutions, les hypothèses suivantes ont été considérées :

Energie	Valeurs	Sources
Électricité	0,250 € TTC/kWh	Prix moyen
Bois déchiqueté	0,45 € TTC/kWh	Prix moyen
Bois granulé	0,100 € TTC/kWh	Prix moyen
Gaz naturel	0,150 € TTC/kWh	Prix moyen

5.1.6.Scénario de référence

Afin d'évaluer la pertinence économique des différents potentiels de mise en œuvre d'énergies renouvelables qui seront présentés dans cette étude, il est nécessaire de pouvoir les comparer à un scénario de référence qui reflète au mieux les habitudes traditionnelles de conception des systèmes énergétiques dans le type de bâtiment prévu au projet.

Depuis 2023, l'installation de chaudière gaz a été interdit dans les logements individuels neufs. En 2025, l'installation de chaudière 100% gaz sera également interdit dans les logements collectifs neufs. Ainsi, cette solution a donc été écartée pour la solution de référence. Une installation entièrement électrique afin d'assurer le chauffage et la préparation d'eau chaude sanitaire est relativement simple à mettre en œuvre et peu onéreuse. Cependant elle est difficilement compatible avec la RT 2020 étant donné que le coefficient de conversion en énergie primaire de l'électricité est de 2,3 kWh EP/EF. Ainsi, pour le scénario de référence, il a été envisagé d'étudier la mise en place de pompe à chaleur air/eau. Cette solution utilise également de l'énergie électrique mais dispose d'un coefficient de performance élevé.

Ainsi, le type de production de chaleur envisagé pour le scénario de référence est donc le suivant :

Typologie	Technologie chauffage et ECS
Logements individuels	Pompe à chaleur air/eau double service
Logements individuels sociaux	Pompe à chaleur air/eau double service
Logements collectifs ou semi-collectifs	Pompe à chaleur air/eau double service

Approche Energétique et Economique

Les estimations des consommations liées à la production thermique par type d'énergie utilisée et de la dépense énergétique annuelle sont présentées dans le tableau ci-dessous. Un ordre de grandeur de l'investissement généré par les installations thermiques prises en compte dans ce scénario de référence est également présenté (comportant l'ensemble des investissements de la production à l'émission de chaleur, à savoir selon les cas : production, stockage, hydraulique chaufferie, fumisterie, main d'œuvre, ...).

Typologie	Surface	Consos Électricité	Coût Consos totales	Dépense énergétique annuelle*	Investissem ents**
					(€ TTC)
Logements Individuels	6 480	166	41 500	49 600	1 250 000
Logements Individuels Sociaux	600	22	5 500	6 700	130 000
Logements Collectifs	780	26	6 400	7 800	150 000
Total	7 860	213	53 400	64 100	1 530 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Pour l'ensemble du projet, la dépense énergétique annuelle du scénario de référence est estimée à environ **64 100 € TTC** et l'investissement lié aux installations de production thermique est estimé à environ **1 530 000 € TTC**.

Sur l'ensemble du projet, la répartition des dépenses énergétiques liées aux besoins thermiques (chauffage et ECS) et aux autres usages est la suivante :

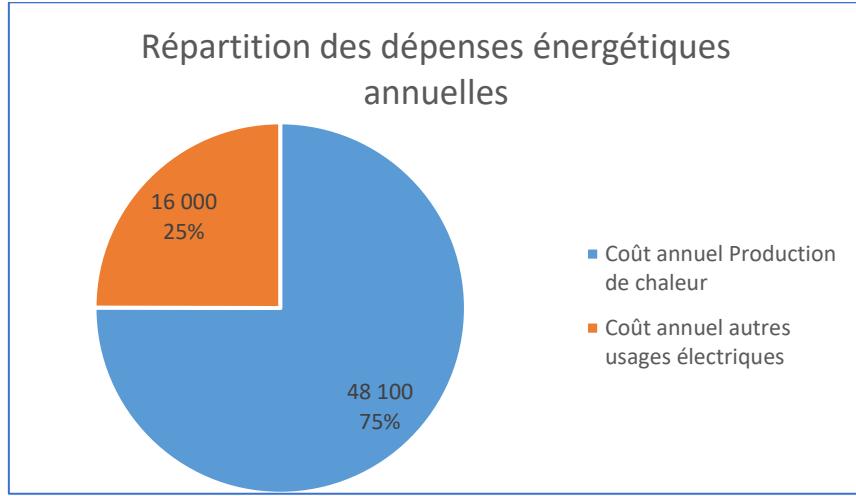


FIGURE 46 : REPARTITION DES DEPENSES ENERGETIQUES ANNUELLES

5.1.7. Pompe à chaleur aérothermiques à compression

Les pompes à chaleur aérothermiques, dans le cadre d'une production de chaleur décentralisée, entrent bien dans le potentiel de développement en énergies renouvelables.

Le principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur aérothermique avec compression électrique est de puiser des calories dans l'air extérieur via un évaporateur dans lequel passe un fluide frigorigène formant un cycle, puis d'apporter le complément de calories nécessaire à l'obtention de la température désirée en augmentant la pression du fluide frigorigène via un compresseur.

Pour cette solution, il n'y a pas de contrainte foncière d'encombrement lourde, les modules extérieurs des Pompes à Chaleur pourront être installées en toiture ou en jardin des bâtiments. Cependant, cette technologie requiert un appoint électrique, d'où l'importance ici aussi de choisir un matériel présentant un coefficient de performance élevé. Pour le logement collectif, il pourra en outre être choisi une solution mixte avec une chaudière Gaz qui substituera la PAC lors des périodes les plus froides de l'année, afin de limiter les consommations électriques hivernales, d'augmenter le rendement global du système et ainsi de réduire le coût en combustible au fonctionnement.

Pour la pompe à chaleur air/eau, un SCOP moyen de 2,8 a été considéré.

La mise en place d'un mode de production de chaleur par Pompe à Chaleur Air/Eau devra appréhender l'impact acoustique de l'installation, selon l'arrêté du 31 août 2006, et veiller à le limiter à travers les actions suivantes :

- ▶ Mise en œuvre de plots anti-vibratiles,
- ▶ Implantation la plus éloignée possible du voisinage,
- ▶ Mise en œuvre de matériaux absorbants en façades exposées à la réflexion,
- ▶ Mise en œuvre de gravillons devant unité extérieure (plutôt que dalle béton),
- ▶ Mise en œuvre d'un écran anti-bruit brise-vue sur unité extérieure,
- ▶ Implantation sous les fenêtres, dans les angles rentrants et dans les cours intérieures proscrites, ...

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Une PAC peut être réversible et fournir de la chaleur l'hiver et du rafraîchissement l'été. ➤ Coefficient de performance (COP) élevé > 3,5. ➤ Possibilité de raccordement sur un réseau de chaleur. ➤ Simplicité de mise en œuvre. ➤ Pas de stockage de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pollution sonore (préjudiciable en cas de densité d'habitations forte). ➤ Besoin d'électricité alourdissant le bilan en énergie primaire. ➤ Plus éligibles au crédit d'impôt pour les particuliers depuis 2009.

5.2. Gisement solaire net

5.2.1. Description des formes urbaines

L'implantation des bâtiments devra prendre en compte au mieux les principes de base d'une architecture bioclimatique visant à optimiser les apports solaires directs en hiver en privilégiant une orientation principale du bâtiment et des surfaces plein sud.

Cette orientation permettra également une protection contre les surchauffes estivales par des brise-soleil correctement dimensionnés plus efficace que pour une orientation Est-Ouest. En effet, la position du soleil est plus basse en matinée et soirée (soit à l'est et à l'ouest) qu'à midi. La protection solaire par brise soleil est donc plus facile avec une orientation plein sud. A l'est et à l'ouest, la protection solaire pourra être de type stores extérieurs ou brise soleil également mais avec un débord plus conséquent et une efficacité plus limitée.

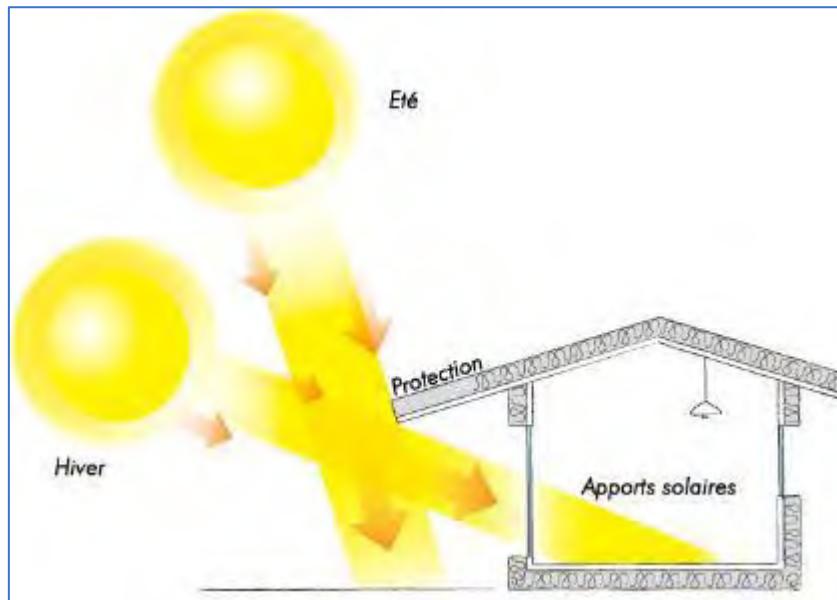


FIGURE 47 : APPORTS SOLAIRES

A noter que les contraintes d'urbanisme ne permettent pas d'obtenir 100% de bâtiments correctement orientés.

Il faudra veiller, pour les bâtiments correctement orientés, à se protéger des surchauffes estivales par des brise-soleil correctement dimensionnés.

Cette orientation plein sud présente également l'avantage de fournir un potentiel d'implantation de capteurs solaires intéressant (capteurs thermiques ou photovoltaïques).

Des orientations différentes engendrent de moins bons rendements globaux, matérialisés par les facteurs de correction ci-dessous.

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNÉES					
ORIENTATION	INCLINAISON	0°	30°	60°	90°
Est	→	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	↗	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	↓	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest	↘	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest	←	0,93	0,90	0,78	0,55

FIGURE 48 : FACTEUR DE CORRECTION SOLAIRE

Cette prédisposition est notamment valable lorsque les formes urbaines présentent des toitures inclinées (généralement à 45° dans la région).

Le potentiel solaire propre à la zone d'étude est présenté dans le graphique ci-dessous.

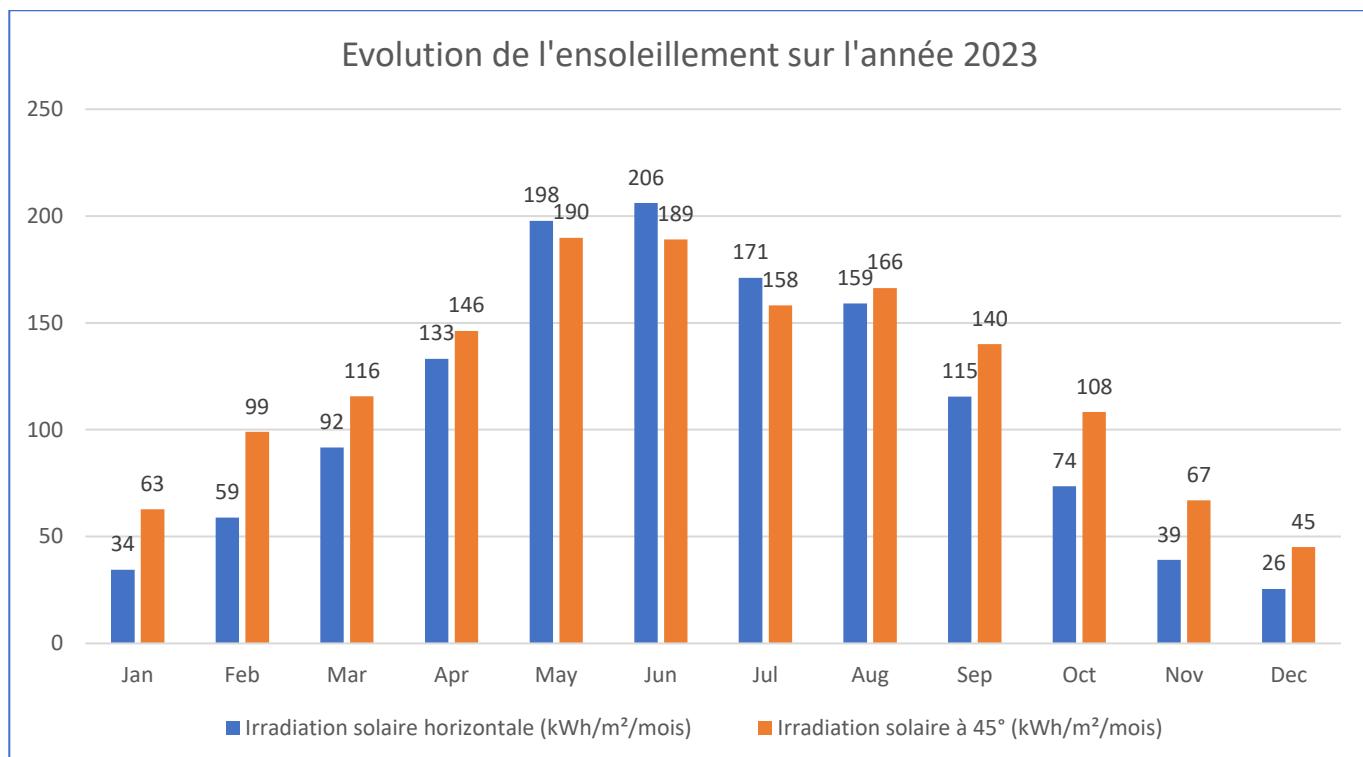


FIGURE 49 : EVOLUTION ANNUEL DE L'ENSOLEILLEMENT A ELVEN – SOURCE : PVGIS

Dans cette simulation de l'ensoleillement, nous avons représenté à la fois l'ensoleillement horizontal (donnée de base) et l'ensoleillement reçu par une surface plane orientée plein sud et inclinée à 45°.

La moyenne de l'irradiation globale sur l'année est de 109 kWh/m².mois pour une inclinaison horizontale, et de 120 kWh/m².mois pour une inclinaison à 45° plein sud.

Ceci représente pour cette zone d'étude une irradiation globale annuelle de **1306 kWh/m².an pour une inclinaison horizontale, et de 1487 kWh/m².an pour une inclinaison à 45° plein sud**. Ces valeurs sont tout à fait cohérentes avec les moyennes régionales précisées précédemment.

Les masques proches entrent également en compte dans l'évaluation du potentiel solaire.



FIGURE 50 : PRINCIPE DES MASQUES PROCHES

En effet, toute surface orientée au sud mais ombragée par des éléments divers (bâtiment adjacent, végétation, ...) représente un manque à gagner énergétique conséquent. Il faut donc veiller à les éviter dans la mesure du possible.

En règle générale, on veillera à respecter les distances entre bâtiments suivantes pour une surface plane :

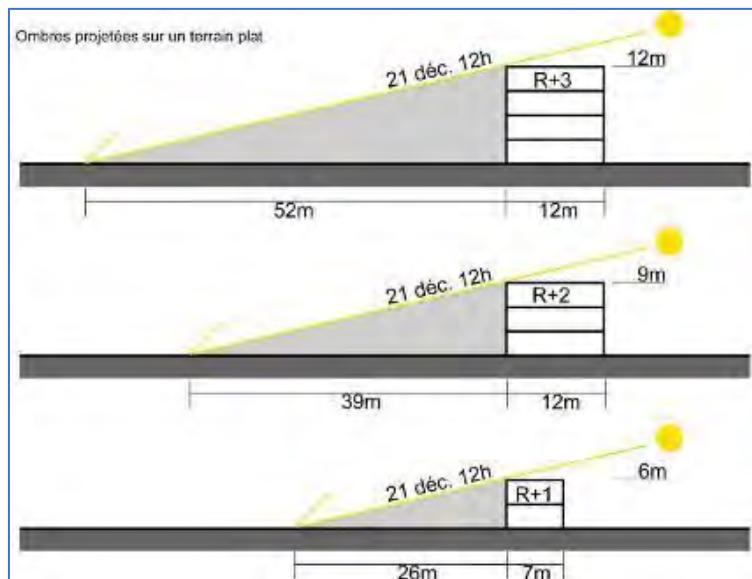


FIGURE 51 : OMBRES PROJETÉES SUR UN TERRAIN PLAT

L'implantation définitive des bâtiments devra respecter les distances impliquées par les ombres portées, afin de favoriser les apports solaires directs, en considérant le contexte topographique du site.

5.2.2. Solaire thermique

5.2.2.1. Réseau de chaleur solaire thermique

Cette technologie nécessite d'une part un encombrement par les champs de capteurs et un volume de stockage enterré qu'il est difficile de mettre en œuvre ici étant donné les dimensions importantes de ces éléments.

A l'échelle de l'opération, un réseau de chaleur solaire pour alimenter les bâtiments à la fois en chauffage et en eau chaude sanitaire, malgré l'ensoleillement suffisant, semble donc peu adapté au projet.

5.2.2.2. Chauffe-eau solaire

Les chauffes eaux solaires, permettent de chauffer de l'eau sanitaire en partie gratuitement, via l'énergie du soleil. La présence d'un appoint est nécessaire en cas d'ensoleillement insuffisant.

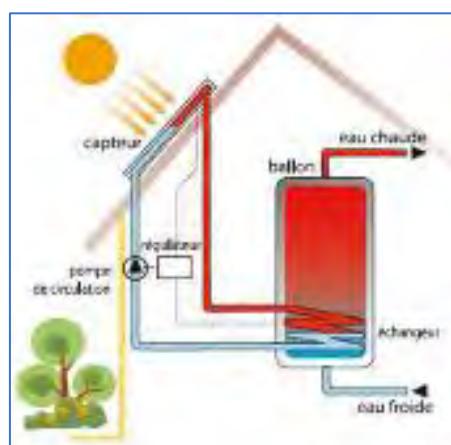


FIGURE 52 : PRINCIPE DU CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Une installation de préparation d'ECS solaire présente les avantages et inconvénients suivants :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Energie propre (limite les émissions de GES). ➤ Nécessite peu d'entretien. ➤ Durée de vie de 15 ans minimum. ➤ Ressource inépuisable et gratuite. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne couvre pas 100 % des besoins (2ème source d'appoint nécessaire). ➤ Peu adapté aux établissements fermés en période estivale (écoles, ...) et aux bâtiments peu consommateurs d'ECS (immeubles de bureaux, commerces, ...). ➤ Local spécifique nécessaire pour l'installation collective.

En cohérence avec la typologie du bâtiment et sa configuration, cette dernière présentera deux des 3 configurations suivantes :

- ▶ CESI : Chauffe-Eau Solaire Individuel,
- ▶ CESC : Chauffe-Eau Solaire Collectif,
- ▶ CESCAI : Chauffe-Eau Solaire Collectif avec Appoint Individualisé.

La surface de capteurs nécessaire, devra alors être dimensionnée en fonction des besoins et d'un taux de couverture choisi raisonnablement. Cette surface, alors théoriquement adaptée à la taille du bâtiment, pourra alors être installée en toiture, et si possible intégrée architecturalement à cette dernière.

La conception des bâtiments devra en outre prendre en compte l'encombrement, en chaufferie ou dans chaque local, du volume de stockage adapté aux besoins d'eau chaude sanitaire propres à chaque bâtiment.

La mise en place de chauffe-eau solaires est une solution techniquement adaptée au projet.

Approche Energétique et Economique

Les estimations des consommations liées à la production thermique par type d'énergie utilisée et de la dépense énergétique annuelle dans le cadre d'une préparation d'ECS solaire pour les bâtiments concernés sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Il est considéré en investissements, la mise en place d'une installation de préparation d'eau chaude solaire pour les bâtiments concernés, comprenant l'ensemble de l'installation (Capteurs, stockage, raccordement au réseau de distribution, accessoires hydrauliques, main d'œuvre, ...).

Pour les bâtiments concernés par une potentielle mise en œuvre de préparation d'ECS solaire, le système de chauffage et d'ECS du scénario de référence est conservé, ce dernier assurant dans le cadre de ce scénario le rôle d'appoint des chauffe-eau solaire.

Typologie	Type production chauffage et ECS	Consos Electricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	CESI + PAC air/eau	131	32 800	42 500	1 490 000
Logements individuels sociaux	CESI + PAC air/eau	17	4 300	5 700	160 000
Logements collectifs	CESC + PAC air/eau	22	5 500	7 200	180 000
Total	CES + PAC air/eau	171	42 600	55 400	1 830 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Etant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeurs estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario par rapport au scénario de référence :

Gain par rapport à la référence	
Consommations d'énergie (MWh/an)	43
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)	8 700
Emission CO2 (tCO2/an)	3
Surinvestissement (€ TTC)	300 000

5.2.2.3. Systèmes Solaires Combinés (SSC)

Les systèmes solaires combinés permettent, grâce à l'énergie du soleil, de réaliser une partie des besoins en chauffage et en ECS des bâtiments. Un appoint est également nécessaire.

La surface de capteurs nécessaire sera dimensionnée afin d'obtenir un taux de couverture des besoins par le solaire de l'ordre de 30 à 40% (En général, la surface de capteurs représente environ 10% de la surface habitable). Cette valeur est fixée afin d'éviter au maximum la surchauffe estivale des panneaux solaires thermiques, étant donné que les besoins en chauffage sont nuls à cette saison. Des taux de couverture supérieurs peuvent être envisagés dans les cas où il existe un système de décharge dans un équipement fonctionnant l'été, à l'exemple d'une piscine.

La réalisation d'un compromis entre la gestion de la surchauffe et la réalisation du chauffage par le solaire est essentielle à la définition du taux de couverture. Ce compromis est illustré par le schéma suivant, montrant la désynchronisation entre les besoins et les apports solaires.

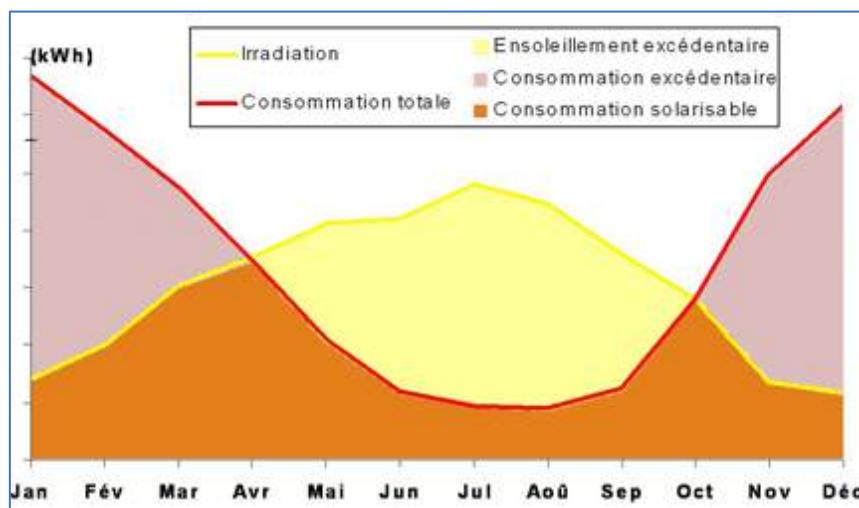


FIGURE 53 : TAUX DE COUVERTURE D'UN SSC

Cette technologie est principalement destinée au logement individuel et aux bâtiments industriels étant donné la surface de capteurs à mettre en œuvre afin d'avoir un taux de couverture intéressant.

Lorsque cette technologie sera choisie, on veillera à optimiser l'orientation des capteurs comme il a été précisé précédemment, afin de rendre l'installation la plus performante possible. Cette optimisation passe par une bonne implantation des châssis dans le cas de toiture plate et une optimisation de l'orientation du bâtiment pour une toiture à pans inclinés.

La mise en place de Systèmes Solaires Combinés est donc envisageable à l'échelle du projet pour les bâtiments ayant de fort consommation d'ECS, mais nécessitera un dimensionnement rigoureux afin d'éviter des surcoûts et surchauffes, tout en obtenant les meilleurs résultats énergétiques.

La bonne orientation des bâtiments et le contexte topographique du site favorisent la mise en œuvre de cette technologie.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Energie propre (limite les émissions de GES). ➤ Nécessite peu d'entretien. ➤ Durée de vie de 15 ans minimum. ➤ Ressource inépuisable et gratuite. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne couvre pas 100 % des besoins (2ème source d'appoint). ➤ Risque de surchauffe des équipements si surdimensionnement. ➤ Inadapté aux établissements fermés en période estivale (écoles, ...). ➤ Investissement important. ➤ Surface de capteurs importante.

Approche Energétique et Economique

Les estimations des consommations liées à la production thermique par type d'énergie utilisée et de la dépense énergétique annuelle dans le cadre d'une préparation d'ECS solaire pour les bâtiments concernés sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Il est considéré en investissements, la mise en place d'une installation de préparation d'eau chaude solaire pour les bâtiments concernés, comprenant l'ensemble de l'installation (Capteurs, stockage, raccordement au réseau de distribution, accessoires hydrauliques, main d'œuvre, ...).

Pour les bâtiments concernés par une potentielle mise en œuvre de préparation de chauffage et d'ECS solaire, le système de chauffage et d'ECS du scénario de référence est conservé.

Typologie	Consos Electricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	121	30 300	40 000	1 550 000
Logements individuels sociaux	16	4 000	5 400	170 000
Logements collectifs	19	4 700	6 400	200 000
Total	156	39 000	51 800	1 920 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario avec SCC :

Gain par rapport à la référence	
Consommations d'énergie (MWh/an)	58
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)	12 300
Emission CO2 (tCO2/an)	5
Surinvestissement (€ TTC)	390 000

5.2.3.Solaire photovoltaïque

La mise en place de capteurs solaires photovoltaïques est envisageable sur cette opération avec un objectif d'autoconsommation et de revente du surplus afin de diminuer la facture énergétique des logements.

La mise en place de panneaux solaires photovoltaïque est envisageable à l'échelle du projet. Sa faisabilité technique sera néanmoins tributaire de la bonne orientation des panneaux ainsi que de la surface disponible.

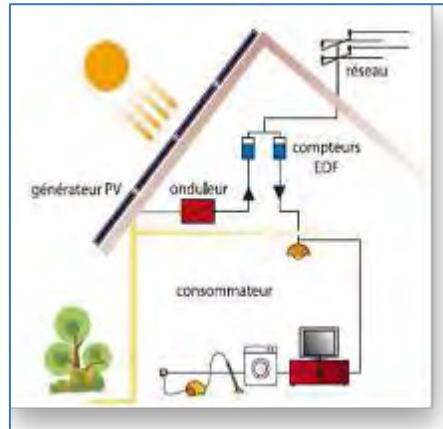


FIGURE 54 : PRINCIPE DU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

On donne ci-dessous les tarifs de rachat du photovoltaïque jusqu'au 31/01/2025 pour les différentes puissances installées :

Type de Tarif	Puissance de l'installation	Tarif (c€/kWh)		Prime à l'investissement (c€/kWc)
		Revente totale	Revente de surplus	
Tarif dit Ta	[0-3] kWc	10,31	12,69	0,48
	[3-9] kWc	8,76	12,69	0,36
Tarif dit Tb	[36-100] kWc	13,02	7,61	0,2
	[100-500] kWc	11,32	7,61	0,1

En ne prenant pas en compte une baisse des coûts d'investissement d'une telle installation, sa rentabilité économique est mise en péril par l'évolution du tarif de rachat du photovoltaïque prévisionnelle, comme le montre le graphique suivant :

Évolution des tarifs d'achat photovoltaïques - Vente en Totalité (en c€)



FIGURE 55 : EVOLUTION DU TARIF DE RACHAT DU PHOTOVOLTAÏQUE

La plupart des fabricants de panneaux solaires garantissent un rendement de production de 80 % minimum au bout de 20 ans par rapport au rendement initial.

Les capteurs peuvent dans la mesure du possible être intégrés aux toitures inclinées ou sur supports inclinés pour les toitures terrasses non végétalisées. Dans ce dernier cas, l'implantation de capteurs solaires nécessitera la mise en œuvre de châssis inclinés à environ 30° (meilleur rendement des capteurs photovoltaïques à 30° qu'à 45°).

Il existe plusieurs technologies de solaire photovoltaïque :

Silicium monocristallin	Silicium poly cristallin	Silicium amorphe
Meilleur rendement au m ² . Coût le plus élevé pour une même puissance.	Meilleur rapport qualité/prix et les plus utilisés. Bon rendement. Bonne durée de vie (plus de 35 ans). Peuvent être fabriqués à partir de déchets de l'électronique.	Souple (facilité de pose). Meilleure production par ensoleillement faible ou diffus. Rendement acceptable à faible inclinaison (<5%). Rendement divisé par deux par rapport à celui du cristallin. Le prix au m ² plus faible que pour des panneaux solaires composés de cellules.
		

La solution la mieux pressentie pour le projet est le silicium poly cristallin.

La mise en place de capteurs solaires photovoltaïques est envisageable sur cette opération pour l'ensemble des projets.

Les productions générées varieront selon les types de technologie mises en œuvre, qui seront conditionnées par les formes urbaines choisies.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Production d'énergie électrique ($\approx 1\ 000$ kWh/m²/an). <ul style="list-style-type: none"> • soit vendue au distributeur d'électricité (voir tarif ci-avant). • soit consommée directement sur place. ➤ Ne consomme pas d'énergie fossile (n'émet aucun polluant). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Filière de recyclage des cellules photovoltaïques. ➤ Tarif de rachat en baisse.

Il existe quatre principaux modes de valorisation économique :

- ▶ La vente totale
- ▶ La vente du surplus
- ▶ L'autoconsommation partielle avec injection du surplus sans vente
- ▶ L'autoconsommation totale sans injection

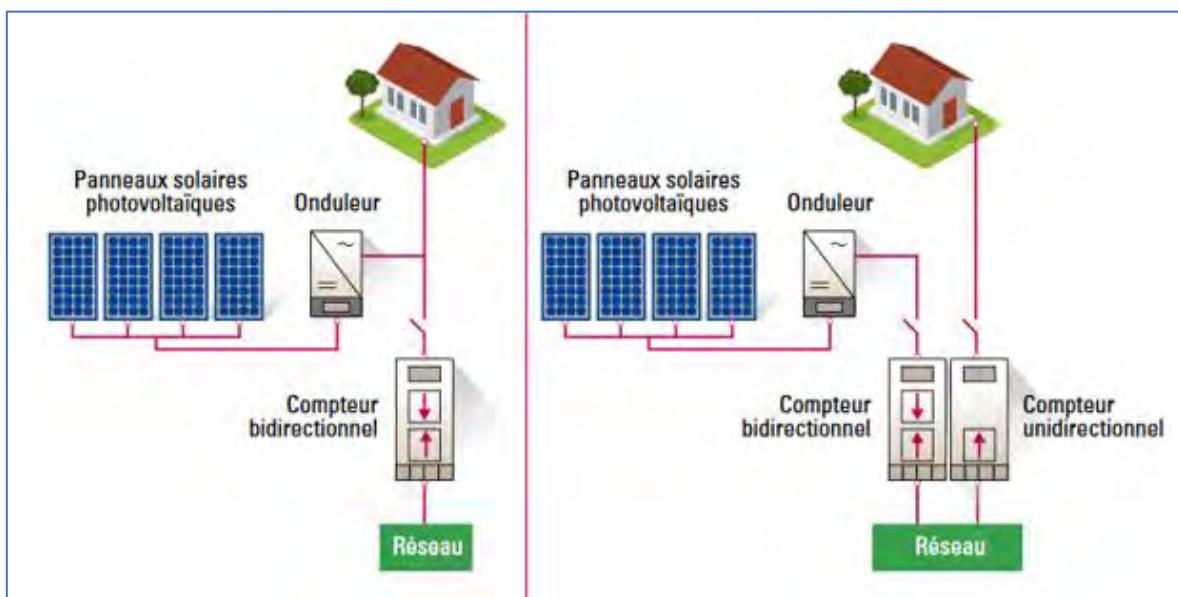


FIGURE 56 : SCHÉMA DE PRINCIPE D'INSTALLATIONS EN AUTOCONSOMMATION AVEC VENTE DU SURPLUS ET VENTE DE LA TOTALITÉ

Approche Energétique et Economique

En fonction du type de bâtiment, des installations de panneaux photovoltaïques différents ont été considérées :

- ▶ Pour les logements collectifs, la mise en place d'une installation photovoltaïque de 250 m² fonctionnant en revente totale.
- ▶ Pour les logements individuels, la mise en place d'une installation photovoltaïque de 30 m² par logement fonctionnant en autoconsommation avec revente du surplus.
- ▶ Pour les logements individuels sociaux, la mise en place d'une installation photovoltaïque de 15 m² par logement fonctionnant en autoconsommation avec revente du surplus.

Dans le cadre de cette étude, un taux d'autoconsommation de 35 % a été considéré. Il est considéré en investissements, la mise en place d'installation photovoltaïque comprenant l'ensemble de l'installation (Capteurs, raccordement au réseau, main d'œuvre, ...).

NOTA : Au vu de la puissance de l'installation proposé pour les logements collectifs (environ 97 kWc), l'autoconsommation de l'énergie produite n'a pas été proposé afin d'obtenir un coût de la revente de l'électricité plus intéressant, 13 c€/kWh au lieu de 7,6 c€/kWh.

Afin de donner des ordres de grandeur des investissements pour ce type d'installation et de sa rentabilité selon les hypothèses prises, une approche économique a été effectuée et est présentée ci-dessous :

Typologie	Consos Électricité (MWh/an)	Revente Électricité Solaire (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	91	17 600	22 900	15 900	1 784 000
Logements individuels sociaux	16	1 300	4 100	4 200	161 000
Logements collectifs	26	4 300	6 400	3 900	225 000
Total	133	23 200	33 400	24 000	2 170 000

Pour la configuration étudiée, la production annuelle potentielle d'électricité sur les bâtiments est estimée à environ **261 MWh/an**, soit une autoconsommation **91 MWh/an** et une revente de **170 MWh/an**.

* La dépense énergétique annuelle comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations, les abonnements et la revente de l'électricité.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario :

Gain par rapport à la référence	
Consommations d'énergie (MWh/an)	80
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)	40 100
Emission CO2 (tCO2/an)	6
Surinvestissement (€ TTC)	640 000

5.3. Le gisement net issu de la valorisation des déchets organiques

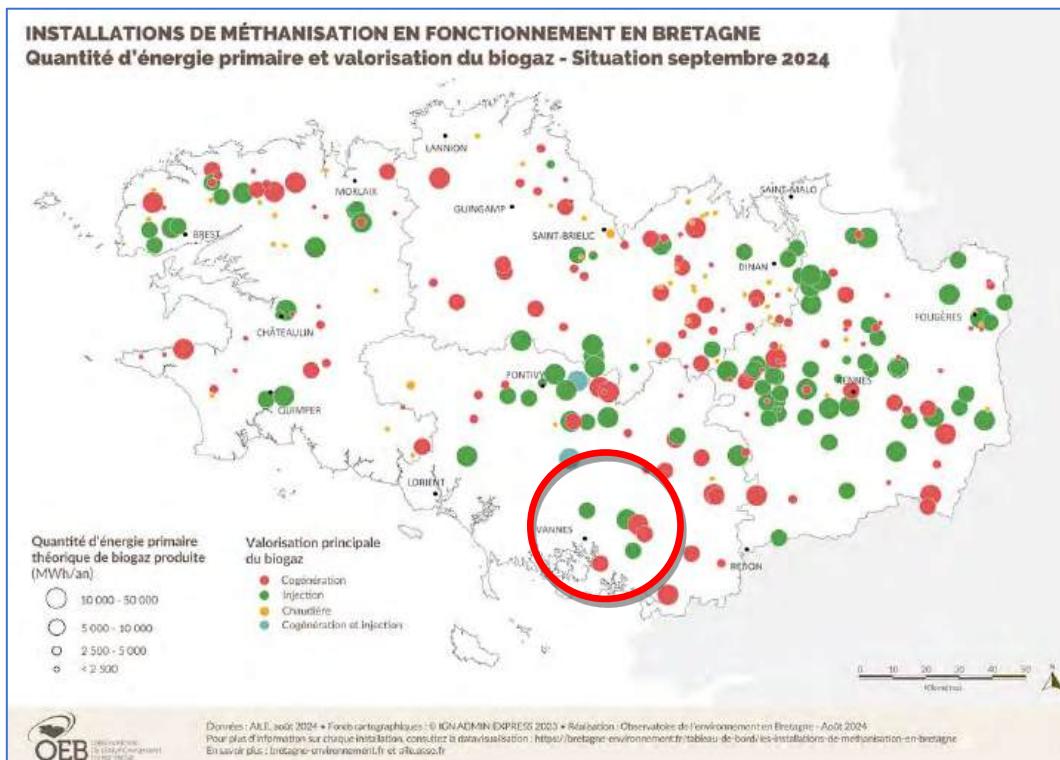
5.3.1. Usine d'incinération des déchets

Les contraintes d'implantation en milieu urbain ou semi-urbain ne permettent pour le moment pas d'envisager ce type d'installation. Pour mettre en place ce type de projet, il faudra des besoins de chaleur important justifiant un tel investissement et une réflexion globale visant à mobiliser plusieurs acteurs locaux.

Le potentiel de valorisation d'incinération sur le secteur est donc limité. Cette solution n'apparaît donc pas comme étant pertinente pour le projet.

5.3.2. Les unités de méthanisation

La valorisation des déchets organiques est présente dans les environs.



**FIGURE 57 : INSTALLATIONS DE MÉTHANISATION EN FONCTIONNEMENT ET EN TRAVAUX EN JANVIER 2024 –
SOURCE : BRETAGNE ENVIRONNEMENT**

Les contraintes d'implantation en milieu urbain ne permettent pour le moment pas d'envisager ce type d'installation. Pour mettre en place ce type de projet, il faudra des besoins de chaleur important justifiant un tel investissement et une réflexion globale visant à mobiliser plusieurs acteurs locaux.

La production de biogaz par méthanisation consiste à stocker des déchets organiques dans une cuve cylindrique et hermétique appelée "digesteur" dans laquelle ils sont soumis, en l'absence d'oxygène, à l'action de bactéries.

Un brassage de la matière organique, éventuellement un apport d'eau, mais surtout un chauffage, accélèrent la fermentation et la production de gaz qui dure environ deux semaines. Ce procédé peut générer jusqu'à 500 m³ de gaz par tonne de déchets.

Le biogaz produit est composé en moyenne de 60% de méthane. Le procédé produit également un "digestat" qui est ensuite transformé en compost.

Une installation de méthanisation est consommatrice de surface foncière non prévue dans la programmation. De plus, l'un des principaux impacts sur l'environnement proche d'une méthanisation, outre l'aspect visuel, est l'odeur dégagée par le transport et la fermentation des matières organiques.

Le potentiel de valorisation des déchets organiques sur la zone d'étude est limité et ce type d'installation est incompatible avec l'inscription dans le contexte urbain du site. Cette alternative n'apparaît donc pas comme étant pertinente pour le projet.

5.4. Cogénération gaz naturel

5.4.1. Principe de fonctionnement

Dans l'objectif de valorisation du biogaz, le principe de la cogénération a été étudié. On parle de micro-cogénération pour des modules dont la puissance est inférieure à 36 kWe et de mini-cogénération pour des modules dont la puissance électrique est comprise entre 36 et 250 kWe. Ces deux types d'installations sont les plus courantes pour des applications résidentielles ou tertiaires.

Le principe de la cogénération consiste à produire de l'énergie mécanique (convertie en électricité) et de la chaleur en même temps et dans une même installation et à partir d'une même source d'énergie (co = ensemble ; génération = production).

Le moteur thermique chauffe l'eau du circuit primaire. La chaleur excédentaire du moteur (radiateur et échappement) est récupérée via un échangeur et alimente le circuit de chauffage et/ou l'ECS du bâtiment. Le générateur, couplé au moteur thermique, produit de l'électricité qui peut être autoconsommée et/ou revendue au réseau de distribution.

Le module s'installe dans une chaufferie classique et s'associe généralement à une chaudière gaz à condensation dans une logique base/appoint.

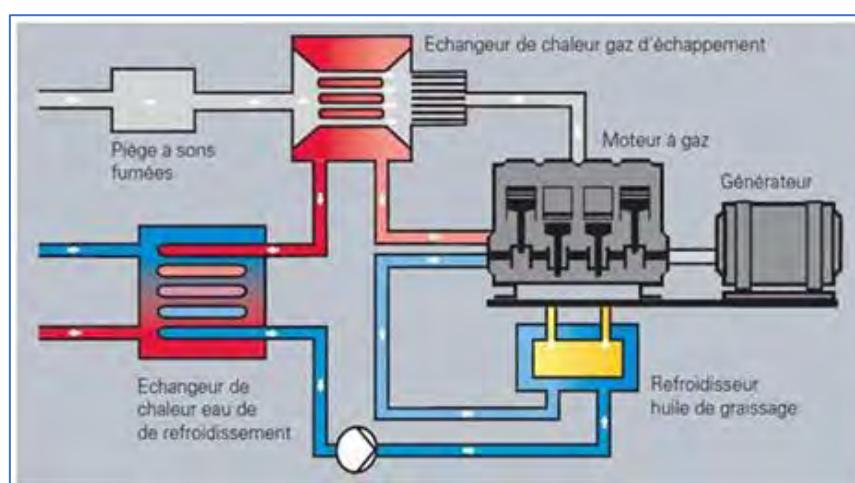


FIGURE 58 : PRINCIPE DE LA COGENERATION GAZ

Différents combustibles peuvent être utilisés pour produire de la chaleur :

- ▷ le gaz naturel,
- ▷ le fioul,
- ▷ le bois,
- ▷ le biogaz issu de la fermentation de matières organiques végétales ou animales,
- ▷ des ordures ménagères.

Contrairement à la plupart des centrales électriques actuelles, la cogénération permet de récupérer la chaleur fatale perdue lors de la production électrique et de la valoriser. Elle constitue donc un moyen de production d'électricité plus performant : 20 à 30 % plus efficace que des productions séparées. De plus, les modules de cogénération produisent de l'électricité de manière locale (au plus proche des consommateurs), ce qui a pour effet de réduire les pertes en ligne.

5.4.2. La micro cogénération :

À l'origine, les installations de cogénérations sont destinées aux grands bâtiments ayant une demande de chaleur importante. Aujourd'hui, les différents producteurs proposent aussi une solution pour les habitations familiales, la micro-cogénération.

Une unité de micro-cogénération fonctionne de la même manière qu'une chaudière classique. Au moment où la demande de chaleur apparaît, la chaudière se met en route. En plus de la chaleur, il y a aussi production simultanée d'électricité. Cet appareil de la taille d'un réfrigérateur fournit également de l'eau chaude sanitaire.

Les appareils produisent chaleur et électricité à l'aide d'un moteur Stirling. Ce moteur est mû par la chaleur. Celle-ci est générée par la combustion de gaz naturel ou de fioul. À son tour, le moteur met en mouvement un cylindre qui actionne le générateur pour la production d'électricité.

L'électricité ainsi produite par l'unité de micro-cogénération suffit pour couvrir une bonne partie de la consommation d'électricité familiale. En cas de surproduction, l'électricité peut être injectée sur le réseau, comme dans le cas de panneaux photovoltaïques.

L'investissement pour une unité de micro-cogénération varie entre 7 000 et 10 000 euros. Soit nettement plus qu'une chaudière à condensation classique. Mais du fait de sa faible consommation de combustible et de l'électricité qu'il produit, le système s'amortit de manière assez rapide.

L'achat d'une unité de micro-cogénération n'est par ailleurs intéressante seulement s'il y a suffisamment à chauffer. Les habitations bien isolées ou passives ayant une faible demande de chaleur ne tirent aucun profit d'une telle installation.

Comme critère, on peut retenir une consommation de chaleur annuelle de minimum 15 000 kWh pour assurer la rentabilité de l'installation.

5.4.3. Tarif de rachat :

Le dimensionnement du module de cogénération dépend largement de la façon dont on souhaite valoriser l'électricité produite :

- ▷ Autoconsommation totale (sans réinjection sur le réseau).
- ▷ Autoconsommation avec réinjection et revente sur le réseau du surplus de production.
- ▷ Revente de la totalité de l'électricité produite.

En 2018, seul le contrat C16 permet de vendre tout ou partie de l'électricité produite par la cogénération. Ce contrat à une durée de 15 ans.

Le maître d'ouvrage fait son choix d'auto consommer ou non une partie de sa production d'électricité et de revendre l'électricité restante à EDF Obligation d'Achat (EDF OA).

Le C16 permet donc de :

- ▷ soit de vendre la totalité de sa production en hiver (comme l'ancien C13)
- ▷ soit d'auto consommer toute son électricité
- ▷ soit d'auto consommer une partie de son électricité et de vendre le surplus à EDF OA

Le choix de la puissance de l'installation de cogénération ainsi que son nombre d'heures de fonctionnement dans l'année sera donc variable selon la valorisation de l'électricité retenue par le maître d'ouvrage.

Le tarif de rachat de l'électricité varie donc fortement, le graphique ci-dessous illustre les prix pratiqués suivant le type d'installation :

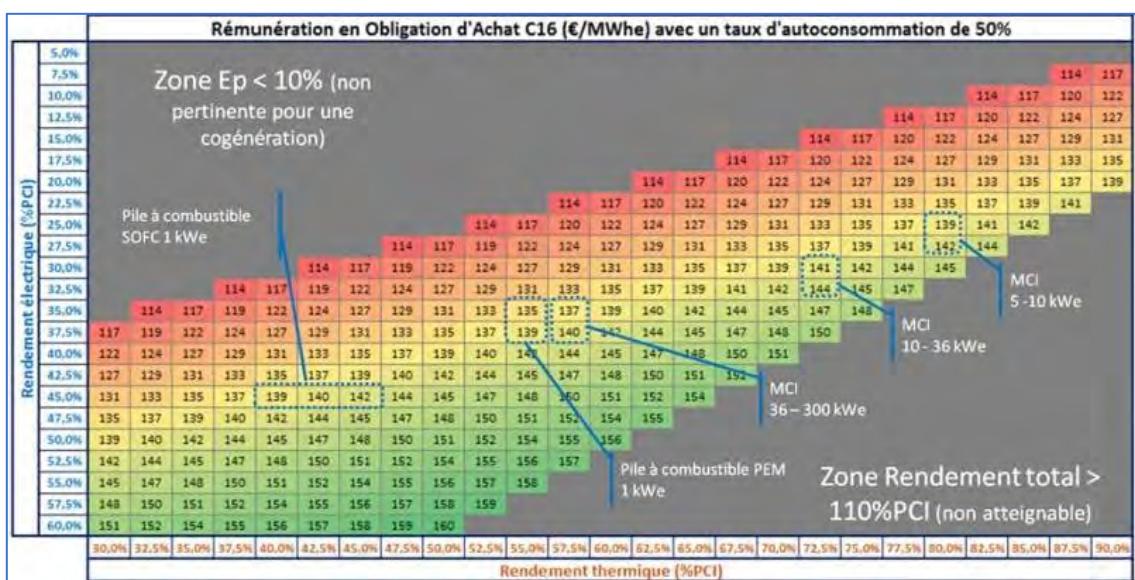


FIGURE 59 : TARIF DE RACHAT DE LA COGENERATION

Le potentiel de valorisation du gaz naturel au travers d'une installation de cogénération n'est pas envisageable pour le projet. En effet, ces bâtiments étant neufs, les besoins sont trop faibles afin de profiter de ce type d'installation. De surcroît, l'installation de chaudière gaz a été interdite pour les logements individuels et d'ici 2025, elle sera limitée pour les logements collectifs.

5.5. Le gisement géothermique net

5.5.1. La géothermie basse énergie (profonde)

Ce moyen de production d'énergie présente l'avantage de ne nécessiter d'aucun combustible. Le coût de production de l'énergie dépend alors seulement des consommations des équipements du réseau (pompes, vannes, ...).

La présence d'une énergie d'appoint est cependant nécessaire pendant les périodes où les besoins sont importants.

Cette technologie ne sera envisageable qu'avec une zone de desserte énergétique présentant une forte densité et de forts besoins.

La faisabilité de ce type d'installation sera le cas échéant vérifiée par une étude géothermique détaillée, s'accompagnant d'un forage d'étude afin de vérifier le potentiel réel exploitable.

Dans l'éventualité d'un potentiel intéressant, mais trop faible pour une alimentation directe du circuit de chauffage, (une eau géothermale à 40-45°C par exemple), la mise en place d'une pompe à chaleur de grosse puissance en relève s'avérerait nécessaire. Cependant, les contraintes d'études et de densité énergétiques restent valables pour cette solution intermédiaire.

Cette solution énergétique paraît peu adaptée au projet. D'une part du fait de la méconnaissance du réel potentiel local, et d'autre part du fait de la hauteur des investissements en comparaison de la hauteur des besoins énergétiques du projet.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">➤ Utilise la chaleur sous terre pour couvrir une large gamme d'usages : réseau de chauffage urbain, chauffage de serres, utilisation de chaleur dans les process industriels, ...➤ Contribue à la réduction des émissions de GES.	<ul style="list-style-type: none">➤ Nécessite des études approfondies du sous-sol.➤ Impose la mise en œuvre de forages à des profondeurs importantes (2 km).➤ Nécessite une chaudière d'appoint en cas de besoin.

5.5.2. La géothermie très basse énergie

5.5.2.1. Géothermie capteurs horizontaux

Concernant la géothermie très basse énergie avec des capteurs horizontaux, elle nécessite une surface de pose 1,5 à 2 fois supérieure à celle de la surface chauffée des bâtiments.

De plus, cette surface d'implantation doit être perméable aux eaux de pluie, qui jouent un rôle déterminant dans la régénération de la chaleur du sol.

Les surfaces nécessaires à l'implantation de capteurs horizontaux ne peuvent également être arborées du fait de la potentielle dégradation des capteurs par les racines.

Pour ce type d'installation la pente maximale adaptée à l'implantation des capteurs géothermiques est de 20 %. A l'échelle du site la dénivellation n'apparaît pas comme étant contraignante pour l'implantation des capteurs.

Ce type d'installation est plutôt adapté pour des bâtiments de type maisons individuelles ou éventuellement très petits tertiaires, mais peu propice aux logements collectifs, en raison de la surface de captage nécessaire.

La mise en place de pompes à chaleur géothermiques avec capteurs horizontaux est donc pertinente pour les logements individuels de ce projet sous réserve de présenter une surface foncière adéquate (au cas par cas).

Pour les logements collectifs, un système géothermique à captage horizontal est inadéquat, il lui sera préféré un captage vertical.

5.5.2.2. Géothermie capteurs verticaux

La géothermie très basse énergie avec des capteurs géothermiques verticaux, descendant à une profondeur de 80-110 m (selon l'étude de sol) nécessite la mise en place de forages sur le projet. Le nombre de puits est directement lié aux besoins énergétiques des bâtiments à chauffer, chaque puits nécessitant chacun une surface de 50 x 50 cm environ et distants d'une dizaine de mètres au moins. Ils reçoivent les sondes géothermiques, constituées de quatre tubes PEHD (\varnothing 25 ou 32 mm) formés en doubles U (soudés deux par deux à la base) et où circule de l'eau glycolée en circuit fermé.

Une fois les sondes reliées à la PAC, elles sont scellées dans leurs puits par injection d'un coulis à base de ciment et d'argile. Ce mélange, tout en protégeant les capteurs des pierres et racines, permet d'améliorer leur conductibilité. La capacité d'absorption calorifique d'un capteur vertical est en moyenne de 50 W par mètre de forage. A titre d'exemple, deux sondes profondes de 50 m peuvent ainsi chauffer 120 m² habitables. Parfois, la nature du sol (terre trop friable) oblige à tuber les sondes, augmentant ainsi le coût global de l'intervention.

On retiendra également que cette technologie n'est pas une source d'énergie complètement « propre ». En effet, seulement une partie des calories nécessaires pour couvrir les besoins du bâtiment sont puisées dans le sol. Un appoint électrique par compression est réalisé pour atteindre une température de transfert de calories suffisante.

Il est donc important d'opter pour un matériel présentant un coefficient de performance (COP) élevé, afin de réduire au maximum cet appoint électrique.

Cette technologie, même si elle nécessite moins de surface foncière que la mise en place de capteurs horizontaux, requiert une surface foncière disponible pour la mise en place des forages qui reste relativement importante.

Dans le cadre du projet, il sera privilégié un système utilisant des capteurs horizontaux pour les logements individuels. De plus, pour ce type d'habitat, étant donné le coût d'investissement lié aux forages, la géothermie très basse énergie ne présente pas de pertinence économique avérée.

Pour les logements collectifs, ce système sera en théorie entièrement compatible, sous réserve également de présenter une surface foncière adéquate, ce qui semble au regard de la surface de la parcelle, du nombre de logements, donc des besoins thermiques et des écarts à respecter entre les forages, relativement optimiste.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">➤ Une PAC peut être réversible et fournir de la chaleur l'hiver et du rafraîchissement l'été.➤ Coefficient de performance (COP) élevé > 4.➤ Possibilité de raccordement sur un réseau de chaleur.➤ Pas de stockage de combustible.	<ul style="list-style-type: none">➤ Difficulté de mise en œuvre (capteurs enterrés).➤ Investissement relativement lourd.➤ Surface de terrain nécessaire importante.➤ Pas de plantation sur les capteurs (horizontaux).➤ Besoin d'électricité alourdissant le bilan en énergie primaire.

Approche Energétique et Economique

Les estimations des consommations liées à la production thermique par type d'énergie utilisée et de la dépense énergétique annuelle dans le cadre d'installations de géothermie très basse énergie sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Il est considéré en investissements, l'ensemble de l'installation thermique pour les bâtiments en projets, Pompe à chaleur, stockage ECS, raccordement au réseau de distribution, accessoires hydrauliques, main d'œuvre, circulateurs, distribution, émission, ...).

Il est considéré un SCOP moyen de 3,5 pour le système vertical avec une puissance moyenne apportée par le sol de l'ordre de 50 W / ml de forage.

Typologie	Consos Électricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	143	35 700	43 800	1 530 000
Logements individuels sociaux	19	4 700	5 900	160 000
Logements collectifs	22	5 500	6 900	170 000
Total	184	45 900	56 600	1 860 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario :

Gain par rapport à la référence	
Consommations d'énergie (MWh/an)	30
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)	7 500
Emission CO2 (tCO2/an)	2
Surinvestissement (€ TTC)	330 000

5.6. Le gisement aérothermique net

Les pompes à chaleur aérothermiques, dans le cadre d'une production de chaleur décentralisée, entrent bien dans le potentiel de développement en énergies renouvelables.

5.6.1. Compression électrique

La solution de référence utilise ce type de pompe à chaleur en tant que système de production du chauffage et d'eau chaude sanitaire. Ainsi, une présentation des pompes à chaleur à compression électrique a été réalisé page 43.

5.6.2. Aérothermie gaz naturel

La technologie de pompes à chaleur aérothermiques au gaz naturel est relativement récente et encore peu développée sur le marché.

Le principe de fonctionnement est de puiser des calories dans l'air extérieur de la même façon que pour une machine à compression électrique. La différence est que le cycle n'est pas à compression mécanique comme pour la pompe à chaleur électrique, mais de type thermochimique. Le fluide frigorigène est tout d'abord un fluide composé d'un mélange eau/ammoniac, sans impact sur l'effet de serre, et le compresseur électrique est remplacé par un brûleur gaz identique à une chaudière.



FIGURE 60 : PRINCIPE DE L'AÉROTHERMIE AU GAZ NATUREL

Ce système permet de bénéficier d'un apport de calories gratuit, selon le coefficient de performance de la machine. Tout comme pour un système à compression électrique, cette technologie nécessite un appoint d'énergie, mais n'est pas pénalisée en termes de consommation d'énergie primaire, puisque le coefficient de transformation d'énergie primaire est de 1 pour le gaz naturel et de 2,3 pour l'électricité. La pompe à chaleur gaz naturel présente donc une étiquette énergétique et environnementale intéressante pour les bâtiments RT 2020.

Les plages de puissances aujourd'hui disponibles sur le marché sont situées entre 25 et 35 kW. Cependant les pompes à chaleur peuvent être mises en cascade afin d'atteindre des puissances plus importantes.

Cette solution n'est donc pas adaptée pour les logements individuels mais envisageables pour les logements collectifs, potentiellement sous forme de plusieurs unités mises en cascade. Néanmoins, à partir de 2025, il ne sera plus possible d'installer des systèmes de chauffage 100% gaz, un appoint bois ou électrique sera à prévoir.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">➤ Possibilité de se raccorder au réseau de Gaz.➤ Simplicité de mise en œuvre.➤ Etiquette énergétique plus intéressante que pour une PAC à compression électrique.➤ Nuisances sonores réduites.➤ Fluide frigorigène remplacé par une solution eau/ammoniac.➤ Brûleur modulant permettant d'adapter la puissance de l'équipement en fonction de la variation des charges.	<ul style="list-style-type: none">➤ Utilisation d'une ressource fossile en appoint.➤ Plages de puissances limitées.

Approche Energétique et Economique

Pour les logements collectifs, il a été considéré la mise en place d'une Pompe à Chaleur aérothermique gaz naturel de 20 kW avec en tant qu'appoint, une Pompe à Chaleur électrique de 20 kW. Les besoins de chauffage et d'ECS seront assurés par ces équipements. En ce qui concerne les logements individuels, la situation de référence a été considéré.

Les estimations des consommations d'énergie totales des bâtiments comprenant la production de chauffage et ECS par PAC Aérothermique Air-Eau gaz et de la dépense énergétique annuelle associée sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Typologie	Type production chauffage et ECS	Consos Gaz (MWh/an)	Consos Electricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	PAC Air-Eau - Électrique	0	166	41 500	49 600	1 250 000
Logements individuels sociaux	PAC Air-Eau - Électrique	0	22	5 500	6 700	130 000
Logements collectifs	PAC Air-Eau - Gaz	25	11	6 600	8 000	160 000
Total	-	25	199	53 600	64 300	1 540 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario :

Gain par rapport à la référence	
Consommations d'énergie (MWh/an)	-11
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)	-200
Emission CO2 (tCO2/an)	-5
Surinvestissement (€ TTC)	10 000

5.7. Le gisement éolien net

5.7.1. Vents dominants

Les vents dominants pour la station de référence la plus proche, c'est-à-dire Rennes sont sud-ouest, comme le montre le graphique ci-dessous

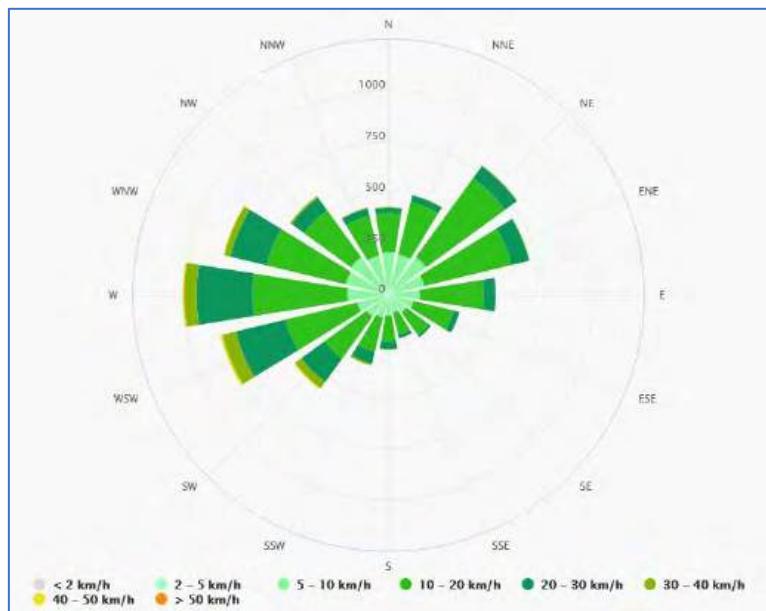


FIGURE 61 : DIRECTION ET REPARTITION DE LA FORCE DU VENT SUR ELVEN – SOURCE : METEOBLUE

Sur Elven, la vitesse moyenne du vent sur l'année est de 16,7 km/h à une hauteur de 10m au-dessus du sol.

Ceci a pour conséquence au niveau du projet, de prévoir un aménagement qui protège les bâtiments des vents dominants d'Ouest afin de limiter la convection sur les surfaces de bâtiments et ainsi de générer des déperditions thermiques plus importantes.

5.7.2. Grand éolien

Le potentiel éolien est relativement difficile à déterminer et ne peut être défini précisément qu'à partir d'une campagne de mesure de qualité préalable, le plus souvent indispensable à l'étude du potentiel éolien de référence du site. Par ailleurs, l'implantation de ce type d'équipement n'est autorisée qu'à une distance minimale de 500 m d'habitations et donc incompatible avec la construction d'un lotissement d'habitation.

L'implantation d'éoliennes de grandes puissances sur le périmètre de l'étude est donc à proscrire, étant donné la proximité des habitations, conformément aux dispositions du Grenelle II.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">➤ Niveau sonore peu perceptible (≈ 40 dB à 200 m).➤ Energie propre utilisant une ressource gratuite et inépuisable.➤ Matériaux recyclables (démantèlement facile).➤ La période de haute productivité, située en hiver où les vents sont les plus forts, correspond à la période de l'année où la demande d'énergie est la plus importante.	<ul style="list-style-type: none">➤ Fort impact visuel.➤ Production variable dans le temps et dépendante du climat.➤ Localisation de l'installation dépendante de la ressource (vent).➤ Distance minimale des habitations : 500m.

5.7.3. Petit éolien

Les installations d'éoliennes de faibles puissances sont en revanche réalisables à l'échelle du projet puisque leurs nuisances sont relativement faibles.

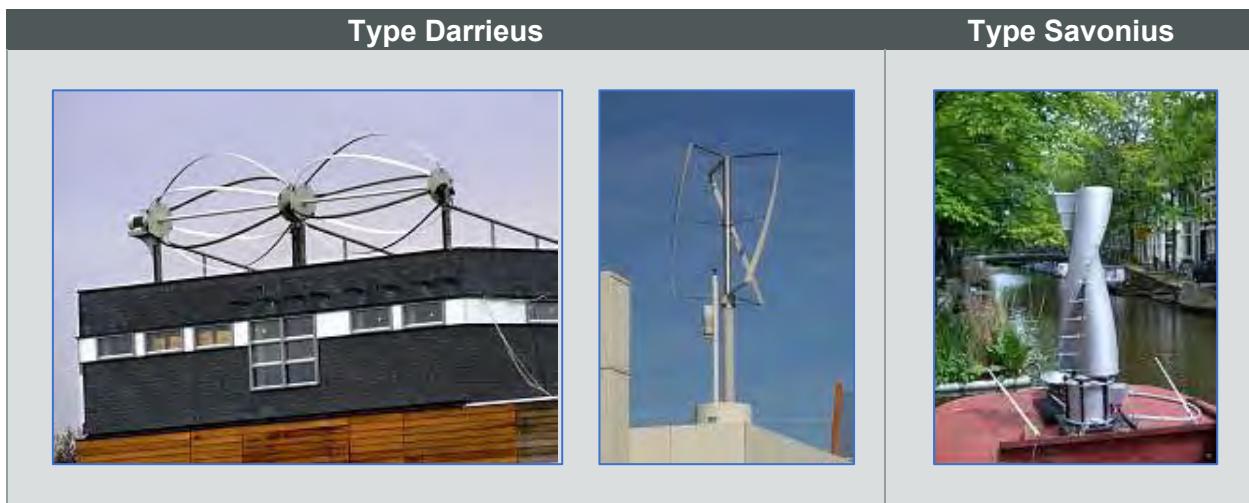
Il existe aujourd'hui plusieurs technologies de petites éoliennes, également appelées éoliennes domestiques. Elles peuvent être à axe vertical ou horizontal, et implantées sur les toitures, généralement de petite ou moyenne puissance (jusqu'à 6 kW) et spécialement développées pour l'environnement urbain.

Les différents types d'éoliennes urbaines sont les suivants :

- ▶ **Eolienne à axe horizontal** (similaire aux grandes éoliennes) :
De 5 à 20 m, d'une puissance < 20 kW.



- ▶ **Eoliennes à axe vertical :**
Conçues pour s'adapter aux contraintes de turbulences en milieu urbain, fonctionnant avec des vents venant de toutes les directions, et relativement silencieuses. Elles se décomposent en 2 types :



En milieu urbain, le vent est plus faible qu'en terrain ouvert et il est surtout plus turbulent (variations rapides de vitesse et de direction du flux d'air).

Cependant, il est important de noter qu'il s'agit d'une technologie récente dont les retours d'expériences sont quasi inexistantes en France.

L'énergie produite pourra être consommée sur place pour assurer une partie de l'alimentation électrique des bâtiments ou de l'éclairage public, ou alors réinjectée dans le réseau pour une exploitation par le concessionnaire du réseau d'électricité.

L'implantation de petites éoliennes est donc envisageable pour ce projet en veillant cependant à l'intégration visuelle de ces projets.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pas de nuisances sonores. ➤ Matériaux recyclables (démantèlement facile). ➤ La période de haute productivité, située en hiver où les vents sont les plus forts, correspond à la période de l'année où la demande d'énergie est la plus importante. ➤ Production d'électricité : soit injectée sur le réseau, soit consommée sur place. ➤ Intégration au bâti (en toiture, ...). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fort impact visuel. ➤ Petites et moyennes puissances : 100W à 20kW. ➤ Encore chères (moins répandues).

Approche Energétique et Economique

L'investissement avoisine 9 000 €/kW installé et comprend le matériel, la pose, la mise en service et le raccordement au réseau ERDF.

Selon l'arrêté du 10 juillet 2006, et toujours en vigueur aujourd'hui, les tarifs d'achat sont les suivants :

Période	Tarif
Pendant les 10 premières années	8,2 c€/kWh HT
Lors des 5 années suivantes	Entre 2,8 et 8,2 c€/kWh HT (selon le nombre d'heures de production annuelle)

La relation entre production et investissement afin d'envisager la rentabilité de ce type de technologie pour ce projet est la suivante :

Exemple : Eolienne de 2 kW	
Puissance nominale de l'éolienne	2 kW
Heures de production par an	2 400 h/an
Production par an	4 800 kWh/an
Achat de l'électricité produite en 1 année	395 €
Coût d'une éolienne de 2 kW	18 000 €
Durée d'amortissement	> 30 ans

Même si la faisabilité technique de ce type d'installation semble intéressante pour le projet, la rentabilité économique est actuellement encore difficile à obtenir. De plus, la productivité de ce type d'installation est très variable d'une année sur l'autre.

(Ces données sont formulées uniquement pour donner une approche globale et à titre indicatif. D'autre part, les données économiques ne prennent pas en compte les subventions allouées à ce type d'installation.)

5.8. Le gisement bois énergie net

5.8.1. Ressources locales

Les plateformes Bois-Energie sont représentées à proximité d'Elven.

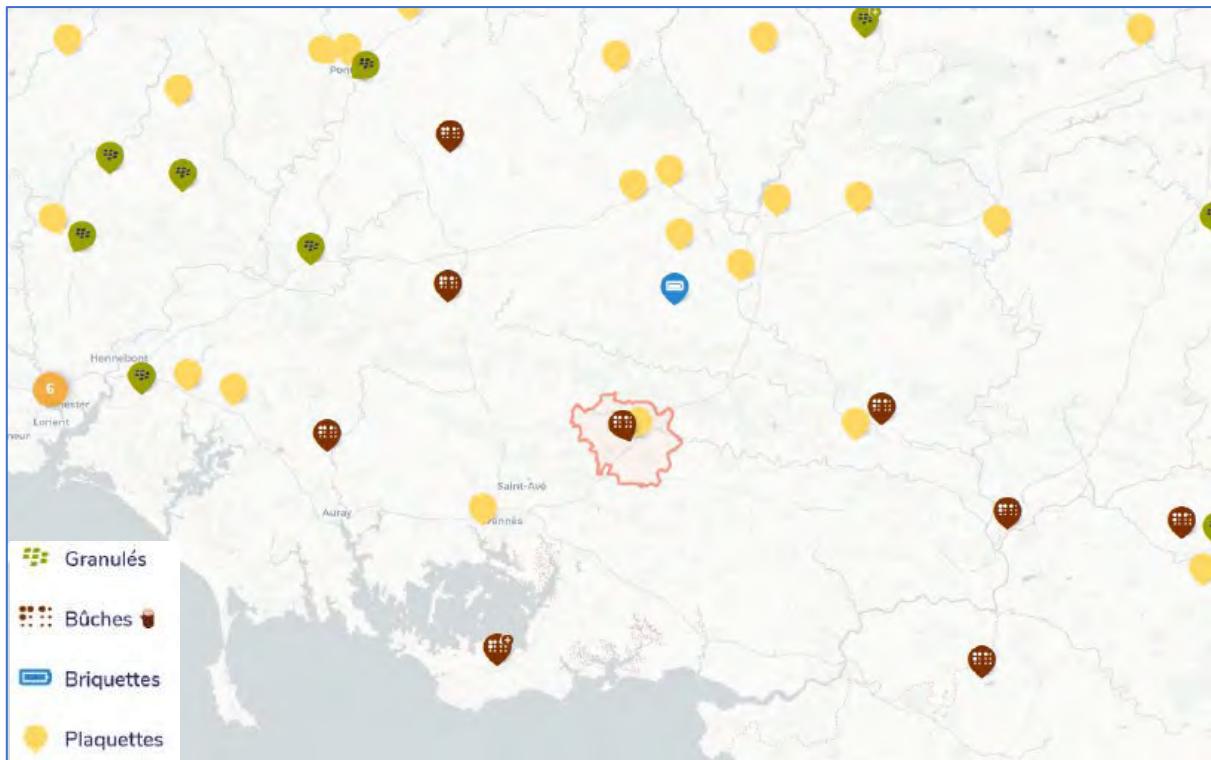


FIGURE 62 : FOURNISSEURS DE BOIS

La carte ci-dessus est non exhaustive.

On retiendra que le développement d'une filière de proximité, avec plantations de miscanthus ou TTCR (Taillis Très Courte Rotation), et utilisation des bois de taille provenant de l'entretien du bocage peut être envisagé.

Le combustible bois adapté à une production d'énergie décentralisée, de type petites ou moyennes chaudières bois individuelles ou poêles à bois, est présenté sous forme de pellets (granulés de sciure agglomérée grâce à la lignine) ou de bûches. L'approvisionnement de ces types de combustibles est possible à proximité, comme le montre la carte ci-contre.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">➤ Energie renouvelable (biomasse).➤ Pollution atmosphérique négligeable.➤ Energie locale (indépendance énergétique, développement économique des territoires, ...).	<ul style="list-style-type: none">➤ Energie non inépuisable.➤ Peut nécessiter une énergie d'appoint.➤ Nécessite la livraison régulière du bois -> s'assurer de l'existence d'une filière d'approvisionnement locale.➤ Nécessite une surface de stockage importante (local chaufferie, silo, aire de manœuvre).

5.8.2. Bois granulés

L'utilisation du bois granulés comme combustible est envisageable pour le projet via la mise en œuvre de chaudière automatique équipée d'un silo textile ou maçonnable (livraison par camion souffleur).

Les réservoirs de stockage (silos bois) devront être situés généralement à 20 m maximum des voiries principales qu'empruntera le camion souffleur.

Chaudières automatiques

Il est donc envisagé pour ces bâtiments la mise en œuvre de chaudières automatiques à granulés de bois fournissant 100 % des besoins de chauffage, la production d'eau chaude sanitaire du scénario de référence sera conservée.

La livraison pourra être assurée par camion souffleur.



Le réservoir de stockage pourra être de type silo textile dans un local réservé à cet effet, ou de type silo maçonnable enterré. Ce dernier présentera l'intérêt d'optimiser la surface foncière du projet, mais engendrera des coûts d'investissements plus importants.

L'alimentation de la chaudière à partir du silo pourra s'effectuer par vis ou par aspiration si la configuration de la chaufferie ne permet pas un réservoir de stockage à proximité.

Ces différentes possibilités sont résumées par les schémas suivants :



Pour les lots libres, certaines marques proposent des chaudières automatiques petites puissances mixtes (ECS et Chauffage), permettant un chargement manuel par sacs, afin de limiter l'encombrement du matériel et le coût d'investissement. Solution plus adaptée pour les pavillons de taille moyenne.

Cette solution est envisageable pour les logements individuels et également les logements collectifs.

Poêles à granulés

Pour les logements individuels, l'utilisation des granulés de bois pourra également intervenir dans le cadre de l'installation de poêle à bois individuels. Un poêle à bois pourra être installé dans la pièce de vie principale du logement, et la chaleur répartie dans l'ensemble de l'habitation soit par les flux d'air intérieurs générés par la ventilation, soit par un circuit de chauffage et radiateurs (l'installation nécessitera alors l'ajout d'un ballon tampon pour stocker la chaleur émise par la génération et d'une régulation afin de ne pas surchauffer le ballon et d'assurer un confort thermique optimal dans les pièces desservies par le réseau de distribution).



FIGURE 63 : POELES A GRANULES

L'alimentation de ce type de technologie se fera automatiquement à partir du réservoir à granulés du poêle qui sera lui rempli manuellement via des sacs de granulés.

Dans une démarche d'économie d'énergie le matériel installé pourra bénéficier de la labellisation de qualité flamme verte, garantissant un rendement de production supérieur à 85%.

Dans le cadre de la conception des logements individuels et afin de respecter les dispositions de la RT 2020, la mise en place d'un poêle à granulés peut être considérée comme le moyen de chauffage principal du logement, un appoint est cependant conseillé dans la ou les salles de bains, ainsi que dans les pièces n'étant pas en communication directe avec la pièce dans laquelle est installé le poêle à granulés.

Cette solution est envisageable pour les logements individuels.

Approche Energétique et Economique

Pour ce scénario, il a été considéré une installation collective équipée de chaudières à granulés et silo associé pour assurer les besoins thermiques des logements collectifs. En ce qui concerne les logements individuels, il a été considéré la mise en place d'une chaudière bois et d'un silo par logement.

Les estimations des consommations d'énergie totales des bâtiments comprenant la production de chauffage et d'ECS par chaudière à granulés de bois et de la dépense énergétique annuelle dans le cadre de ce scénario sont présentées dans les tableaux ci-après.

► Solution chaudières automatiques

Typologie	Type production chauffage et ECS	Consos bois (MWh/an)	Consos Electricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	Chaudière Granulés par logement	354	50	47 800	55 900	1 550 000
Logements individuels sociaux	Chaudière Granulés par logement	47	7	6 300	7 500	150 000
Logements collectifs	Chaudière Granulés commune	54	8	7 300	8 700	160 000
Total	-	455	64	61 400	72 100	1 860 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario avec système de production de chaleur bois granulés :

		Gain par rapport à la référence
Consommations d'énergie (MWh/an)		-305
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)		-8 000
Emission CO2 (tCO2/an)		12
Surinvestissement (€ TTC)		330 000

- Variante poêles à granulés pour le chauffage et ballon thermodynamique pour l'ECS (pour logements individuels seulement)

Typologie	Type production chauffage et ECS	Conso Bois (MWh/an)	Conso Électricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels	Poêle Granulés / appoint électrique + Ballon Thermodynamique	152	143	50 900	59 000	1 620 000
Logements individuels sociaux	Poêle Granulés / appoint électrique + Ballon Thermodynamique	20	19	6 700	7 900	200 000
Logements collectifs	Chaudière Granulés	54	8	7 300	8 700	160 000
Total	-	226	169	64 900	75 600	1 980 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario avec système de production de chaleur bois granulés :

		Gain par rapport à la référence
Consommations d'énergie (MWh/an)		-182
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)		-11 500
Emission CO2 (tCO2/an)		4
Surinvestissement (€ TTC)		450 000

5.8.3.Chaufferie centrale Bois déchiqueté & réseau de chaleur

Aucune chaufferie collective ni réseau de chaleur ne sont présents actuellement près du projet.

L'utilisation de la ressource bois sous forme de bois déchiqueté peut être envisageable pour alimenter une chaufferie centrale commune à l'ensemble des bâtiments. La chaleur produite serait ensuite distribuée dans les logements via un réseau de chaleur et des sous-stations (une par bâtiment).

L'implantation d'un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie mixte Bois-Energie/Gaz peut s'avérer intéressante pour un projet de quartier, sous réserve d'une densité énergétique (donc densité de bâtiments) suffisante.



FIGURE 64 : CHAUFFERIE BOIS

La chaufferie bois est une structure qui s'intègre généralement bien architecturalement dans l'environnement proche si l'on se place dans le contexte d'un projet urbain de ce type. Elle nécessite cependant une attention particulière sur l'aménagement des voiries afin de permettre une desserte optimisée par poids lourds.

Le principe de fonctionnement d'une telle chaufferie est le suivant :

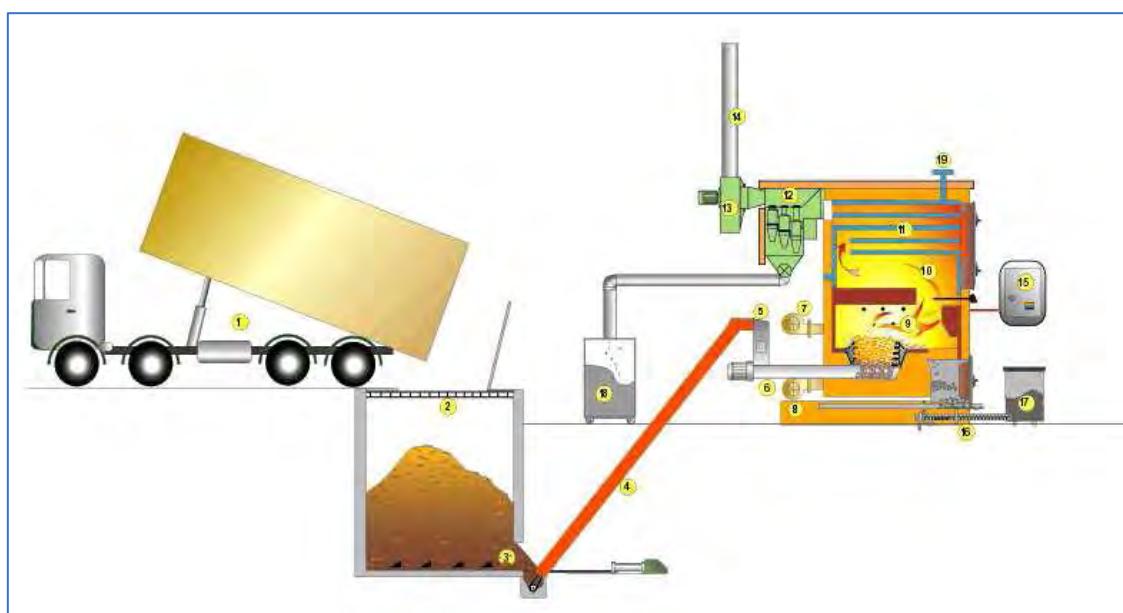


FIGURE 65 : PRINCIPE D'UNE CHAUFFERIE BOIS

1- Livraison du combustible

2- Stockage du combustible dans un silo

3- Extraction du combustible du silo (désileur)

4- Transfert du combustible (vis sans fin)

5- Système coupe-feu

6- Système de dosage et d'introduction

7- Ventilateur d'air secondaire

8- Ventilateur d'air primaire

9- Chambre de combustion

10- Chambre de post-combustion

11- Echangeur

12- Traitement des fumées

13- Extracteur de fumées

14- Cheminée

15- Armoire de commande

16- Décodage

17- Conteneur à cendres

18- Conteneur à poussières

19- Départ eau chaude

On présente ci-dessous des photographies de silos enterrés :



FIGURE 66 : SILOS ENTERRES

Le silo est en général dimensionné suivant l'autonomie à pleine charge de la chaudière souhaitée (aux vues des besoins demandés, on estime une dizaine de livraison par année).

Pour rappel, la chaufferie devra se situer à proximité de la voirie et permettre une accessibilité aisée pour la livraison de bois. Un espace de manœuvre des poids lourds devra être prévu.

Il est envisagé un dimensionnement mixte, avec les chaudières bois couvrant plus de 80% des besoins thermiques et une chaudière d'appoint couvrant les 20 % restants.

Ceci permet de limiter l'investissement lié à la chaudière bois en mettant en place une chaudière moins puissante (puissance thermique maximale requise ponctuellement lors des températures extérieures les plus basses) et ainsi d'obtenir une meilleure rentabilité économique de l'installation.

La mise en place d'une chaufferie bois déchiqueté, pour tous ou en partie du site présentant une densité énergétique suffisante, est envisageable techniquement si ces derniers s'avèrent relativement centralisés et non disséminés.

Le Fonds chaleur attribue des aides au réseau de chaleur à hauteur de 60 % du coût des travaux de réseaux et des sous-stations, à condition de respecter un critère de densité thermique minimum de **1,5 MWh utiles/mètre**. Cette règle, légitime dans son principe, est pénalisante dans des zones rurales lorsque l'on envisage le raccordement de maisons individuelles. Cet indicateur reste très pertinent pour évaluer l'intérêt technico-économique d'un projet bois-énergie mais ne se substitue pas aux résultats d'une analyse plus fine suivant le contexte énergétique (combustibles conventionnels disponibles) et politique (soutien aux développements des énergies renouvelables). Il existe également des aides provenant du Plan Bois Energie Bretagne, ces derniers pouvant financer jusqu'à 40% des investissements provenant de la création de la chaufferie centrale, du réseau de chaleur et des sous-stations.

Au vu des plans d'implantation actuelles et des besoins énergétiques estimés, l'ensemble des logements collectifs et individuels présentent une densité énergétique importante. Ainsi, la mise en place d'une chaufferie bois déchiqueté est envisageable techniquement pour ce lotissement.

Approche Energétique et Economique

Pour ce scénario, il a été considéré une chaufferie bois collective desservant l'ensembles des logements prévus par le biais de sous-stations.

Les estimations des consommations d'énergie des futurs logements comprenant la production de chauffage et/ou ECS par chaudière bois déchiqueté et de la dépense énergétique annuelle dans le cadre de ce scénario sont présentées dans les tableaux ci-après.

Typologie	Type production chauffage et ECS	Consos Bois (MWh/an)	Consos Gaz naturel (MWh/an)	Consos Électricité (MWh/an)	Coût Consos totales (€ TTC/an)	Dépense énergétique annuelle * (€ TTC/an)	Investissements ** (€ TTC)
Logements individuels		339	79	50	39 500	42 200	1 330 000
Logements individuels sociaux	Chaudière Granulé et appoint gaz	44	10	7	5 100	5 500	246 000
Logements collectifs		51	12	8	6 000	6 400	298 000
Total	-	434	101	64	50 600	54 100	1 874 000

* La dépense énergétique annuelle estimée comprend le coût de l'ensemble des consommations thermiques et électriques, ainsi que les coûts de maintenance estimés selon les types d'installations et les abonnements.

** Les investissements concernent à la fois la production, la distribution et l'émission de chaleur.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements des équipements liés à la production de chaleur sont des ordres de grandeur estimés sur la base d'hypothèses et de ratios.

Le tableau ci-dessous synthétise l'approche énergétique et économique de ce scénario avec système de production de chaleur bois :

Gain par rapport à la référence	
Consommations d'énergie (MWh/an)	-385
Dépense énergétique annuelle (€ TTC/an)	10 000
Emission CO2 (tCO2/an)	-12
Surinvestissement (€ TTC)	344 000

5.9. Le gisement hydroélectrique net

Le site n'est pas situé à proximité de point d'eau. Une production locale d'électricité par des sources hydrauliques n'est donc pas envisageable étant donné le contexte hydraulique.



FIGURE 67 : POTENTIEL HYDROELECTRIQUE DANS LA ZONE D'ETUDE

6. Evolution des coûts énergétiques

6.1. Hypothèse de base

L'ensemble des approches économiques détaillées précédemment ne prennent pas en compte l'évolution du coût de l'énergie, les coûts liés à la maintenance des installations, ni les frais bancaires liés aux emprunts pour réaliser les investissements.

Afin de visualiser l'intérêt économique des différentes solutions, on se propose de synthétiser l'ensemble des données économiques en intégrant ces paramètres.

Les hypothèses d'augmentation du coût de l'énergie prises en compte sont les suivantes :

Poste	Valeur
Bois	2 %
Gaz naturel	4 %
Électricité	5 %

Il a également été considéré une augmentation des coûts liés à la maintenance des installations thermiques de l'ordre de 2% par an.

Il a été considéré un financement des installations sur une durée de 20 ans, avec un taux d'intérêts de 4 %.

6.2. Analyse de l'évolution des coûts sur 30 ans

L'évolution des coûts énergétiques annuels pour l'ensemble de ces scénarios énergétiques est donc la suivante :

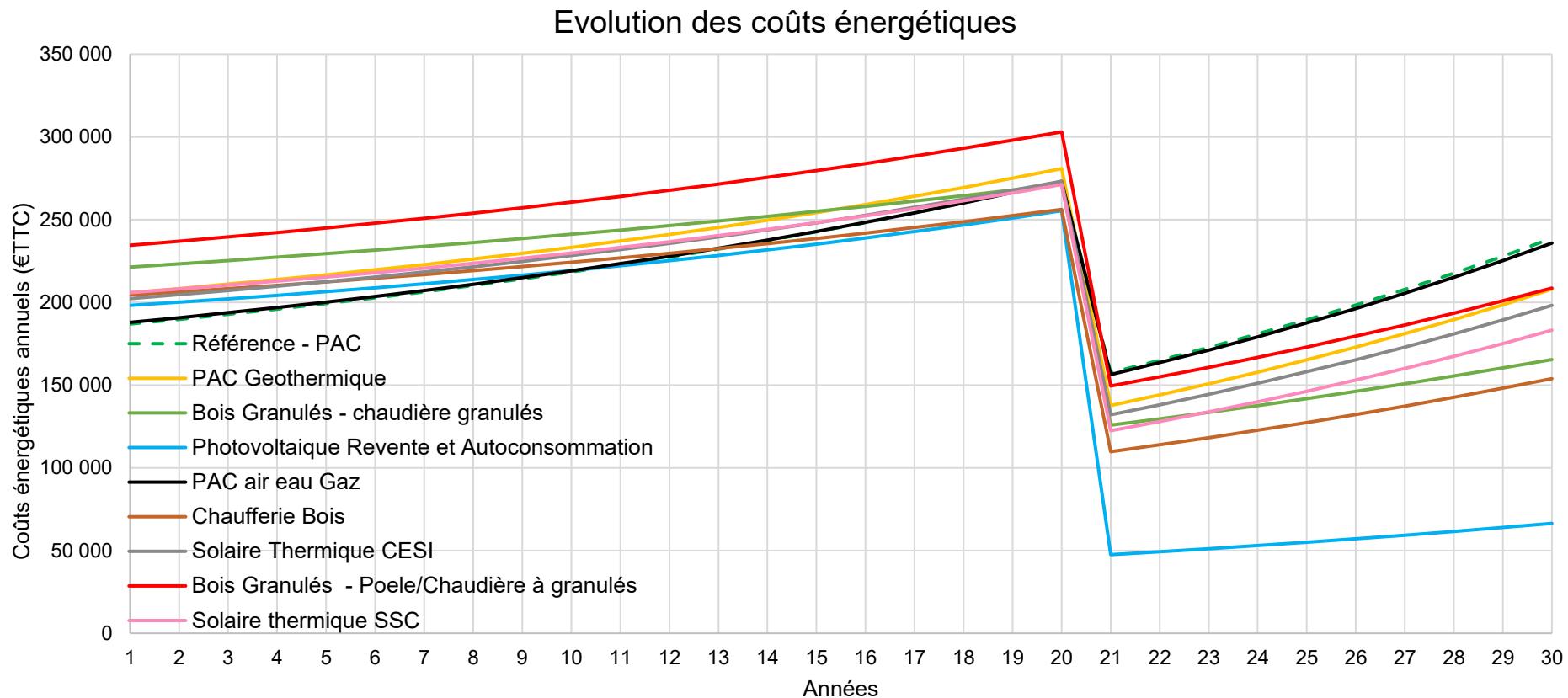


FIGURE 68 : EVOLUTION DES COUTS ENERGETIQUES

Pendant les premières années d'exploitation, la dépense annuelle liée à l'ensemble des coûts énergétiques (combustible, maintenance et financement de l'installation) présente un coût énergétique plus élevé que la solution de référence pour toutes les solutions.

L'analyse ci-dessus compare uniquement les dépenses annuelles. Néanmoins, afin d'évaluer la pertinence économique des différentes solutions, il est nécessaire de comparer l'ensemble des coûts cumulés, année après année, pour chaque scénario énergétique.

L'évolution des coûts énergétiques annuels cumulés pour l'ensemble de ces scénarios énergétiques est donc la suivante :

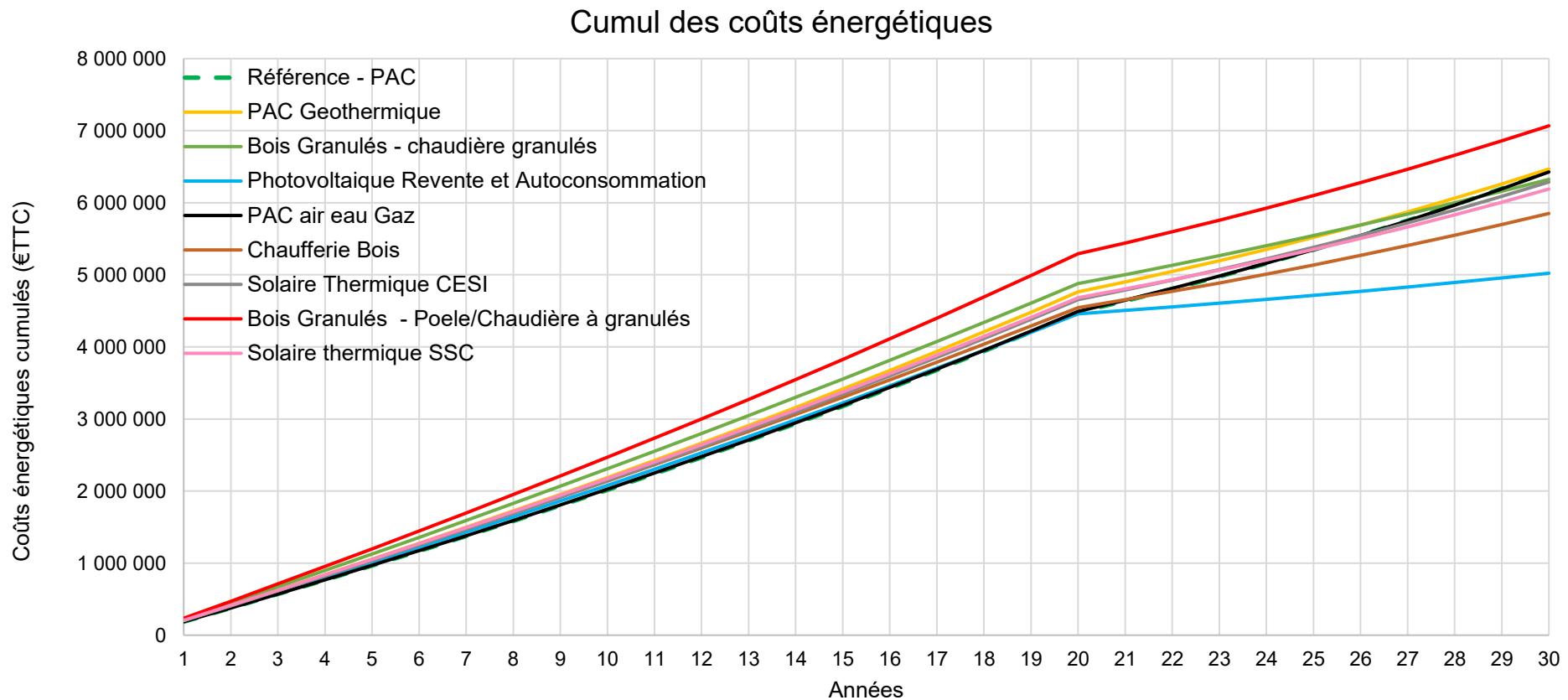


FIGURE 69 : CUMUL DES COUTS ENERGETIQUES

Les coûts énergétiques cumulés dans le temps de chaque solution, présentent un intérêt économique par rapport au scénario de référence.

En considérant les écarts de dépenses cumulées entre le scénario de référence et chaque autre scénario, il est possible de visualiser le temps de retour sur investissement de chaque solution par rapport à la référence. Ces temps de retours sont matérialisés par l'intersection de chaque solution avec l'axe des abscisses du graphique ci-dessous qui représente le scénario de référence.

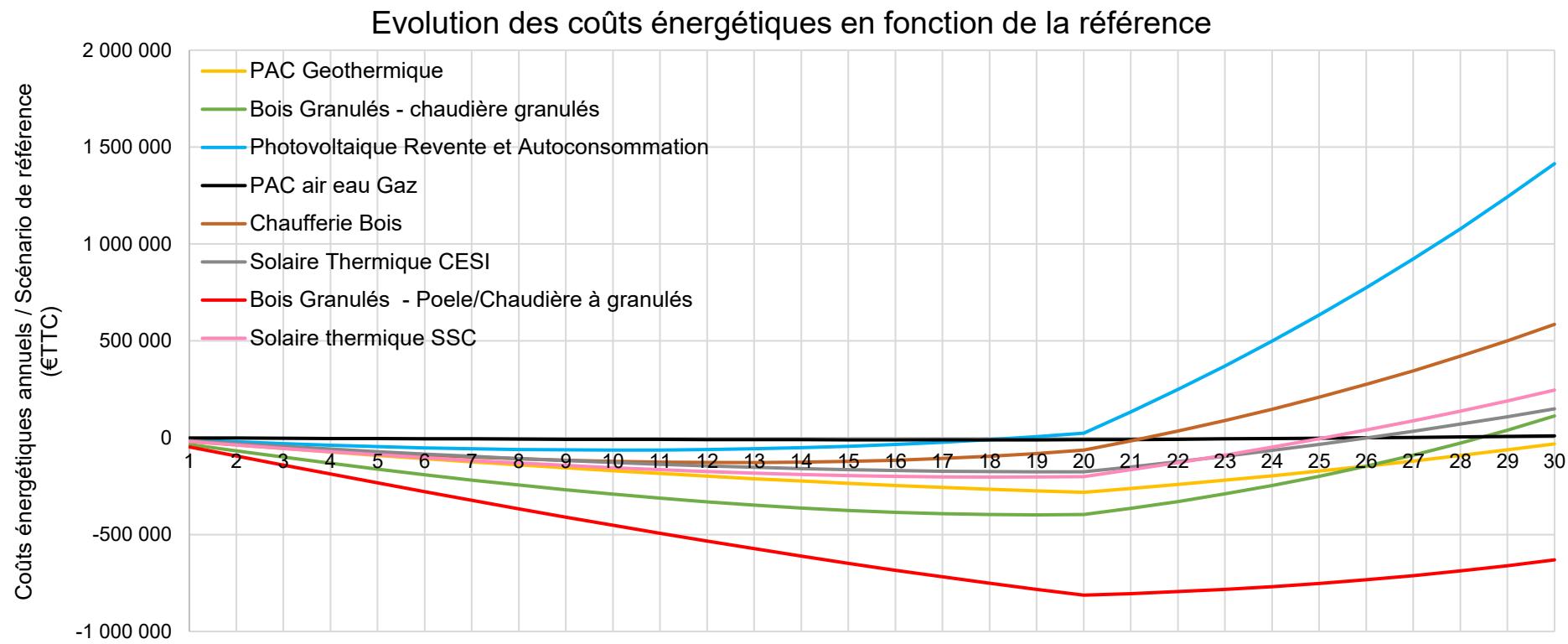


FIGURE 70 : EVOLUTION DES COUTS ENERGETIQUES

Le graphique ci-avant donne les temps de retour des solutions ainsi que le gain financier par rapport à la situation de référence sur 30 ans d'exploitation. La majorité des scénarios s'avèrent rentables à longs termes :

Scénario	Temps de retour (année)	Economie / référence à 30 ans
Solaire Thermique Chauffe-eau solaire	27	0,15 M€ TTC
Solaire Thermique Système Solaire Combiné	26	0,25 M€ TTC
PAC Géothermique	>30	-0,03 M€ TTC
PAC air/eau Gaz	27	0,01 M€ TTC
Bois Granulés - Chaudière granulés	29	0,11 M€ TTC
Bois Granulés - Poêle/Chaudière à granulés	>30	-0,63 M€ TTC
Chaufferie Bois et réseau de chaleur	22	0,59 M€ TTC
Photovoltaïque Revente et Autoconsommation	19	1,41 M€ TTC

7. Emission de CO₂ des différentes solutions énergétiques

L'augmentation de la température moyenne de l'atmosphère est induite par l'augmentation de la concentration atmosphérique moyenne de diverses substances d'origine anthropique (CO₂, CH₄, CFC, etc.). L'indicateur retenu pour évaluer l'impact potentiel sur l'effet de serre d'une substance est exprimé en tonnes d'équivalent CO₂.

Chaque solution envisagée dans cette étude va potentiellement engendrer des émissions de CO₂ différentes, en fonction du combustible utilisé, de l'efficacité du matériel, du type d'acheminement de l'énergie, ...

Ces émissions sont les suivantes :

Bilan des émissions de CO₂

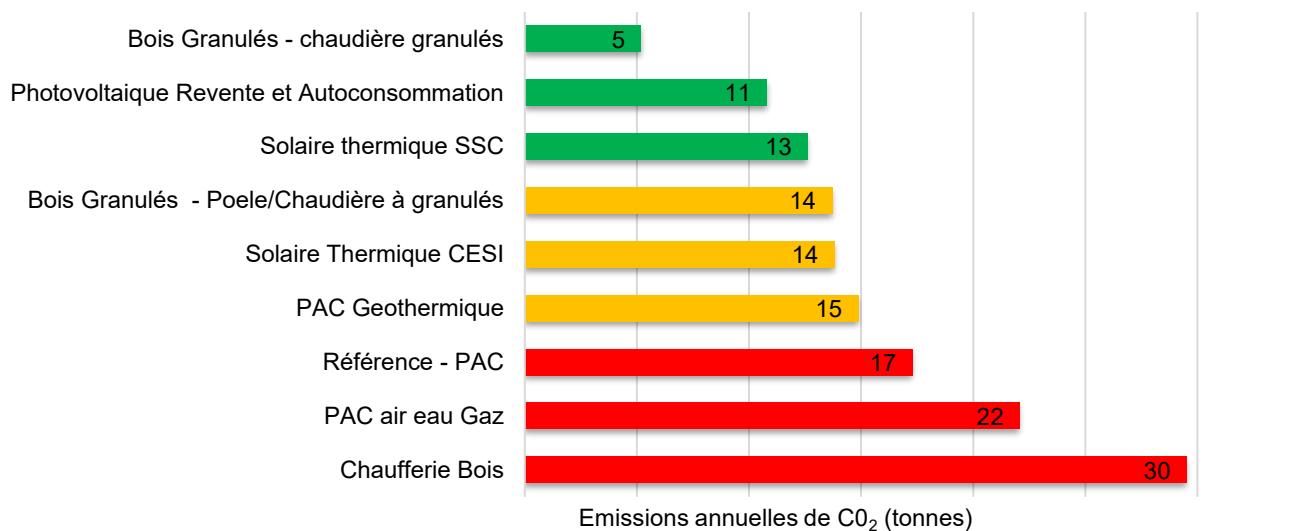


FIGURE 71 : BILAN DES EMISSIONS DE CO₂

Le scénario le plus émetteur de CO₂ est le scénario de référence, en raison du taux d'émission de CO₂ de l'appoint gaz naturel (241 gCO₂/kWh pour le gaz).

Les scénarios prévoyant la mise en place d'un système utilisant la biomasse comme combustible sont les scénarios émettant le moins de CO₂ dans l'atmosphère en raison des émissions de CO₂ considérées nulles pour le bois.

8. Recommandations sur l'éclairage urbain

8.1. Etat des lieux

Un projet d'aménagement urbain tel que celui-ci, implique des besoins en éclairage urbain non négligeables. En prenant les communes de moins de 2 000 habitants qui regroupent 25 % de la population française, l'ADEME indique que l'éclairage public représente 50% de leur consommation d'énergie. Toujours pour l'ADEME, 40% du parc actuel a été installé, il y a plus de 20 ans et donc est composé de matériels technologiquement obsolètes et énergivores. Le potentiel de réduction de la consommation d'énergie se situe entre 50 à 75%.

8.2. Enjeux de l'éclairage urbain

L'éclairage urbain représente l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics et comprend donc l'éclairage des voiries, des parcs et jardins publics, les parkings, les terrains de sport et les éclairages d'ambiance (façade de bâtiments, monuments, ponts...).

L'éclairage urbain est cependant un service public indispensable à l'échelle d'un projet d'aménagement. Ses enjeux sont les suivants :

- ▶ Assurer la sécurité des déplacements (piétons, cycles, véhicules motorisés, ...),
- ▶ Assurer la sécurité des personnes et des biens,
- ▶ Valoriser les espaces publics,
- ▶ Disposer d'une installation la moins énergivore possible, afin d'abaisser les dépenses énergétiques de la collectivité,
- ▶ Réduire la pollution lumineuse.

8.3. Pollution lumineuse

La pollution lumineuse est une forme de pollution moins connue que certaines autres (déchets, émissions de CO₂, eaux souillées, ...), car à priori moins néfaste sur la santé directement.

Cependant, l'impact de la pollution lumineuse n'est pas sans conséquence sur la faune (modifications des comportements, de l'orientation, augmentation de la mortalité de certaines espèces nocturnes, ...), la flore (perturbations dans le développement – photosynthèse, ...) et peut avoir des conséquences sur la santé humaine (perturbation du sommeil, désynchronisation hormonale, ...). Elle a aussi un impact sur les études astronomique, selon l'Atlas Mondial de la clarté artificielle du ciel nocturne dans les métropoles 90% des étoiles seraient masquées par l'éclairage public.

Au sens strict, tout dispositif d'éclairage artificiel est source de pollution lumineuse. Cependant, il est considéré que la pollution lumineuse est la conséquence de l'utilisation de moyens et de méthodes d'éclairage inadaptés aux besoins réels, par exemple une plage temporelle de fonctionnement de l'éclairage non adaptée, ou encore l'éclairage des zones riveraines d'une surface présentant un besoin d'éclairage alors que celles-ci n'en présentent pas.

Ce dernier exemple est illustré par le schéma ci-dessous :

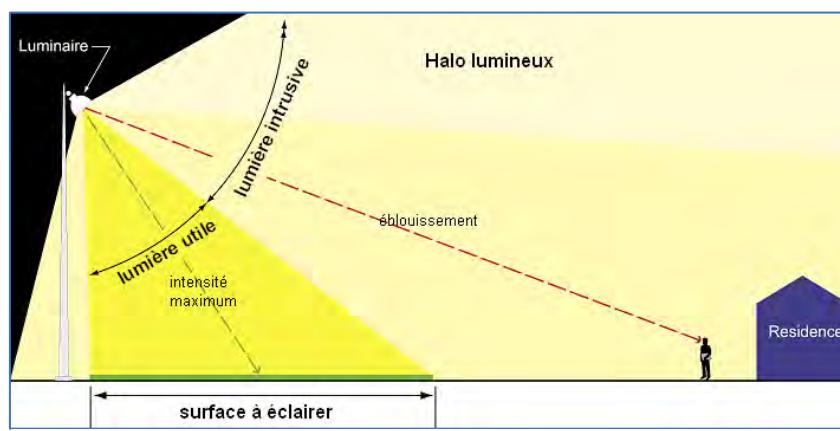


FIGURE 72 : PRINCIPE DE LA POLLUTION LUMINEUSE

L'augmentation de la pollution lumineuse est un phénomène constaté notamment par des vues satellites nocturnes telles que celles-ci-dessous :

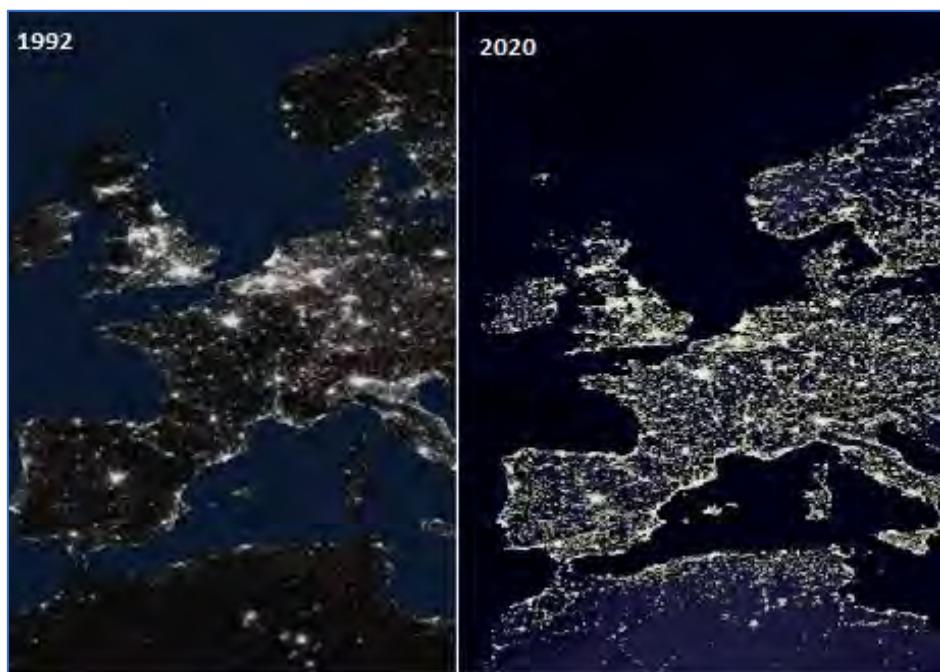


FIGURE 73 : EVOLUTION DE LA POLLUTION LUMINEUSE

L'augmentation des points lumineux en l'espace de 28 ans est indéniable. Ce phénomène est constaté à l'échelle mondiale, mais est plus prononcé dans les pays industrialisés.

La pollution lumineuse, outre son impact sur l'environnement, a un impact économique, puisque par définition, la pollution lumineuse est un éclairage qui ne répond pas à un besoin réel. C'est donc une perte d'énergie qu'il est important de réduire, étant donné le contexte énergétique actuel.

Le principe général de lutte contre cette pollution lumineuse est le suivant :

« Éclairer OÙ et QUAND cela est nécessaire »

8.4. Préconisations

Les pistes d'amélioration pour la conception d'un dispositif d'éclairage urbain sont les suivantes :

- Recourir à des luminaires dont l'orientation se limite tant que possible à la zone à éclairer.

Par exemple, un luminaire de type boule, représenté ci-dessous dans le 3ème schéma, gaspille environ 50% de la lumière produite en l'envoyant dans le ciel, ce qui représente une très grande perte d'énergie inutilisée.

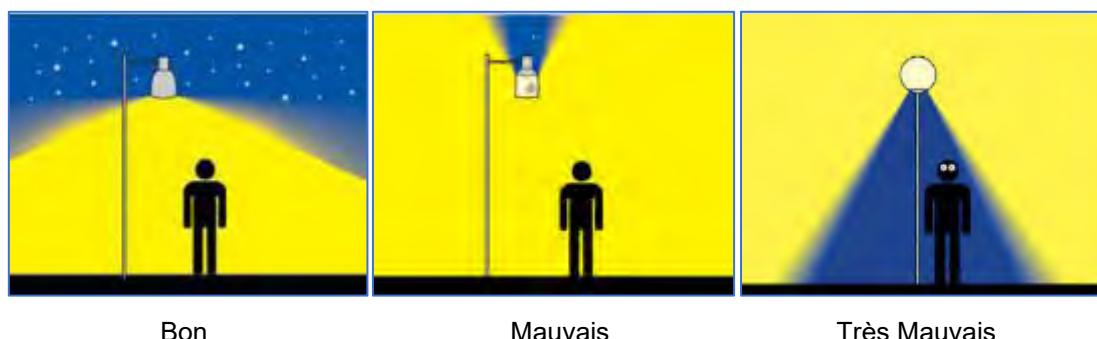


FIGURE 74 : ORIENTATION DES LUMINAIRES

- Utiliser les lampadaires équipés de réflecteurs hauts rendements, dont l'ampoule est encastrée dans le luminaire à verre plat et sans émission au-dessus de l'horizontal, optimisant le flux lumineux et l'orientant vers la cible à éclairer,

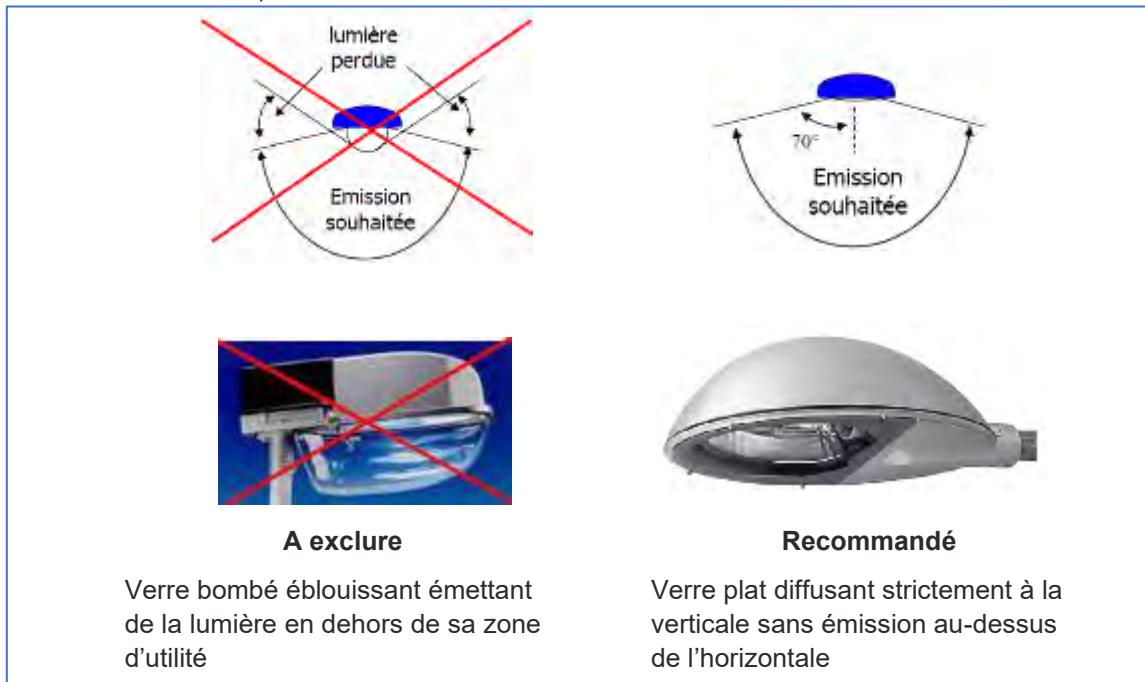


FIGURE 75 : TYPE DE LUMINAIRES

- Affiner le dimensionnement des puissances d'éclairage et la hauteur des mats en fonction de l'utilisation du secteur éclairé (études photométriques),
- Optimiser la gestion temporelle du fonctionnement de l'éclairage,
 - Centralisation des commandes d'éclairage public, et gestion par une horloge astronomique (programmation automatique du fonctionnement selon les heures de lever et de coucher du soleil, les changements d'heures, ...) ou un interrupteur crépusculaire couplé à une horloge (l'interrupteur crépusculaire autorise le fonctionnement uniquement en dessous d'un seuil de luminosité, et l'horloge permet un arrêt nocturne 23h-6h en hiver et 24h-6h en été).
Éteindre l'éclairage la nuit permettrait de réaliser plus de 50% d'économie d'énergie sans frais d'investissement.
 - Si un arrêt complet de nuit n'est pas envisageable, il peut être mis en place un variateur de puissance, qui permet d'abaisser la tension, donc le niveau d'éclairage et les consommations d'électricité selon une programmation horaire. Un variateur de tension permet également d'augmenter la durée de vie des lampes car permet un allumage progressif.
Baisser l'intensité lumineuse la nuit par exemple de 30% permettrait de réaliser environ 30% d'économie d'énergie.

- Recourir au maximum à l'éclairage passif (catadioptres, marquage au sol lisible ou matières réfléchissantes), par exemple au niveau des giratoires :



FIGURE 76 : ECLAIRAGE PASSIF

- Utiliser des types de lampes économes, efficaces et respectueuses de l'environnement. Les technologies ci-dessous, sont classées selon leur pertinence :
 - Lampes de type LED, présentant une bonne efficacité lumineuse, offrant une possibilité de variation d'intensité instantanée et une excellente durée de vie, cependant leur coût reste élevé.
 - Les lampes à vapeur de sodium Haute Pression, présentant également une très bonne efficacité lumineuse et ayant l'avantage de produire une lumière monochromatique (teinte orangée ou jaune clair moins impactant pour la faune).
 - Les lampes à iodure métalliques présentent une efficacité lumineuse importante mais dispose d'une durée de vie plus faible.

titre d'information, les **lampes à vapeur de mercure**, devant être éliminées comme des déchets spéciaux car toxiques, sont interdites à la commercialisation depuis 2015.

- Coupler l'éclairage avec des systèmes de production d'électricité renouvelable,

L'énergie solaire en alimentation d'un éclairage quand il n'existe pas de ligne électrique à proximité du luminaire peut être une solution intéressante. Cependant, l'investissement élevé de ces équipements, la durée de vie limitée des batteries par rapport au luminaire et le risque de ne plus répondre aux besoins d'éclairage longue durée si l'énergie solaire stockée est trop faible, en font un dispositif qui n'est pas le plus judicieux à mettre en œuvre.



FIGURE 77 : ECLAIRAGE A L'ENERGIE SOLAIRE

9. Les bornes de recharge intégrées au milieu urbain

9.1. Les voitures électriques en plein essor

Depuis le Grenelle Environnement de 2007, la France a promu le développement des véhicules à faibles émissions une de ses priorités pour la réduction des gaz à effet de serre. C'est pourquoi le nombre de véhicules électriques a fortement augmenté ces dernières années. En 2019, environ 43 000 véhicules électriques particuliers ont été immatriculés, c'est une progression de 38% par rapport à 2018.

Cela s'explique en partie par les nouvelles mesures de l'état sur la question. La France a instauré le 1er janvier 2008 le bonus écologique, une mesure incitant les français à acheter des voitures neuves émettant le moins de CO₂ en leur accordant une aide financière.

La France veut continuer dans cette lancée et consolider sa 3ème place en Europe en termes de nombre de véhicules électriques. C'est pourquoi l'aménagement des territoires en question d'électromobilité est devenu essentiel afin de suivre cette nouvelle dynamique que représentent les voitures électriques et les véhicules propres en général. L'environnement urbain doit donc s'adapter et fournir les infrastructures nécessaires notamment les bornes de recharge des véhicules électriques qui sont indispensables pour pouvoir se déplacer avec ce mode de transport.

9.2. Les bornes de recharge actuellement en France

La France en 2024 compte près de 120 000 points de recharge public dont 18 000 points de recharge rapide. La première région en termes de bornes de recharge est la région parisienne avec environ 19 000 bornes.

Ces bornes sont sujettes à des normes du parlement européen. Depuis 2014, la France et les autres pays de l'union européenne doivent veiller à ce qu'un nombre approprié de points de recharge ouverts au public soit mis en place, afin que les véhicules électriques puissent circuler au moins dans les agglomérations urbaines et d'autres zones densément peuplées. Dans ces zones, cette mesure impose l'installation d'un point de recharge pour 10 véhicules en circulation.

Dans cette démarche, la France s'est fixé comme objectif d'atteindre 500 000 points de charges publics d'ici 2027.

9.3. Stratégie d'implantation en milieu urbain

9.3.1. Obligations à respecter

Date de dépôt du permis de construire	Proportion de places de parkings équipées d'une borne de recharge
Avant le 1^{er} janvier 2012	10% dans les aires urbaines de plus de 50 000 habitants 5% sinon
Entre le 1^{er} janvier 2012 et le 1^{er} janvier 2017	10% toutes zones confondues
Depuis le 1^{er} janvier 2017	10% si le parking dispose de moins de 40 places 20% si le parking dispose de plus de 40 places (Sauf pour un ensemble commercial ou un cinéma où les proportions sont de 5% et 10%)

FIGURE 78 : PROPORTION DE PLACES DE PARKING DISPOSANT D'UNE BORNE DE RECHARGE ELECTRIQUE A RESPECTER

9.3.2.Aides favorisant le respect de ces normes

Ces normes sont cependant accompagnées d'aides tel que le programme ADVENIR créé en 2016 qui permet d'aider le financement de l'installation de ces nouvelles bornes à hauteur de 40% afin d'augmenter l'électromobilité en France.

Ce programme a pour objectif l'installation de 13 700 nouveaux points de recharge.



Les bâtiments potentiellement éligibles au programme ADVENIR sont :

- ▶ Les habitats collectifs à usage individuel ou collectif
- ▶ Les parkings des entreprises publiques
- ▶ Les espaces privés qui mettent à disposition des points de recharge ouverts au public (bâtiments commerciaux, services publics, groupe hôteliers...)
- ▶ Les espaces publics mettant à disposition des points de recharge ouverts au public

Les renouvellements de bornes déjà existantes ou l'installation de points de recharge en maison individuelle ne sont cependant pas concernés par ce programme.

9.3.3.Localisation des bornes en ville

Depuis 2010 ce sont les communes qui sont en charge de la création, de l'entretien et l'exploitation des infrastructures de recharge des véhicules électriques. C'est à elles de choisir une bonne stratégie d'implantation de ces bornes afin que l'usage des voitures électriques soit plus simple et se répande.

La localisation de ces bornes de recharge est essentielle et émane d'une réflexion différente de l'implantation de stations essence puisque recharger une voiture électrique nécessite plus de temps que seulement faire son plein.

Les bornes de recharge seront situées non pas à des endroits de passage mais plutôt à des endroits où l'on s'arrête plus longtemps comme les centres commerciaux, les parkings, au travail, au parc, etc.

Dans le diagramme ci-dessous est représentée la répartition des bornes de recharge dans les différents types de lieux.

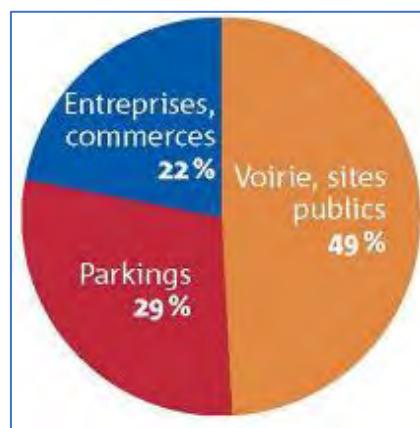


FIGURE 79 : REPARTITION DES LIEUX D'IMPLANTATION DE BORNES DE RECHARGE – SOURCE : AVERE-FRANCE, GIREVE

Il est maintenant nécessaire d'adapter le type de borne de charge à la localisation de celle-ci.

Il existe en effet 3 types de charge des voitures électriques :

- ▶ La charge normale : courant alternatif monophasé de 16A (3,7 kW). Il faut compter environ 8 heures pour la recharge du véhicule électrique.
- ▶ La charge accélérée : courant alternatif monophasé de 32A (7kW) ou triphasé jusqu'à 32A (22kW). Il faut compter entre 1h et 4h pour la recharge du véhicule électrique.
- ▶ La charge rapide : courant alternatif triphasé de 63A (43 kW). Il faut compter à peine 30min pour la recharge du véhicule électrique.

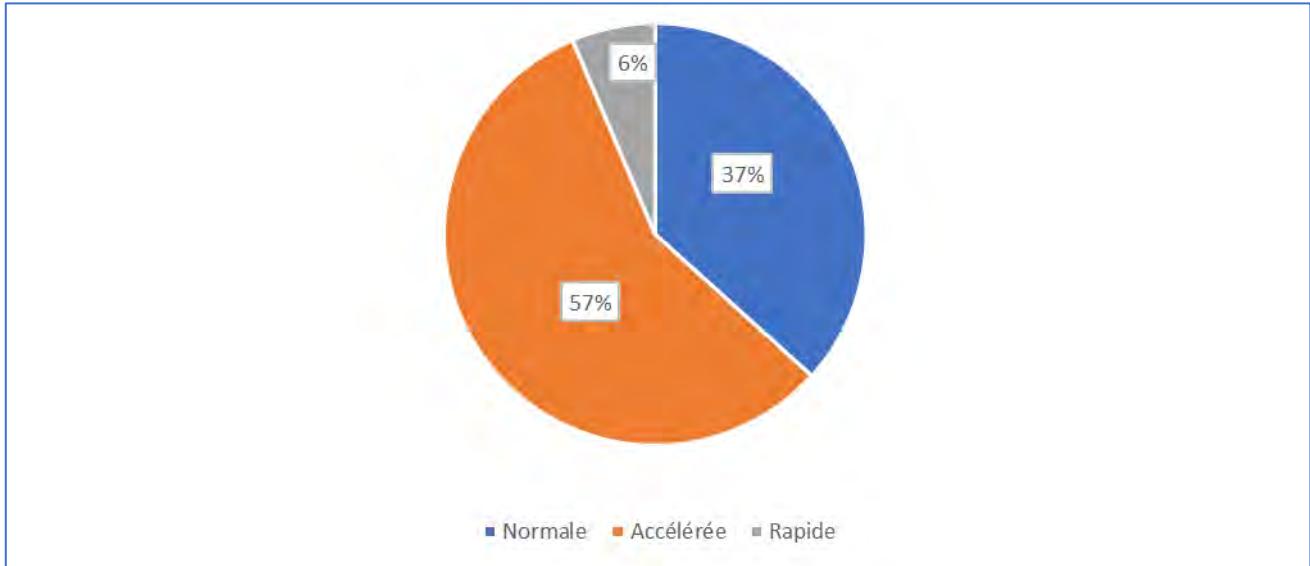


FIGURE 80 : REPARTITION DES TYPES DE RECHARGE IMPLANTEE EN FRANCE – SOURCE CHARGEMAP STATISTIQUES

Les bornes de recharge normale suffisent pour répondre aux besoins quotidiens de la plupart des français qui en moyenne parcourent 30km.

Cependant pour les longs trajets tels que les départs en vacances, la recharge rapide est essentielle pour charger la voiture rapidement lors d'une pause. Ainsi, ce deuxième type de borne a tout son intérêt près des grands axes de circulation comme par exemple sur les aires de repos des autoroutes.

Enfin, en ville ou dans les centres commerciaux, les bornes les plus adaptées sont celles à recharge accélérée. En effet ce sont des endroits de passage mais où l'on y reste tout de même au minimum une heure. De plus l'usage trop répétée de recharge rapide peut avoir un impact négatif sur la durée de vie des batteries des véhicules électriques. Cette dernière catégorie de borne semble être le bon compromis sur les parkings des centres commerciaux.

Ci-dessus un tableau résumant la localisation des bornes de recharge associées chacune à un type de borne.

Localisation	Type de borne
Zone de passage (autoroute, voirie rapide...)	Rapide
Zones d'intermodalité et centres commerciaux	Accélérée, voire normale
Zones résidentielles et zones d'activités	Normale, voire accélérée

FIGURE 81 : TABLEAU DES DIFFERENTS TYPES DE LIEUX ASSOCIES A LEUR TYPE DE BORNE IDEALE

10. L'accès au transport en commun

10.1. Choix des modes de transport

10.1.1. Quelques chiffres sur les déplacements des français

En moyenne, les Français réalisent 3,15 déplacements individuels par jour. Pour ces déplacements ils ont le choix entre plusieurs modes de transport, que ce soit la voiture, les transports en commun, la marche, le vélo...

La France en 2018 a promulgué la Loi d'orientation des mobilités (LOM) qui entend bien promouvoir les transports en commun. La priorité du gouvernement est l'investissement dans l'entretien et la régénération des réseaux ferroviaires, routiers et fluviaux.

L'utilisation de la voiture comme mode de transport reste cependant dans beaucoup de cas privilégié comme pour se rendre au travail, aller faire ses courses, aller faire du sport...

Le choix du mode de transport dépend notamment de la distance à parcourir.

Pour des trajets de moins d'un kilomètre et demi :

- ▶ 67% se déplacent à pied
- ▶ 27% en voiture
- ▶ L'utilisation des transports en commun pour cette distance est négligeable

Pour des trajets supérieurs à 1,5 km :

- ▶ Très peu se déplacent à pied
- ▶ 60% en voiture
- ▶ 34% en transport en commun

La part des trajets en transport en commun augmente avec la distance. Une tendance s'installe cependant ces dernières années la part des transports en commun diminue alors que celle de la voiture augmente.

Ci-dessous, les transports en commun privilégiés des français sont présentés :

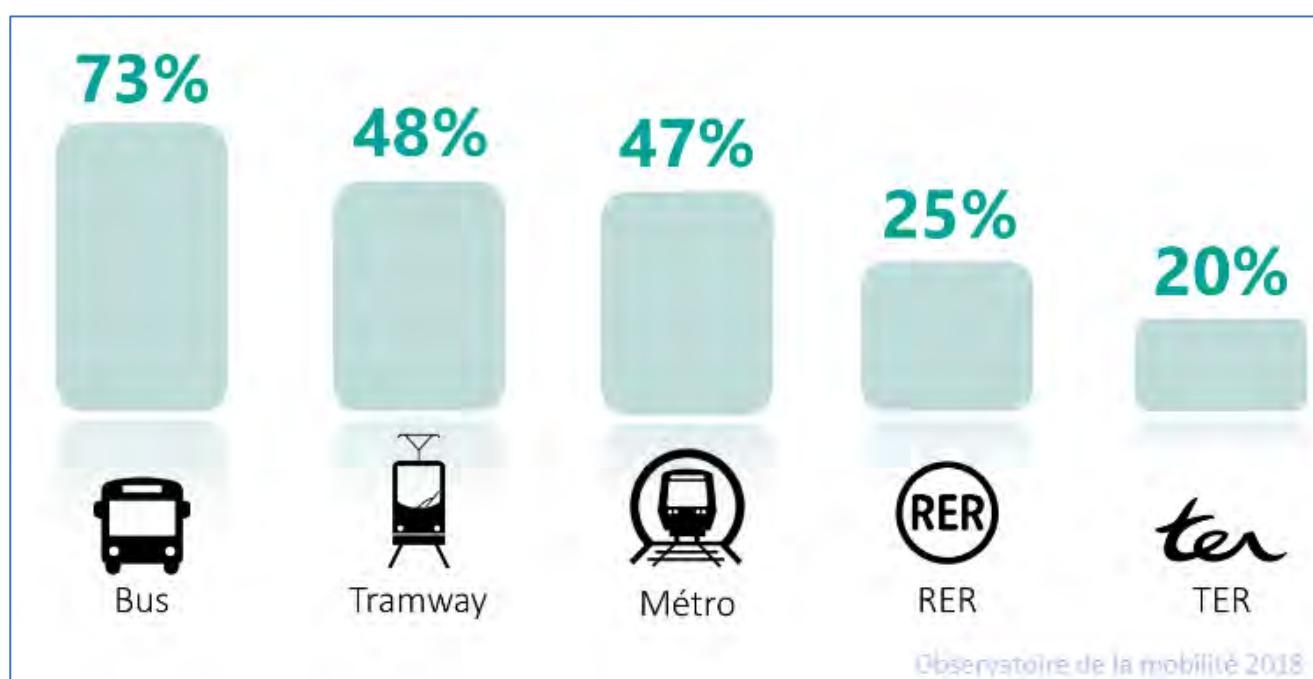


FIGURE 82 : MODES DE TRANSPORT UTILISÉS PAR LES USAGERS DES TRANSPORTS EN COMMUN

10.1.2. Possibilité d'amélioration en termes d'accessibilité des transports en commun

Malgré la forte dominance de l'utilisation de la voiture par les Français, les transports en commun sont un mode de transport déjà fortement utilisés en France et qui représente un gros potentiel sachant que 19% des ménages français ne possèdent pas de voiture et sont obligés de se déplacer par la mobilité douce ou en transport en commun.

Le manque d'accessibilité des transports en commun est cependant un problème majeur et représente un frein à leur utilisation que ce soit au niveau de la localisation des arrêts, les heures et la fréquence de passage, la durée des trajets, il y'a donc une amélioration importante à faire sur ces points-là, il faut alors adopter une stratégie en termes d'organisation et d'implantation de ces réseaux de transport.

10.2. Différents facteurs à prendre en compte pour faciliter l'accès et l'utilisation des transports en commun

10.2.1. Adapter les horaires et la fréquence

Il est important d'introduire des transports en commun qui satisfont le plus grand nombre, pour 35% des usagers les fréquences de passage trop faibles et les horaires inadaptés.

10.2.1.1. Identifier les besoins

La plupart des déplacements sont réalisés dans des créneaux horaires bien précis. Entre 7h et 9h30 et entre 16h et 20h les français se déplacent le plus avec des pics de 30 min entre 8h et 8h30 puis entre 18h et 18h30. Ainsi sur les réseaux de transport se rassemble un très grand nombre de personne, il faut donc adapter leur besoin au niveau des horaires et de la fréquence des transports mis à disposition pendant ces horaires là avec des passages beaucoup plus réguliers que pendant les heures creuses.

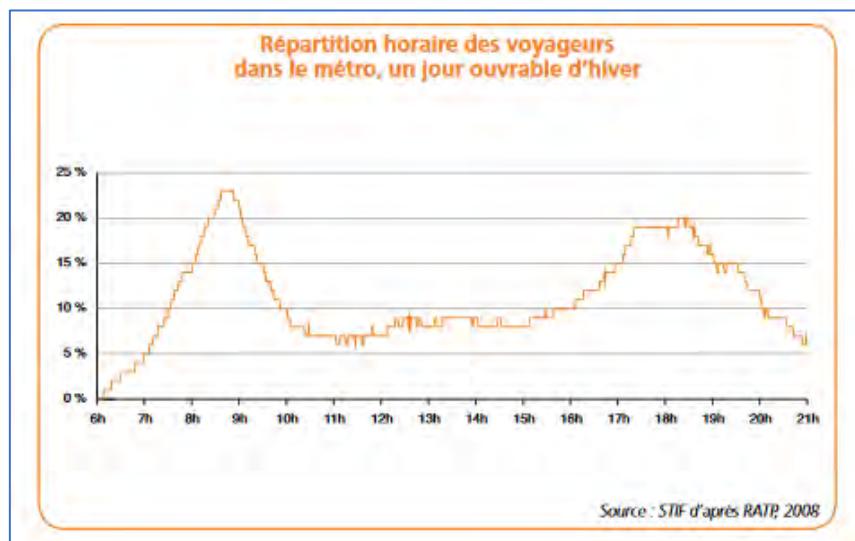


FIGURE 83 : HORAIRES DE FREQUENTATION DU METRO A PARIS EN SEMAINE

10.2.1.2. Différence week-end/semaine

La fréquentation des transports en commun augmente aussi le week-end comme le montre le tableau ci-dessous.

Entrants directs journaliers dans les stations de métro, par type de jour, en milliers										
(M)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Jour ouvrable	3 927	4 007	4 111	4 087	4 176	4 355	4 440	4 521	4 666	4 616
Samedi	2 700	2 726	2 759	2 868	2 963	3 007	3 130	3 372	3 403	3 373
Dimanche	1 671	1 645	1 832	1 846	1 908	1 968	2 045	2 142	2 073	2 066

Remarques : les voyageurs en correspondance sur le métro ou en provenance du réseau RER RATP ne sont pas comptabilisés. Ceux en provenance du réseau SNCF sont comptabilisés.
Source : STIF d'après RATP

FIGURE 84 : COMPARAISON DE LA FREQUENTATION DU METRO DE PARIS EN SEMAINE ET LE WEEK-END

Les demandes ne sont cependant pas les mêmes que les jours de semaine. La plupart des déplacements en semaine se font le matin et le soir pour aller et rentrer du travail alors que les déplacements du week-end sont consacrés aux loisirs. Les horaires de fréquentation ne sont donc pas les mêmes, les pics d'utilisation du réseau seront souvent à partir de 11h jusqu'à 21h en continue avec des maximums dans le milieu de l'après-midi. Il est donc important de s'adapter à ces fréquentations et de mettre en place des transports en commun le week-end aussi à des heures stratégiques (commencer à 6h n'est pas stratégique).

10.2.1.3. Vacances scolaires notamment l'été

Pendant les vacances scolaires, la densité du trafic devra être réfléchie en fonction de l'environnement autour du réseau urbain.

- ▶ Beaucoup de trajets le matin sont en direction des écoles qui ne seront pas fréquentées pendant ces périodes. Il pourrait être intéressant de repenser certaines lignes de bus ou certains horaires seulement pendant les 2 mois de vacances d'été pour éviter d'avoir des transports à moitié vide.
- ▶ S'il y a présence de lieux touristiques importants (musées, monuments, grottes...) il sera nécessaire de les desservir plus fréquemment pendant les vacances scolaires où le tourisme est plus dense.
- ▶ Dans le cas contraire où la région ne dispose pas de sites touristiques majeurs, un réseau de transport très dense en pleine journée est moins stratégique.
- ▶ Les gares et aéroports permettant de réaliser des plus grandes distances devront aussi être bien desservis pour les départs et arrivées de vacances.

10.2.2. Faire des choix stratégiques de lignes

40% des français n'utilise pas les transports en commun en raison de l'absence de lignes leur permettant de rejoindre certaines destinations

10.2.2.1. Positionnement des arrêts : identifier les besoins

Pour 24% des français une des raisons de la non-utilisation des transports en commun est l'absence d'arrêts de transport à proximité de chez eux. Ainsi leur localisation doit être stratégique afin qu'elle s'adapte au plus grand nombre.

Ci-dessous est présentée une liste des principaux endroits importants à desservir par les transports en commun.

- ▶ Les zones industriels ZI et zones d'activités ZA
- ▶ Les écoles (lycées, collèges, universités, écoles primaires et maternelles) et crèches
- ▶ Quartiers d'habitations
- ▶ Centre commerciaux
- ▶ Supermarché
- ▶ Complexe sportif et piscine
- ▶ Hôpitaux
- ▶ Centre bourg : dans la plupart des communes, les services se situent dans le centre bourg tel que la pharmacie, la boulangerie, la mairie, salle des fêtes...
- ▶ Lieux touristiques, église

La plupart des trajets se font en direction de ces lieux, ainsi faciliter leur accès en transport en commun est un objectif pour limiter l'utilisation de la voiture. Le positionnement des arrêts de bus, de métro ou de tramway est choisi en fonction de l'environnement autour.

Dans le même temps, il est nécessaire de limiter le nombre de zone non desservies comme les plus petites communes situées en marge du réseau urbain, qui représente un nombre d'habitants non négligeable obligés de prendre leur voiture pour effectuer chacun de leurs déplacements. Une ligne de bus passant par ces communes et rejoignant d'autres villes plus grandes possédant des points d'intermodalité est un bon moyen de faciliter leurs déplacements en transport en commun.

10.2.2.2. Positionnement des terminus

De même les terminus de lignes nécessitent des aménagements plus importants que les arrêts normaux donc ils doivent être situés dans un environnement stable au sens où ils ne dépendent pas d'une seule infrastructure attractive qui pourrait être amené à être déplacée.

Ils doivent être capables d'accueillir à proximité des espaces de parking pour voitures, vélos, trottinettes...

L'ensemble du réseau ne pourra pas desservir tout le monde, plusieurs personnes seront dans l'obligation d'utiliser tout de même leur voiture pour venir jusqu'au terminus s'ils habitent dans des endroits plus isolés mais mettre à disposition des parkings leur permettra de réduire leur impact écologique puisqu'une partie du trajet se fera tout de même en transport en commun.

10.2.2.3. Prendre en compte les habitations aux alentours au niveau de la qualité de vie (bruit/pollution)

Il est nécessaire de prendre en compte les lieux d'habitation lors de la conception des lignes de transport afin de ne pas occasionner de trop grands gênes en termes de bruit et de pollution dus au trafic permanent de bus.

10.2.3. Des moyens simples pour adapter au mieux le réseau de transport en commun

10.2.3.1. Consulter les habitants

Il est important de consulter les habitants (par exemple à l'aide de sondages) pour identifier leurs besoins et adapter le réseau en fonction.

10.2.3.2. Mise en place de tests

Après avoir consulté les habitants et défini leurs exigences, il est intéressant de réaliser des tests en mettant en place des nouvelles lignes de bus ou de modifier quelques arrêts sur les lignes déjà existantes de 1 mois à 3 mois. Avec ces tests, les habitants pourront se rendre compte si les aménagements sont mieux afin que ces modifications restent permanentes ou non.

11. La mobilité douce

La mobilité douce regroupe l'ensemble des déplacements non-motorisés tels que la marche à pied, le vélo, le roller, le gyropode, la trottinette...

11.1. Etat actuel

11.1.1. Adapté sur petites distances

Selon l'ADEME, un quart des déplacements en France sont inférieurs à 1km. Ce type de mobilité est surtout adapté sur des faibles distances entre 1km et 5 km en moyenne et s'adapte donc totalement aux déplacements en ville. Dans les villes moyennes, les français sont plus d'un quart à marcher ou à pédaler tous les jours.

11.1.2. Avantages/Inconvénients

Ci-dessous sont présentés les avantages et inconvénients de ce type de mobilité.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">▶ Moins polluant▶ Plus rapide en ville (vitesse moyenne d'un cycliste 15km/h, d'une voiture 14km/h)▶ Accès à des rues interdites en voiture▶ Facilité de stationnement (si besoin)	<ul style="list-style-type: none">▶ La météo▶ Le stationnement des véhicules légers sur le trottoir▶ Le danger sur la route (près de 200 cyclistes sont tués chaque année)

11.2. Les infrastructures mises en place

11.2.1. Un réseau important

Un réseau cyclable est un tissu d'aménagements permettant de réaliser des déplacements à vélo mais aussi avec tout autre moyen de transport pouvant circuler sur les pistes cyclables. Il prend en compte 4 facteurs :

- ▶ La longueur
- ▶ La continuité
- ▶ Le maillage (un bon maillage permet d'atteindre tous les points par l'intermédiaire des aménagements cyclables)
- ▶ L'entretien

Ces quatre qualités doivent être optimisées pour que le transport en vélo, trottinettes, gyropode etc. soit facilité, plus accessible et moins dangereux.

11.2.2. Le stationnement

11.2.2.1. Parcs à vélo

Il existe des parkings à vélo près des gares, des aéroports ou près de stations de métro qui permettent aux habitants de stationner facilement leurs vélos lorsqu'ils voyagent ou se déplacent en ville afin de les encourager à ne pas utiliser leur voiture.

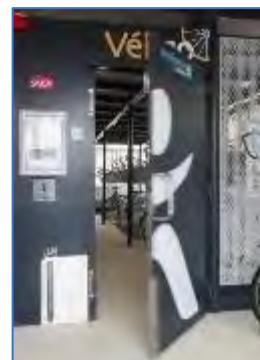


FIGURE 85 : ESPACES VÉLIGO EN ÎLE DE FRANCE PERMETTANT LE STATIONNEMENT SECURISE DES VELOS

11.2.2.2. Station de vélo en libre-service

Les vélos en libre-service permettent aux utilisateurs de prendre un vélo dans l'une des stations et de le déposer ensuite dans une station près de notre lieu d'arrivée.



FIGURE 86 : STATION DE VELO A SOPHIA ANTIPOLIS

Inconvénients s'il n'y a pas de station de vélo près du lieu de départ ou d'arrivée.

11.2.2.3. Vélo en libre-service sans station

Un nouveau service est arrivé ces dernières années, le vélo sans station. Une application permet de savoir si un vélo a été déposé à proximité, l'utilisateur peut ensuite le prendre en le déverrouillant sur l'application puis lorsque son trajet est terminé, on peut déposer le vélo n'importe où et le verrouiller pour que le paiement s'arrête. Ce service est aussi disponible dans certaines villes avec les trottinettes.



FIGURE 87 : VELOS EN LIBRE-SERVICE DANS PARIS

Ce service permet d'aller où on veut indépendamment des stations mais il peut cependant poser des problèmes puisque les usagers peuvent déposer leur véhicule n'importe où sur les trottoirs ce qui peut occasionner des gênes pour les piétons si le ramassage des véhicules n'est pas assez rapide.

11.2.3. Le rechargement pour les véhicules électriques (hors voitures)

Comme tous appareils électriques, les vélos électriques doivent être mis à charger, il faut donc prévoir des endroits de recharge.

Pour le moment ces bornes ne sont que très peu développées en France comparé à nos voisins suisses ou allemands. Elles sont cependant nécessaires surtout pour des trajets en vélo électrique plus long.

Il y a actuellement plusieurs solutions :

- ▶ Installation de bornes universelles qui nécessite à l'utilisateur de prévoir son câble de recharge pour adapter son type de batterie à la borne. Le câble pèse 1kg, ce qui n'est pas très pratique pour le cycliste.

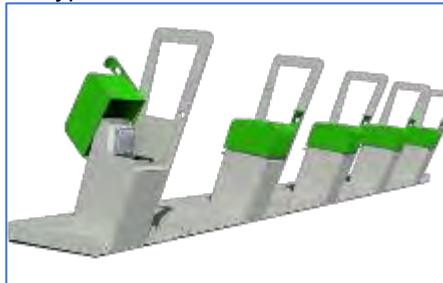


FIGURE 88 : EXEMPLE D'UNE BORNE DE RECHARGE POUR VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE (MARQUE VAE ALTAO)

- ▶ Installation de bornes spéciales pour chaque marque de batterie qui ne s'adapte donc qu'à un seul type de vélo. Bosch notamment à commencer à implanter plusieurs bornes de recharge pour ses batteries dans l'est de la France et dans la région Provence.



FIGURE 89 : EXEMPLE D'UNE BORNE DE RECHARGE BOSCH INSTALLEES DANS UN LIEU TOURISTIQUE

- ▶ Adaptation des bornes de recharge électrique dédiées aux voitures électriques afin qu'elles puissent permettre la recharge des batteries de vélos électriques. Les prises pour recharger les vélos sont des prises basiques 220V.

11.3. Apparition de nouveaux modes de transports

Depuis quelques années de nouveaux modes de transports doux sont sortis sur le marché et ont envahi les centres villes : gyropodes, trottinettes, gyroroues, hoverboard.



FIGURE 90 : NOUVEAUX MODES DE TRANSPORT EN VILLE

Ces nouveaux modes de transport nécessitent aussi des aménagements, dans la plupart des cas ils peuvent circuler sur les bandes et pistes cyclables mais lorsqu'elles ne sont pas présentes un problème se pose. Ces moyens de transport sont trop rapides pour circuler sur le trottoir mais leur circulation sur la chaussée reste dangereuse.

De plus, des services comme pour le vélo sont proposés pour ces moyens de transport notamment pour la trottinette. Il existe des entreprises de déploiement de trottinettes en libre-service comme à Paris. Cependant les infrastructures nécessaires à leur fonctionnement ne sont pas encore développées (ex : rechargement).

12. Synthèse

Le tableau ci-dessous présente la synthèse sur le potentiel de développement en énergies renouvelables et les solutions énergétiques envisageables pour le projet :

	Lotissement	Observations
Solaire thermique (Réseau de chaleur)	Inadapté	Surface foncière non prévue.
Solaire thermique	Adapté	Surface de capteurs nécessaires importante.
Photovoltaïque	Adapté	La surface de toiture est importante et permet d'envisager la mise en place de panneau photovoltaïque
Valorisation des déchets	Inadapté	Non adapté au site
Géothermie Basse Energie	Inadapté	Echelle du projet inappropriée - Pas de potentiel avéré dans la région.
Géothermie Très basse énergie	Adapté (sous réserve d'une distance entre forage et d'une surface foncière suffisante)	Solution qui pourrait à priori être envisagée. Une étude complémentaire et un forage d'essai devront être réalisés pour valider le potentiel géothermique de la zone. Investissement important impactant la pertinence économique.
Aérothermie (compression gaz)	Adapté	Présence d'un réseau gaz naturel à proximité. Solution adaptée sur le site. Néanmoins, peu d'intérêt environnemental.
Grand Eolien	Inadapté	Inapplicable selon la loi Grenelle II.
Petit Eolien	Envisageable	Intérêt expérimental - Etudes complémentaires sur la faisabilité de telles installations nécessaires.
Bois énergie (chaudières granulés / poêles à granulé)	Adapté	Chaudières à granulés adapté pour les logements collectifs et individuels. Coût d'investissements importants mais utilisation d'une énergie peu carbonée et économiquement stable. La mise en place de poêles à granulé présente un intérêt en termes de confort.
Chaufferie bois déchiquetée + création d'un réseau de chaleur Bois énergie	Adapté	Solution adaptée sur le site grâce à une bonne densité thermique. Coût d'investissement élevé mais cette solution présente un prix de l'énergie suffisamment faible afin de garantir une rentabilité économique intéressante. De surcroît, des aides importantes sont accessibles de la part des fonds chaleurs ou du plan bois énergie bretagne.
Hydraulique	Inadapté	Pas de ressource disponible.

Les solutions définies comme « Adaptées » présentent un potentiel exploitable. Cependant, même si le potentiel est intéressant, la pertinence de la rentabilité économique des différentes solutions est parfois difficile à atteindre et malgré l'approche économique réalisée pour chaque solution dans cette étude reste à définir en détail au cas par cas par une étude technico-économique.

Étant donné l'incertitude quant à la définition finale des projets, les investissements et les solutions énergétiques envisagées sont des ordres de grandeur et sont susceptibles d'évoluer.

Il est utile de préciser que la mise en place d'énergies renouvelables requiert dans la majorité des cas une énergie d'appoint. Les énergies d'appoint seront dans ce cas, et en fonction des solutions d'énergies renouvelables adoptées, le gaz ou l'électricité.

Il sera donc impératif lors de la viabilisation du terrain, de prévoir l'implantation des réseaux pour l'énergie d'appoint lorsqu'elle est nécessaire.

Les potentiels existants en matière d'énergies renouvelables sont classés selon leur pertinence économique à long terme et sont principalement :

1. Revente et autoconsommation photovoltaïque
2. Chaufferie Bois et réseau de chaleur
3. Solaire thermique système solaire combiné
4. Solaire thermique chauffe-eau solaire
5. PAC air/eau gaz naturel
6. Bois granulés – chaudière granulé
7. Bois granulés – poêle/chaudière granulé
8. Eventuellement le petit éolien

La première année, la répartition des dépenses totales pour chaque solution est la suivante :

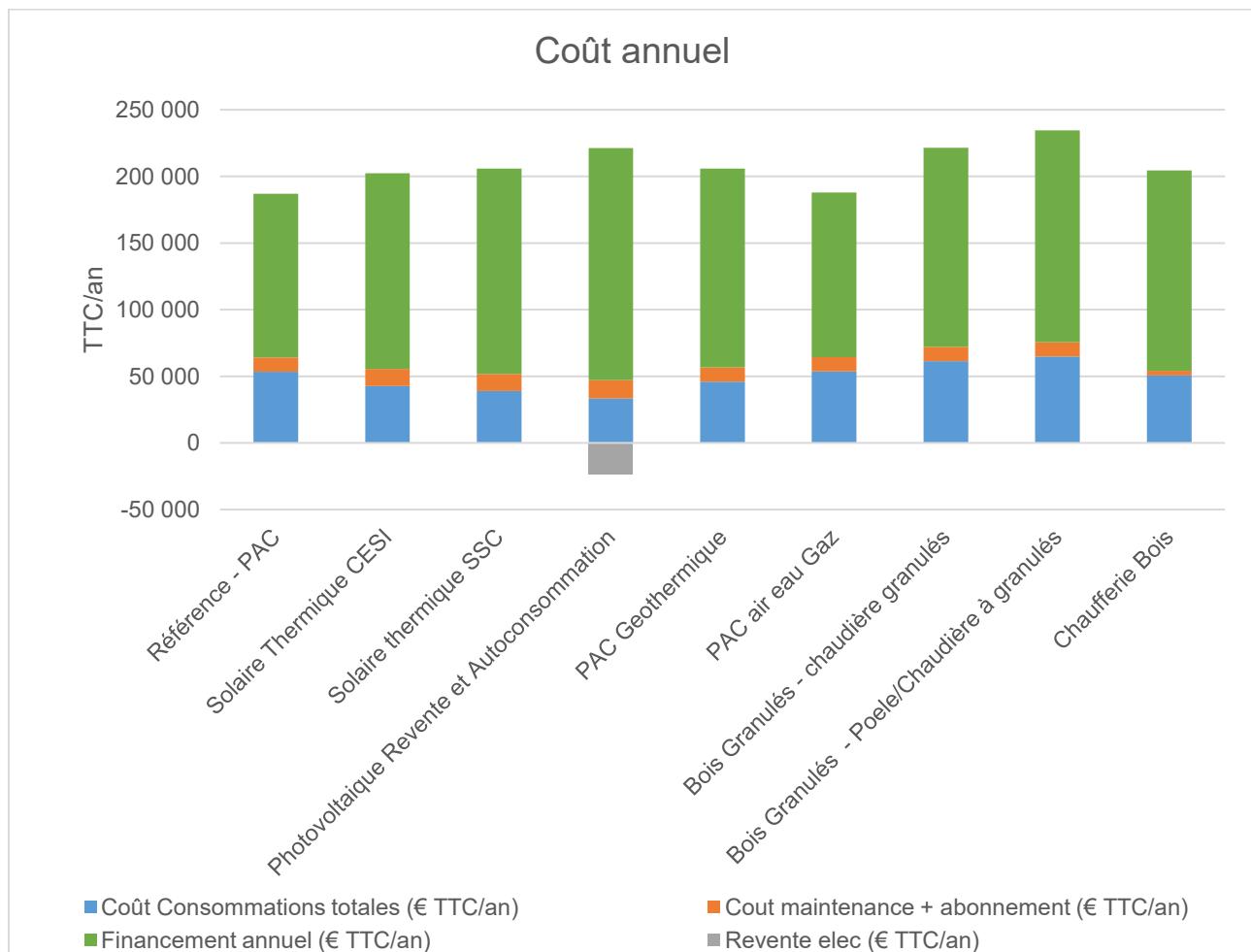


FIGURE 91 : DEPENSE ANNUELLE LORS DE LA PREMIERE ANNEE

D'un point de vue environnemental, les solutions bois présentent les meilleurs bilans d'émissions de CO2.

On précisera que les avantages d'un point de vue environnemental des solutions ayant recours aux énergies renouvelables auront un impact non négligeable sur la conformité des projets à la réglementation thermique.

À noter que ces solutions, même lorsqu'elles manifestent des intérêts certains, ne sont pas toujours compatibles entre elles d'un point de vue rentabilité.

ANNEXE 5

Rapport Alhyange





ALHYANGE

Ingénierie acoustique et vibratoire

NOS AGENCES :

BRETAGNE

14, rue du Rouz
29900 CONCARNEAU
02.98.90.48.15
bzh@alhyange.com

23, rue Stanislas Dupuy de Lôme
56000 VANNES
02.57.62.06.22
bzh@alhyange.com

PAYS DE LA LOIRE

1, Boulevard Paul Chabas
44100 NANTES
02.85.67.00.80
grandouest@alhyange.com

43, avenue du Grésillé
49000 ANGERS
02.52.35.21.23
anjou@alhyange.com

CENTRE

64, rue Michaël Faraday
37170 CHAMBRAY-LÈS-TOURS
02.46.65.58.60
touraine@alhyange.com

IDF

192, rue du Faubourg Saint-Martin
75010 PARIS
01.43.14.29.01
paris@alhyange.com

RHÔNE-ALPES

102, rue Masséna
69006 LYON
04.82.53.89.69
sudest@alhyange.com

www.alhyange.com

AMENAGEMENT D'UN LOTISSEMENT

« LE MOULIN A VENT »

ELVEN (56)

DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE
ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

DESTINATAIRES

Crédit Agricole Immobilier

ECR Environnement

2, rue Ampère

56260 LARMOR-PLAGE

Charlotte Reynaud

CREynaud@ecr-environnement.com

02 97 87 42 32

RÉDACTION : Pierre-Louis PANCHER
APPROBATION : Cédric RAMAUGE

RÉFÉRENCE : AL 23/26211

INDICE : Ind2

DATE : 12/03/2024

Sommaire

1. OBJET DE LA MISSION	3
2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF	4
2.1. Textes réglementaires	4
2.2. Normes	4
2.3. Résumé des principaux textes réglementaires	5
3. BIBLIOGRAPHIE – CLASSEMENT SONORE DES VOIES.....	10
4. DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE – PRÉSENTATION DU SITE ET DE LA CAMPAGNE DE MESURE	11
4.1. Description du site et des points de mesures	11
4.2. Conditions de mesures	13
5. DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE – CRITERES DE BRUIT RESIDUEL	15
5.1. Niveaux de bruit résiduel	15
5.2. Critères de bruit résiduel retenus en dB(A) par bande d'octave	16
6. DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE : CRITERES DE BRUIT ROUTIER	17
6.1. Résultats des mesures acoustiques	17
6.2. Analyse et interprétation réglementaire	18
7. MODELISATION ACOUSTIQUE – SITUATION INITIALE	19
7.1. Calage du modèle informatique avec le logiciel CadnaA	19
7.2. Résultats du calage du modèle	20
7.3. Cartes de bruit routier de la situation initiale	22
7.4. Analyse de la situation initiale	23
8. MODELISATION ACOUSTIQUE : ETAT PROJETÉ	24
8.1. Présentation des aménagements du lotissement	24
8.2. Etat projeté (Scénario 0)	25
8.3. Présentation des mesures compensatoires	28
8.4. Résultats avec les Mesures compensatoires	31
9. OBJECTIFS D'ISOLEMENT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS	37
10. CONCLUSIONS	38
ANNEXES	39
11. FICHE DE MESURES.....	40
12. CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	48
13. MATERIEL UTILISE	49
14. NOTIONS D'ACOUSTIQUE	50

1. OBJET DE LA MISSION

Dans le cadre du projet d'aménagement du lotissement « Le Moulin à Vent » à Elven (56), le bureau d'études ALHYANGE Acoustique a été missionné pour la réalisation de l'étude d'impact acoustique du projet, afin de caractériser les critères de bruit résiduel à respecter par les futurs résidents, modéliser l'impact acoustique de la RN 166 sur le projet, préciser les objectifs réglementaires d'isolement acoustique de façade des futures habitations, et les recommandations acoustiques générales pour limiter le bruit dans l'environnement extérieur autant que faire se peut.

La présente mission acoustique se décompose en plusieurs étapes :

- Etat sonore initial du secteur : Caractérisation du paysage sonore initial à l'aide d'une campagne de mesures acoustiques en plusieurs points représentatifs ;
- Etude acoustique prévisionnelle : Modélisation acoustique du site et évaluation de l'impact sonore du trafic routier de la RN166 sur le projet de lotissement ;
- Recommandations acoustiques : objectifs réglementaires (habitat et bruits de voisinage), recommandations acoustiques pour limiter l'impact acoustique de la RN166.
- Définitions des objectifs d'isolesments acoustiques des logements

Ce document présente les résultats des **mesures de diagnostic acoustique d'état initial** réalisées du 30 janvier au 2 février 2024 en 4 points, ainsi que **l'étude d'impact acoustique du projet**.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF

2.1. Textes réglementaires

La réglementation acoustique applicable dans le cadre du projet est la suivante :

- Décret n°95-21 du 9 janvier 1995 Décret relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le Code de l'urbanisme et le Code de la construction et de l'habitation.
- Décret n°95-22 du 9 janvier 1995 Décret relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres.
- Arrêté du 5 mai 1995 Relatif au bruit des infrastructures routières.
- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et aux modalités d'application de la réglementation acoustique.
- Arrêté du 23 juillet 2013 et Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.
- Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires).

2.2. Normes

Les mesures et calculs prévisionnels seront réalisés selon les normes :

- La norme NFS 31-110 « Acoustique – Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement – Grandeur fondamentales et méthodes générales d'évaluation » de novembre 2005
- La norme NFS 31-085 « Acoustique – Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier – Spécifications générales de mesurage » de novembre 2002
- La norme NFS 31-010 « Acoustique – Caractérisation et mesurage du bruit dans l'environnement – Méthodes particulières de mesurage » de décembre 1996.
- La norme NFS 31-133 (fev 2007) Acoustique - Bruit des infrastructures de transports terrestres - Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques
- Méthode de calcul prévisionnel : NMPB 2008

2.3. Résumé des principaux textes réglementaires

Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières

Les niveaux sonores maximum admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle ou existante sont fixés aux valeurs suivantes :

Infrastructure nouvelle

L'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995 fixe les niveaux admissibles en façade de bâtiment pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle, telle que mentionnée dans l'article 4 du décret 95-22 du 09-01-95, aux valeurs précisées dans le tableau ci-dessous.

Usage et nature des locaux	LAeq ⁽²⁾ Diurne (6h-22h)	LAeq ⁽²⁾ Nocturne (22h-6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale	60 dB(A) ⁽¹⁾	55 dB(A)
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

Nota :

- ⁽¹⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ce niveau est abaissé à 57 dB(A).
- ⁽²⁾ Les niveaux sonores LAeq indiqués sont les niveaux à 2 mètres en avant de la façade des bâtiments, fenêtres fermées.

Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant mesuré avant la construction de la voie nouvelle est inférieur à 65 dB(A) en période diurne et inférieur à 60 dB(A) en période nocturne.

Dans le cas où une zone respecte le critère d'ambiance modérée seulement pour la période nocturne, c'est le niveau sonore maximal de 55 dB(A) qui s'applique à cette période.

Voie existante

Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- Si la contribution sonore avant travaux est inférieure aux valeurs fixées dans le tableau précédent, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux.
- Dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

L'article 3 de l'arrêté du 5 mai 1995 définit les objectifs suivants pour le cas de transformation d'une route (pour une augmentation de la contribution sonore de l'infrastructure d'au moins 2 dB(A) à terme) en période diurne (6h – 22h), aux valeurs suivantes (pour la période nocturne, les valeurs sont diminuées de 5 dB(A)) :

Nature de locaux	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de jour (avant transformation) ⁽¹⁾	Seuil à respecter pour la seule route après transformation	
Logements	$\leq 60 \text{ dB(A)}$	< 65 dB(A)	60 dB(A)	
		$\geq 65 \text{ dB(A)}$	65 dB(A)	
	$> 60 \text{ et } \leq 65 \text{ dB(A)}$	< 65 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route	
		$\geq 65 \text{ dB(A)}$	65 dB(A)	
	> 65 dB(A)	$\geq 65 \text{ dB(A)}$	65 dB(A)	
		< 65 dB(A)	65 dB(A)	
Bureaux	Indifférent	$\geq 65 \text{ dB(A)}$	Aucune obligation	
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salle de soins et de repos des malades	$\leq 60 \text{ dB(A)}$	Indifférent	60 dB(A)	
	$> 60 \text{ et } \leq 65 \text{ dB(A)}$		Valeur de la contribution actuelle de la route	
			65 dB(A)	
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	$\leq 60 \text{ dB(A)}$	Indifférent	60 dB(A)	
	$> 60 \text{ et } \leq 65 \text{ dB(A)}$		Valeur de la contribution actuelle de la route	
			65 dB(A)	

Nota :

- ⁽¹⁾ Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site toutes sources sonores confondues, y compris la route dans son état initial.

Isolement de façade

« Article 4 – Dans les cas nécessitant un traitement du bâti mentionnés à l'article 5 du décret relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, l'isolation acoustique contre les bruits extérieurs D_{nAt} vis-à-vis du spectre routier défini dans les normes en vigueur [exprimé par l'indice $D_{nT,A,tr}$ depuis la NRA], exprimé en dB(A), sera tel que :

$$D_{nAt} \geq L_{Aeq} - Obj + 25$$

L_{Aeq} : Contribution sonore de l'infrastructure définie à l'article 1^{er}

Obj : contribution sonore maximale admissible

[...] l'isolation résultant ne devra pas être inférieur à 30 dB(A). »

Arrêté du 23 juillet 2013 relatif aux « modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation ».

- Isolement minimal vis-à-vis des infrastructures de transport terrestre des pièces principales et cuisines de logements (DnT,A,tr en dB)

Distance (en m)	0 à 10	10 à 15	15 à 20	20 à 25	25 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 65	65 à 80	80 à 100	100 à 125	125 à 160	160 à 200	200 à 250	250 à 300
Cat 1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
Cat 2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	
Cat 3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30					
Cat 4	35	33	32	31	30										
Cat 5	30														

Nota :

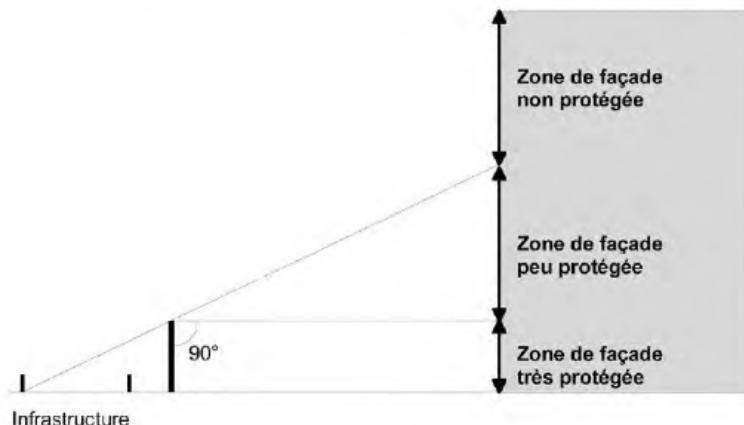
- A diminuer selon la valeur de l'angle α sous lequel est vue l'infrastructure depuis le milieu de la façade de l'angle considéré (orientation du bâtiment et présence d'obstacles entre l'infrastructure et la façade) cf. suite
- A diminuer si présence d'une protection acoustique le long de l'infrastructure (écran acoustique ou merlon).

Les valeurs du tableau tiennent compte de l'influence de conditions météorologiques standards.

- Protection des façades du bâtiment considéré par des bâtiments

Angle de vue α	correction
$\alpha > 135^\circ$	0 dB
$110^\circ < \alpha \leq 135^\circ$	-1 dB
$90^\circ < \alpha \leq 110^\circ$	-2 dB
$60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	-3 dB
$30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	-4 dB
$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	-5 dB
$0^\circ < \alpha \leq 15^\circ$	-6 dB
$\alpha = 0^\circ$ (façade arrière)	-9 dB

- Protection par des écrans acoustiques ou des merlons



Protection	Correction
Pièce en zone de façade non protégée	0 dB
Pièce en zone de façade peu protégée	-3 dB
Pièce en zone de façade très protégée	-6 dB

Nota :

En présence d'un écran en bordure d'infrastructure et d'un bâtiment faisant écran entre l'infrastructure et la façade étudiée, on cumule les deux corrections sauf si un des deux bâtiments faisant écran masque l'autre. La correction totale est limitée à -9 dB.

- Exposition à plusieurs infrastructures de transport terrestre
 - Etape 1 : Déterminer l'objectif d'isolement minimum vis-à-vis de chaque infrastructure ;
 - Etape 2 : Comparer les deux plus faibles valeurs obtenues. Ajouter à la plus grande des deux, la correction issue de cette comparaison et définie dans le tableau suivant :

Ecart entre deux valeurs	Correction
De 0 à 1 dB	+ 3 dB
De 2 à 3 dB	+ 2 dB
De 4 à 9 dB	+ 1 dB
> 9 dB	+ 0 dB

Réitérer l'opération avec les deux nouvelles plus faibles valeurs

Décret n°2006-1099 du 31 Août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage

Ce texte limite l'émergence admissible du niveau sonore ambiant (comprenant le bruit perturbateur) sur le niveau sonore résiduel, en période diurne (7h – 22h) et nocturne (22h – 7h). Cette limite s'applique à tous les bruits de voisinage à l'exception de ceux qui proviennent des infrastructures de transport et des véhicules qui y circulent, des aéronefs, des activités et installations particulières de la défense nationale, des installations nucléaires de base, des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) [...].

- **Émergence globale**

L'émergence globale est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux, en l'absence du bruit particulier en cause.

Période considérée	Période diurne (7h-22h)	Période nocturne (22h-7h)
Émergence maximale autorisée	+5 dB(A)	+3 dB(A)

Les valeurs maximales de l'émergence globale sont à pondérer en fonction de la durée d'apparition du bruit perturbateur :

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif en dB(A)
T ≤ 1 minute	+6
1 minute < T ≤ 5 minutes	+5
5 minutes < T ≤ 20 minutes	+4
20 minutes < T ≤ 2 heures	+3
2 heures < T ≤ 4 heures	+2
4 heures < T ≤ 8 heures	+1
T > 8 heures	+0

- **Émergence spectrale (à l'intérieur)**

L'émergence spectrale est définie comme la différence entre le niveau sonore ambiant (comprenant le bruit perturbateur) et le niveau sonore résiduel dans chaque bande d'octave.

Bandes d'octave	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Émergence maximale autorisée	+7 dB	+7 dB	+5 dB	+5 dB	+5 dB	+5 dB

D'un point de vue réglementaire, les émergences spectrales ne sont recherchées que lorsque le bruit particulier est généré par des équipements d'activités professionnelles, et à l'intérieur d'une pièce principale d'un logement, fenêtres ouvertes ou fermées.

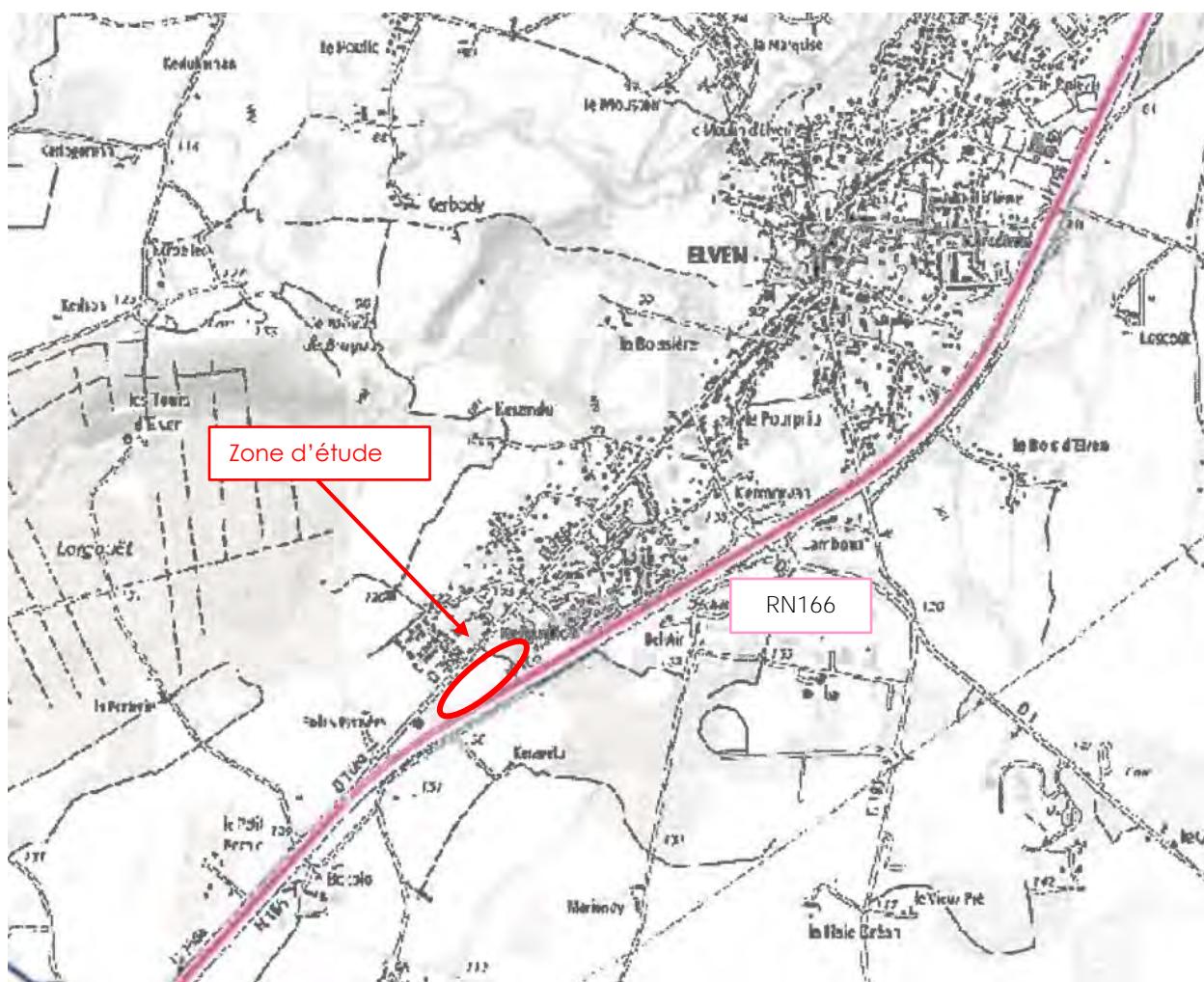
- **Cas particulier**

Les émergences globales et spectrales ne sont recherchées que lorsque le niveau bruit ambiant comportant le bruit particulier est :

- Supérieur à 25 dB(A) si la mesure est effectuée à l'intérieur d'une pièce principale d'un logement d'habitation ;
- Supérieur à 30 dB(A) dans les autres cas.

3. BIBLIOGRAPHIE – CLASSEMENT SONORE DES VOIES

La vue ci-dessous présente les voies de transports terrestres classées dans la zone d'étude, selon l'arrêté préfectoral du Morbihan du 4 mai 2018.



La voie de circulation RN166 ayant un classement sonore de catégorie 2, les constructions situées à une distance inférieure à 250 m de la voie devront avoir un isolement de façade en accord avec l'arrêté du 23 juillet 2013 relatif au classement des infrastructures de transports.

Le projet n'est pas situé dans une zone de bruit du Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aérodrome de Vannes-Meucon.

4. DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE – PRÉSENTATION DU SITE ET DE LA CAMPAGNE DE MESURE

4.1. Description du site et des points de mesures

Afin de caractériser l'ambiance sonore existante, une campagne de mesures acoustiques a été réalisée en 4 points de mesures longue durée (36 heures) afin d'intégrer l'ensemble des périodes réglementaires nocturne (22h-6h) et diurne (6h-22h) ainsi qu'un jour représentatif de la semaine en regard du trafic routier.

Ces points de mesures étaient répartis sur l'ensemble du secteur d'étude afin d'appréhender les différentes sources sonores pouvant impacter la zone.

Aucun comptage routier n'ayant été effectué lors de la campagne de mesure, nous utiliserons pour la suite de l'étude les données trafic TMJA 2022 fournis par la DIRO.

La vue aérienne ci-dessous précise l'implantation de ces points de mesures :





4.2. Conditions de mesures

Normes de mesures

Les mesures ont été effectuées suivant les normes :

- NF S 31-010 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement ».
- NF-S 31-085 « Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier - Spécifications générales de mesurage ».

Matériel utilisé et paramètres de réglage

Les sonomètres utilisés ont été étalonnés en laboratoire depuis moins de 2 ans, calibrés avant la campagne de mesures et sont conformes à la norme NF EN 61672 relative aux sonomètres intégrateurs.

La liste du matériel utilisé est détaillée en annexe.

Les réglages des sonomètres étaient les suivants :

- Niveau sonore moyen Leq
- Durée d'intégration d'1 seconde
- Mesures par bandes d'octave de 63 Hz à 8 kHz

Dates des mesures

Les mesures ont été réalisées du mercredi 30 janvier au vendredi 02 février 2024. L'analyse a été réalisée sur la journée complète du jeudi 1^{er} février 2024.

Les mesures ont eu lieu en dehors des périodes de vacances scolaires, l'activité sonore routière et urbaine est donc considérée comme représentative de la situation habituelle.

Intervalles de référence

o Analyse de bruit routier

Les indicateurs de bruit routier correspondent aux LAeq mesurés sur les périodes jour et nuit complètes. Les intervalles de référence sont 6h-22h et 22h-6h.

Ces indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) caractérisent la « dose de bruit » reçue sur l'ensemble de la période diurne et de la période nocturne.

o Analyse de bruit résiduel

Le tableau ci-dessous présente les tranches horaires sélectionnées pour caractériser les critères de niveaux sonores résiduels en périodes diurne et nocturne.

Période	Horaires	Description
Diurne (7h - 22h)	21h à 22h	Heure la plus calme de la période diurne
Nocturne (22h - 7h)	1h à 2h	Heure la plus calme de la période nocturne

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques étaient conformes aux conditions de la norme de mesure. Elles sont détaillées en annexes.

5. DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE – CRITERES DE BRUIT RESIDUEL

5.1. Niveaux de bruit résiduel

Le bruit résiduel représente l'environnement sonore sur les périodes les plus calmes. Ces valeurs sont utilisées comme références pour définir l'impact acoustique maximum des futurs installations techniques qui seront implantées sur la zone à proximité d'habitations existantes.

Le tableau ci-dessous présente les niveaux de bruit résiduel retenus sur les heures les plus calmes des périodes réglementaires, soit de 21h à 22h en période diurne, et de 1h à 2h en période nocturne. L'ensemble des résultats de mesure est reporté en annexe. Les valeurs sont présentées en dB(A) et arrondies à 0,5 près.

Période	Emplacement	Niveau de bruit résiduel mesuré Sur la période retenue en dB(A)		
		L _{Aeq}	L ₉₀	L ₅₀
Diurne (7h - 22h)	Point 1	69.5	40.0	58.5
	Point 2	53.0	36.5	49.5
	Point 3	51.0	35.5	48.5
	Point 4	49.5	29.0	37.0
Nocturne (22h - 7h)	Point 1	63.0	22.0	32.5
	Point 2	47.5	23.0	33.0
	Point 3	45.0	20.5	31.5
	Point 4	43.0	22.0	29.5

- Le L_{Aeq} correspond au niveau sonore moyen ;
- Les indicateurs L₅₀ et L₉₀ correspondent au niveau sonore dépassé pendant 50 et 90% du temps de mesure total et permettent de supprimer une partie des pics de bruit parasites.

Commentaires :

Pour la détermination du critère de niveau de bruit résiduel, le niveau retenu est l'indice L₅₀ (niveau sonore dépassé pendant 50 % du temps de mesure) représentatif du bruit de fond de la zone. Il permet de s'affranchir des perturbations sonores ponctuelles non représentatives du bruit de fond, notamment celles issues des pics d'énergie liés au trafic routier.

5.2. Critères de bruit résiduel retenus en dB(A) par bande d'octave

Le tableau suivant présente les critères de bruit résiduel retenus par bandes d'octave et globaux. Les valeurs utilisées sont arrondies à 0,5 près.

Période d'analyse	Emplacement	Critère de bruit résiduel L50 en dB par bande de fréquence en Hz								Niveau global en dB(A)
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Diurne (7h - 22h)	Point 1	53.0	50.5	42.5	49.0	57.0	49.0	33.5	16.5	58.5
	Point 2	51.5	42.0	36.0	42.0	48.0	40.0	25.0	14.0	49.5
	Point 3	51.0	44.0	35.5	40.5	47.0	39.0	24.0	12.0	48.5
	Point 4	43.5	32.5	27.5	31.0	35.5	27.0	13.0	14.5	37.0
Nocturne (22h - 7h)	Point 1	34.0	28.0	24.0	26.0	30.5	22.5	13.5	10.5	32.5
	Point 2	33.5	25.0	27.0	29.0	30.5	22.0	15.5	14.0	33.0
	Point 3	34.0	27.5	21.0	25.0	29.0	20.5	12.0	10.5	31.5
	Point 4	33.5	27.5	24.0	24.0	27.0	20.0	12.0	14.5	29.5

Ces critères de bruit résiduel seront à utiliser dans le cadre du respect de la réglementation « bruits de voisinage » et devront être intégrés au cahier des charges acoustique du lotissement.

6. DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE : CRITERES DE BRUIT ROUTIER

6.1. Résultats des mesures acoustiques

Les résultats des niveaux sonores LAeq, L90 et L50 (indices statistiques représentant le niveau sonore dépassé pendant 90 ou 50% du temps de mesure) pour les périodes complètes nocturne et diurne en chaque point de mesure sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Période	Indicateur acoustique	Niveau sonore global mesuré en dB(A)			
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
Diurne (6h – 22h)	LAeq	74.0	59.0	57.0	59.5
	L50	70.5	58.0	56.0	51.0
	L90	55.5	51.0	49.5	41.0
Nocturne (22h – 6h)	LAeq	65.0	49.5	47.5	44.5
	L50	42.0	42.0	38.0	34.5
	L90	24.0	25.0	24.5	23.5

Commentaires :

Les niveaux sonores mesurés sont représentatifs d'un environnement sonore impacté par le bruit du trafic routier sur les périodes diurne et nocturne.

6.2. Analyse et interprétation réglementaire

Les résultats des niveaux sonores mesurés LAeq,Constat pour les périodes diurne et nocturne sont présentés dans le tableau et sur la carte ci-après, en précisant la zone d'ambiance sonore (modérée ou non modérée au sens de l'Arrêté du 5 mai 1995), dans laquelle chaque point se situe.

Points de mesure	LAeq,Constat en dB(A)		Critère de zone (Arrêté 5 mai 1995)
	Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)	
P1	74.0	65.0	Zone non modérée
P2	59.0	49.5	Zone modérée (De jour et de nuit)
P3	57.0	47.5	Zone modérée (De jour et de nuit)
P4	59.5	44.5	Zone modérée (De jour et de nuit)

Nota :

- Zone modérée : LAeq Jour \leq 65 dB(A) et LAeq Nuit \leq 60 dB(A)
- Zone modérée de nuit : LAeq Jour $>$ 65 dB(A) et LAeq Nuit \leq 60 dB(A)
- Zone non modérée : LAeq Jour $>$ 65 dB(A) et LAeq Nuit $>$ 60 dB(A)
- Toutes les valeurs de niveaux sonores présentées sont arrondies au $\frac{1}{2}$ dB(A) près

Commentaire :

D'après les mesures du 1^{er} février 2024, seul le point P1 est situé dans une zone non-modérée.

Dans l'ensemble, l'ambiance sonore de la zone est homogène avec un niveau sonore compris entre 57 dB(A) et 59.5 dB(A) en période diurne, dans le périmètre du projet.

La carte suivante présente la répartition de ces zones d'ambiance sonore sur la zone d'étude.



Niveaux sonores mesurés LAeq constat (en dBA) en période diurne et nocturne

7. MODELISATION ACOUSTIQUE – SITUATION INITIALE

La présente étude vise à caractériser l'impact acoustique des voies environnantes sur les habitations du projet, et de définir et optimiser, si nécessaire, des protections acoustiques complémentaires.

7.1. Calage du modèle informatique avec le logiciel CadnaA

Un modèle informatique a été réalisé à partir de données topographique et cadastral, et des observations sur site pendant les mesures, à l'aide du logiciel de calculs prévisionnels CADNA A. Ce logiciel permet de calculer les niveaux sonores en espace extérieur en intégrant des paramètres tels que la topographie, le bâti, la végétation, la nature du sol, les caractéristiques des sources sonores et les données météorologiques du site.

Les calculs prévisionnels sont basés sur la norme NF S 31-133 (février 2007) « Acoustique - Bruit des infrastructures de transports terrestres - Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques ».

La méthode de calcul est la NMPB 2008 du CSTB.

La vue ci-dessous permet de visualiser une vue 3D depuis le Sud-Est de la zone d'étude modélisée à l'aide du logiciel CADNA A :



Données et hypothèses

Le tissu urbain et la topographie sont issus de vue aérienne et de relevés in situ. Le tracé des infrastructures routières est issu des cartes IGN recueillis sur le site www.geoportail.gouv.fr. L'ensemble de ces éléments a été importé dans le logiciel CADNAA.

Pour le recalage du modèle, les données de trafic routier fournies par la DIRO sont considérées en tant que TMJA 2022 sur les axes routiers intégrées dans le logiciel. Les niveaux sonores calculés par le logiciel seront ainsi comparés aux niveaux sonores mesurés le 2 février 2024 :

Route	Types de relevé	TMJA 2022	
		Diurne	Nocturne
RN 166	Trafic horaire TV	1164	117
	% Poids Lourds	8.21%	12.05%
RD766A	Trafic horaire TV	573	42
	% Poids Lourds	2.2%	1.1%

Les bâtiments sont considérés comme réfléchissants. L'absorption du sol a été estimée à $\alpha = 0.5$ (surface « mixte » herbe et route). Le nombre de réflexions sonores prises en compte est de 3.

Météorologie

On notera que les voies de circulations sont situées à moins de 100 m des points de calculs, nous pouvons considérer l'influence des conditions météorologiques comme négligeable.

Choix des points de références

Les points de références qui ont été définis dans le modèle correspondent aux points de mesures réalisés lors du diagnostic. Ils possèdent la même dénomination que lors du diagnostic.

7.2. Résultats du calage du modèle

Le modèle informatique de la zone a été recalé en chacun des points de référence afin que les niveaux sonores calculés par le logiciel CadnaA correspondent aux niveaux sonores mesurés sur site et recalés sur les données TMJA.

Les vitesses de circulation des véhicules prises en compte sont les vitesses réglementaires. De même, les différents types d'écoulements (accéléré, ralenti, continu...) liés aux aménagements (présence de feux, de giratoires...) et types de revêtements routiers, ont été pris en compte afin de recalier le modèle aux mesures.

La carte suivante présente les niveaux sonores LAeq jour (6h-22h) mesurés et les niveaux sonores calculés par simulation avec le trafic routier TMJA 2022.



Niveaux sonores mesurés/calculés LAeq(en dBA)en période diurne

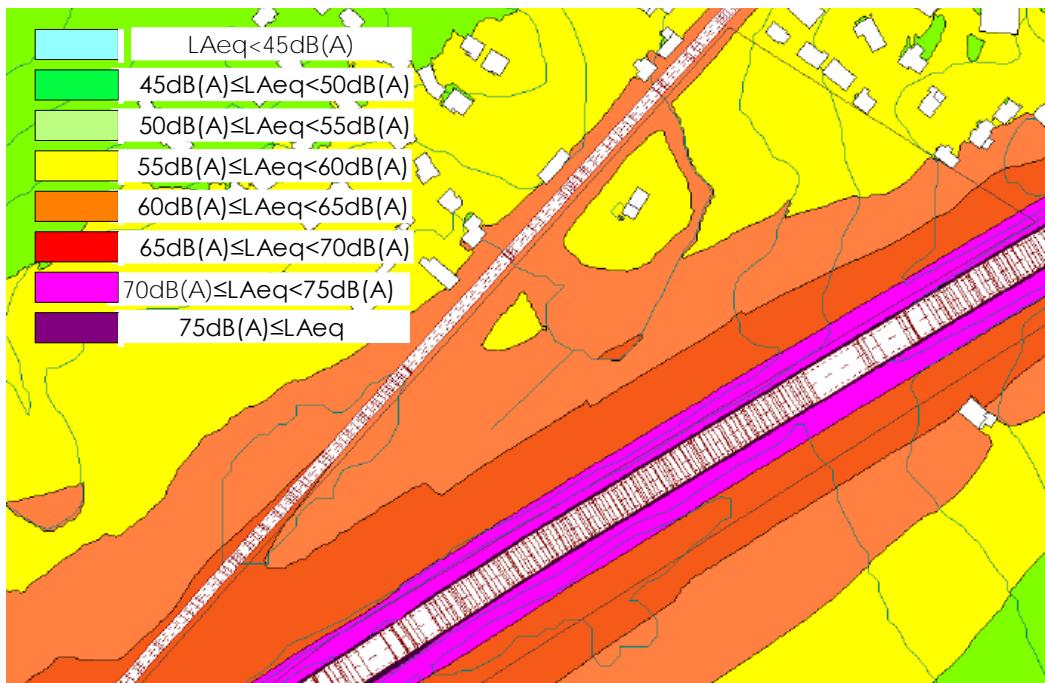
Commentaires :

- Le "manuel du Chef de Projet relatif au bruit et études de transport" édité par le SETRA et le CERTU indique que la précision acceptable est, pour un écart mesure/calcul, de + ou - 2dB(A) en usage normal dans le cadre de la réalisation d'une modélisation informatique d'un site simple et jusqu'à 4 dB(A) dans le cadre d'un site complexe ;
- Les écarts mesure/calcul sur cette modélisation sont tous compris entre + et - 2dB(A) ;
- A la vue des hypothèses et des résultats obtenus, le modèle est validé.

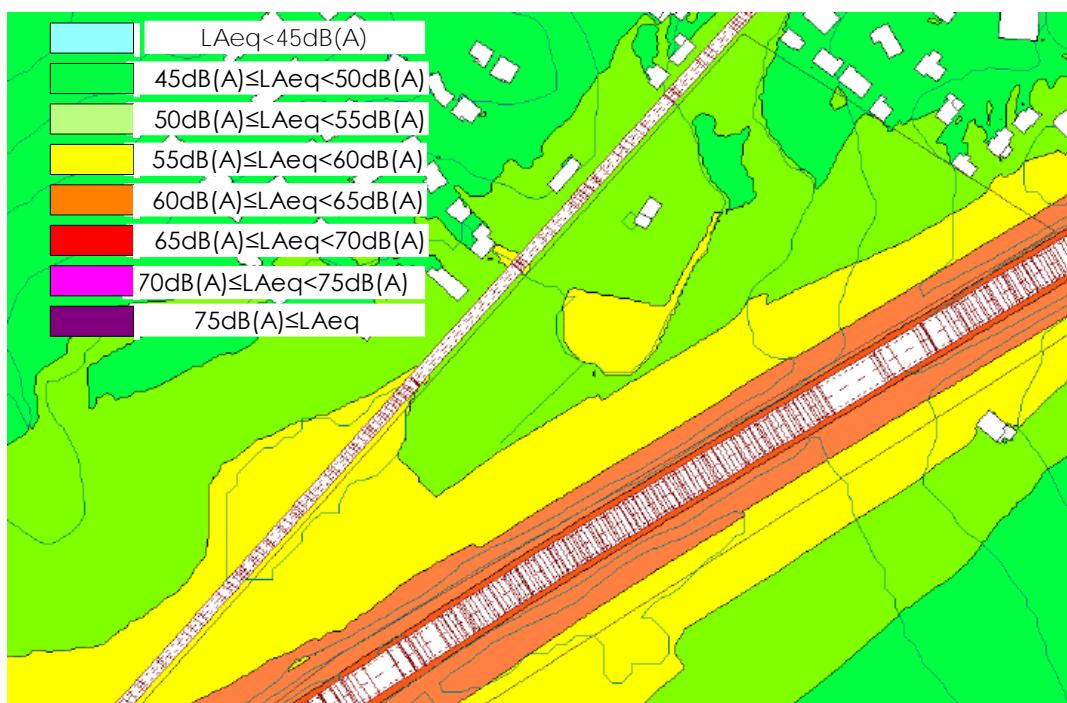
7.3. Cartes de bruit routier de la situation initiale

Les cartes de bruit suivantes montrent l'impact acoustique des axes routiers en situation initiale (2024) sur les périodes réglementaires diurne et nocturne, calculées à une altitude de 4 mètres au-dessus du sol (cf. directive européenne 2002/49/CE), représenté par des surfaces isophones par pas de 5 dB(A).

Carte de bruit des LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Jour (6h-22h) - Situation initiale (2024)



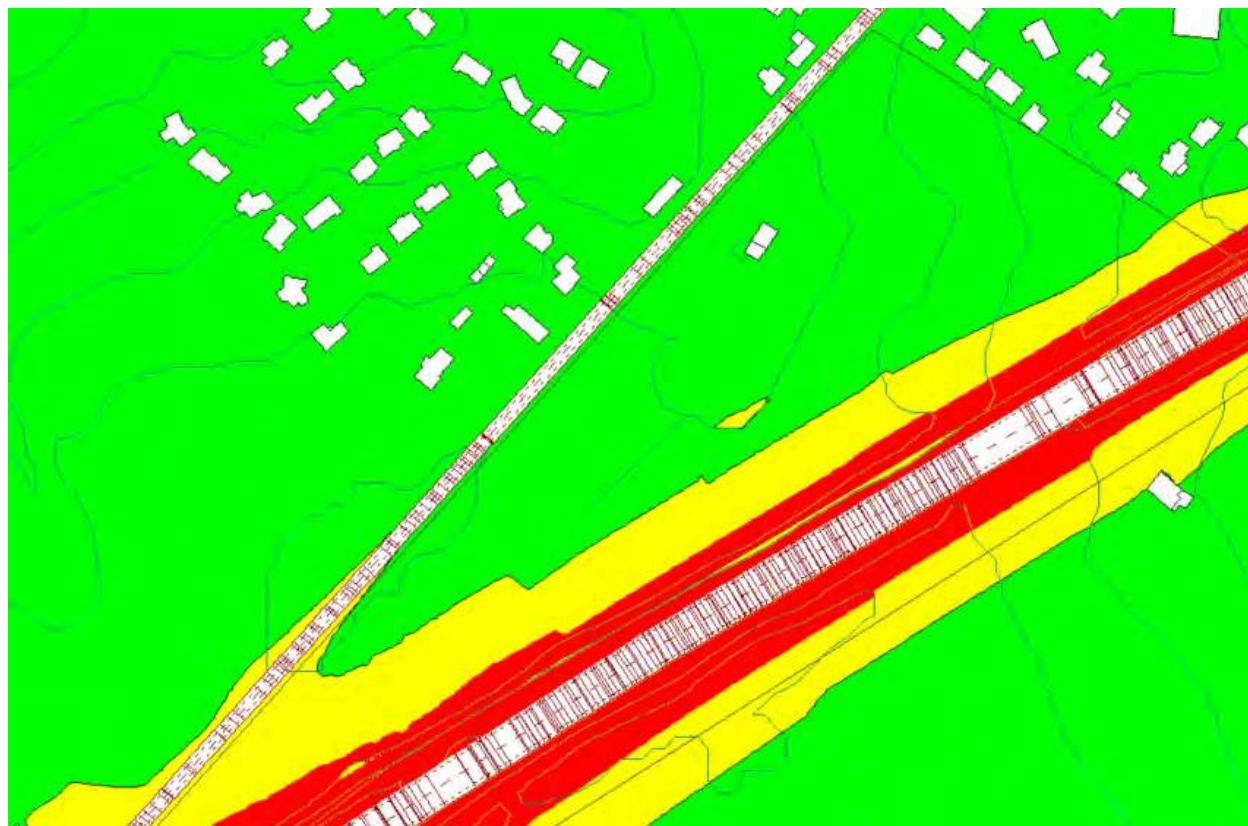
Carte de bruit des LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Nuit (22h-6h) - Situation initiale (2024)



7.4. Analyse de la situation initiale

Les zones d'ambiance sonore localisées sur la carte de bruit ci-dessous sont :

- Zone « modérée » ($LAeq\ Jour \leq 65\ dB(A)$ et $LAeq\ Nuit \leq 60\ dB(A)$)
- Zone « modérée de nuit » ($LAeq\ Jour > 65\ dB(A)$ et $LAeq\ Nuit \leq 60\ dB(A)$)
- Zone « non modérée » ($LAeq\ Jour > 65\ dB(A)$ et $LAeq\ Nuit > 60\ dB(A)$)



Commentaire :

L'ensemble de la zone d'étude se situe en ambiance sonore modérée ou modérée de nuit.

8. MODELISATION ACOUSTIQUE : ETAT PROJETÉ

8.1. Présentation des aménagements du lotissement

Le projet prévoit la création de logements en bordure de la RN166 et de la RD766. L'implantation d'un merlon est notamment prévue le long de la RN166 afin de limiter l'impact acoustique de la route au niveau des habitations.

La figure suivante présente le projet d'aménagement du lotissement ainsi que les voies majeures adjacentes au site.



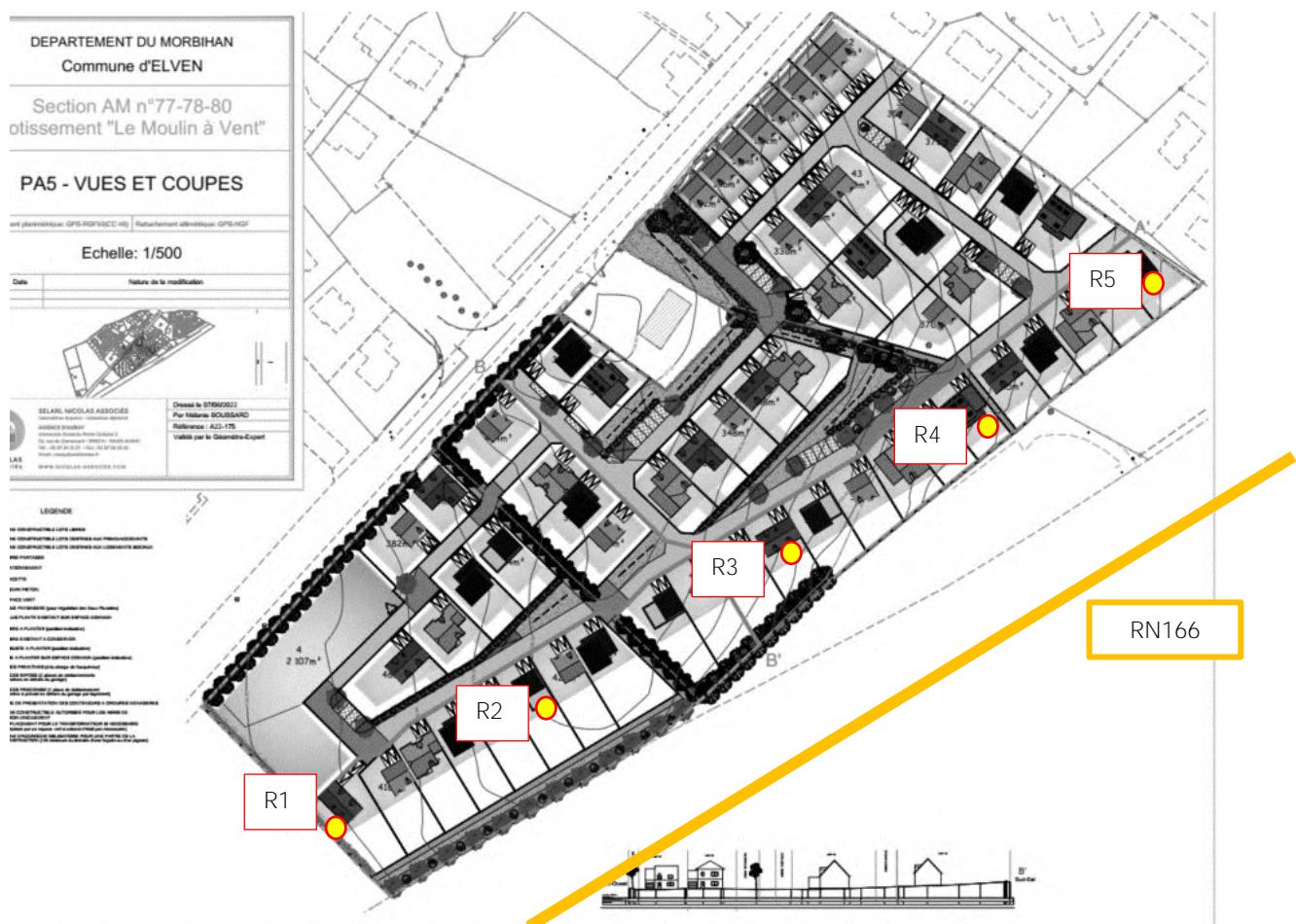
Commentaire :

Les autres voies créées dans le lotissement seront des voies de desserte des logements qui n'auront pas d'impact acoustique directe sur les habitations riveraines (faible circulation). Ces voies ne seront donc pas étudiées dans la suite de l'étude.

8.2. Etat projeté (Scénario 0)

Sur base de la modélisation de la situation initiale et des études de projet, l'étude prévisionnelle acoustique du lotissement permet de caractériser l'impact acoustique du trafic routier sur l'ensemble des bâtiments du projet.

Les cartes suivantes localisent les récepteurs (hauteur de 1.5m) au niveau des parcelles les plus sensibles vis-à-vis de la RN166:



Le tableau suivant présente les niveaux sonores calculés à chaque point sur les périodes diurne et nocturne :

Points de calcul	Niveau de bruit en dB(A)		Critère de zone (Arrêté 5 mai 1995)
	Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)	
R1	64.3	57.0	Zone modérée (De jour et de nuit)
R2	66.5	59.3	Zone non modérée de jour Zone modérée de nuit
R3	66.7	59.5	Zone non modérée de jour Zone modérée de nuit
R4	63.3	55.4	Zone modérée (De jour et de nuit)
R5	58.6	58.6	Zone modérée (De jour et de nuit)

Nota :

- Zone modérée : $L_{Aeq} \text{ Jour} \leq 65 \text{ dB(A)}$ et $L_{Aeq} \text{ Nuit} \leq 60 \text{ dB(A)}$
- Zone modérée de nuit : $L_{Aeq} \text{ Jour} > 65 \text{ dB(A)}$ et $L_{Aeq} \text{ Nuit} \leq 60 \text{ dB(A)}$
- Zone non modérée : $L_{Aeq} \text{ Jour} > 65 \text{ dB(A)}$ et $L_{Aeq} \text{ Nuit} > 60 \text{ dB(A)}$
- Toutes les valeurs de niveaux sonores présentées sont arrondies au $\frac{1}{2}$ dB(A) près

Commentaires :

Les points R2 et R3, situés au plus près de la RN166, sont compris dans une zone d'ambiance sonore modérée de nuit, mais non modérée de jour (ambiance sonore supérieure à 65dB(A)).

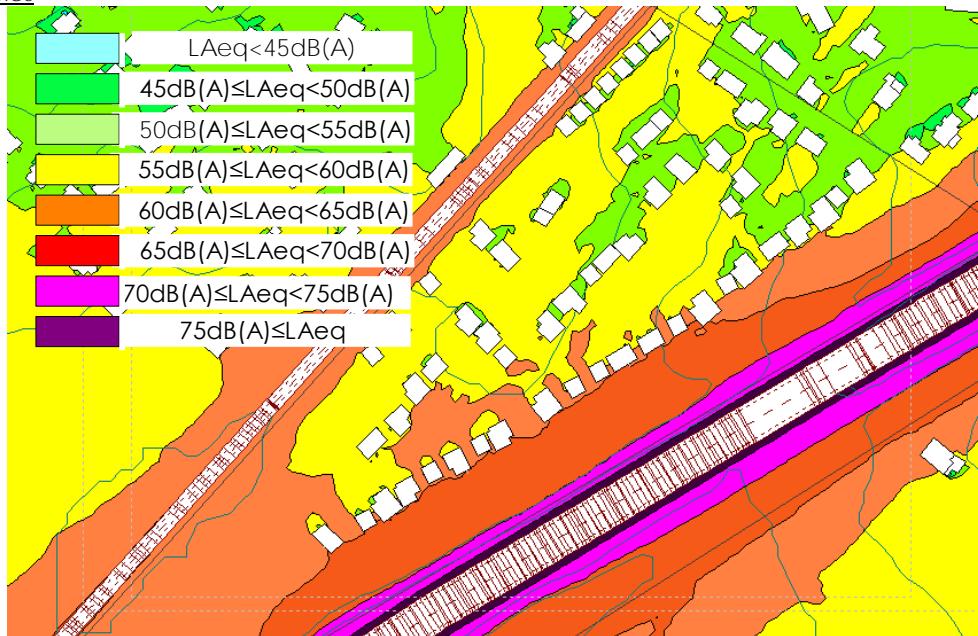
Les niveaux sonores à l'extérieur des habitations ne sont pas soumis réglementairement à une valeur maximum : les mesures compensatoires proposées ci-après visent à limiter l'impact de la voie express, avec pour objectif de maintenir les habitations dans une zone d'ambiance sonore modérée.

De plus, nous considérerons l'efficacité des solutions comme satisfaisante si l'atténuation apportée par celles-ci supérieur ou égale à 3 dB (A).

A titre informatif, nous présentons les cartes de bruit représentant l'impact acoustique des axes routiers (RD766 et RN166) calculé à une altitude de 1.5 mètres au-dessus du sol afin de mettre en exergue les atténuations apportées par les mesures compensatoires. L'impact acoustique est représenté par des surfaces isophones par pas de 5 dB(A), en période diurne (LAeq (6h-22h)) et nocturne (LAeq (22h-6h)).

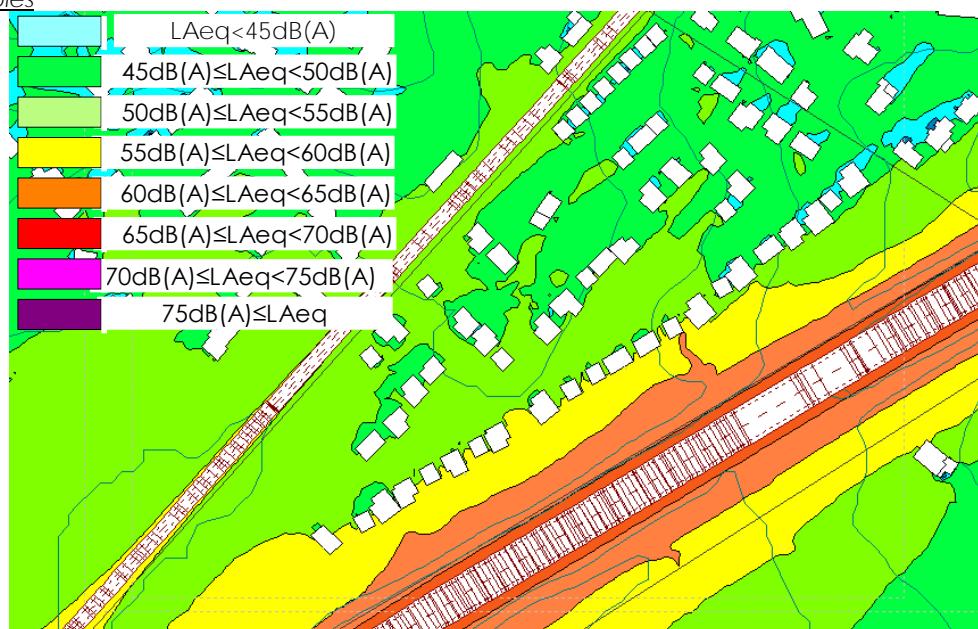
- Période diurne

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Jour (6h-22h) - Situation projetée Scenario 0
- Toutes voies



- Période nocturne

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Nuit (22h-6h) - Situation projetée Scenario 0
- Toutes voies



8.3. Présentation des mesures compensatoires

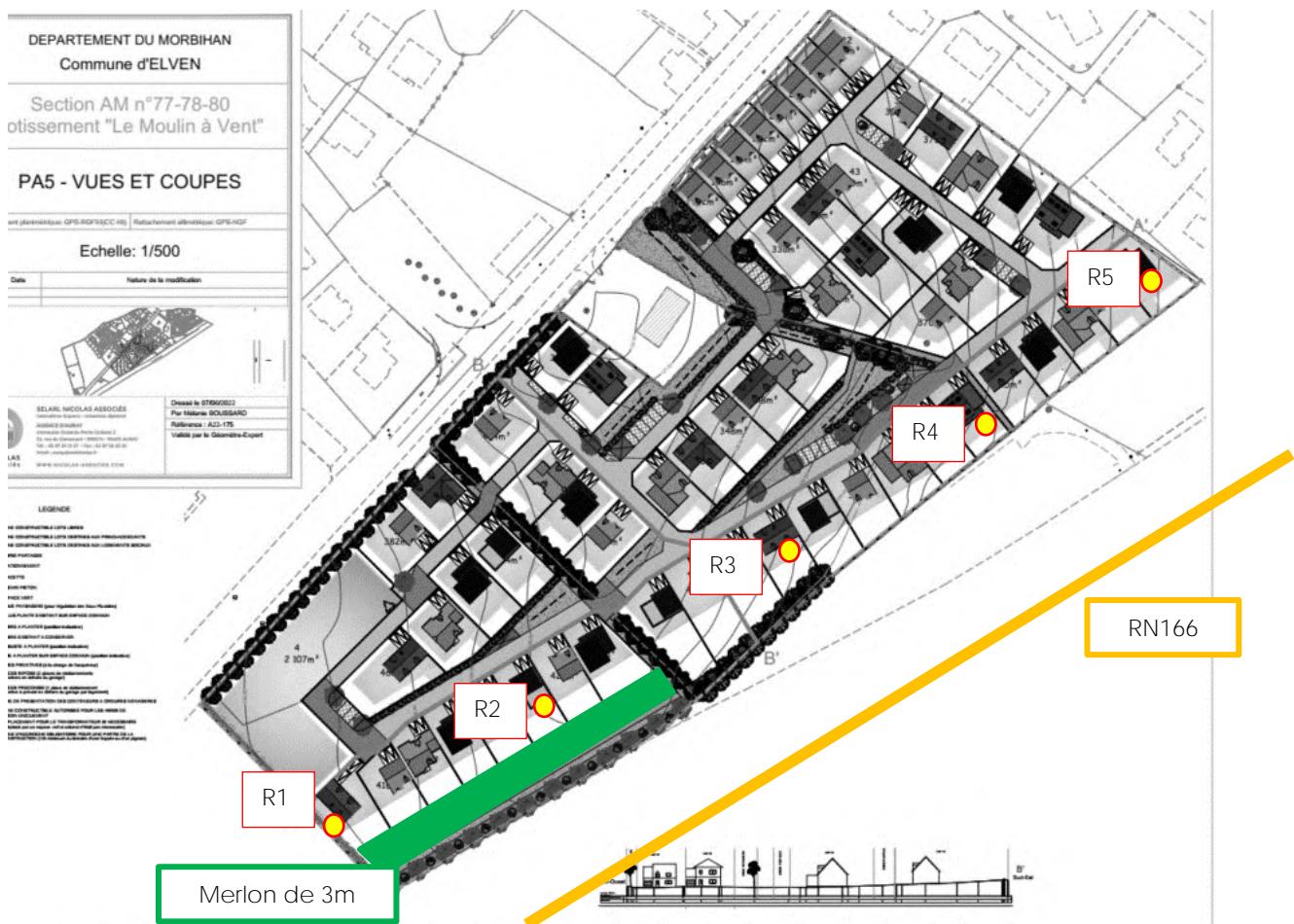
Afin de préserver les habitations du bruit de la RN166, l'objectif est de maintenir ces dernières dans une zone d'ambiance modérée, et d'obtenir une atténuation d'au moins 3dB(A).

Les situations suivantes seront étudiées :

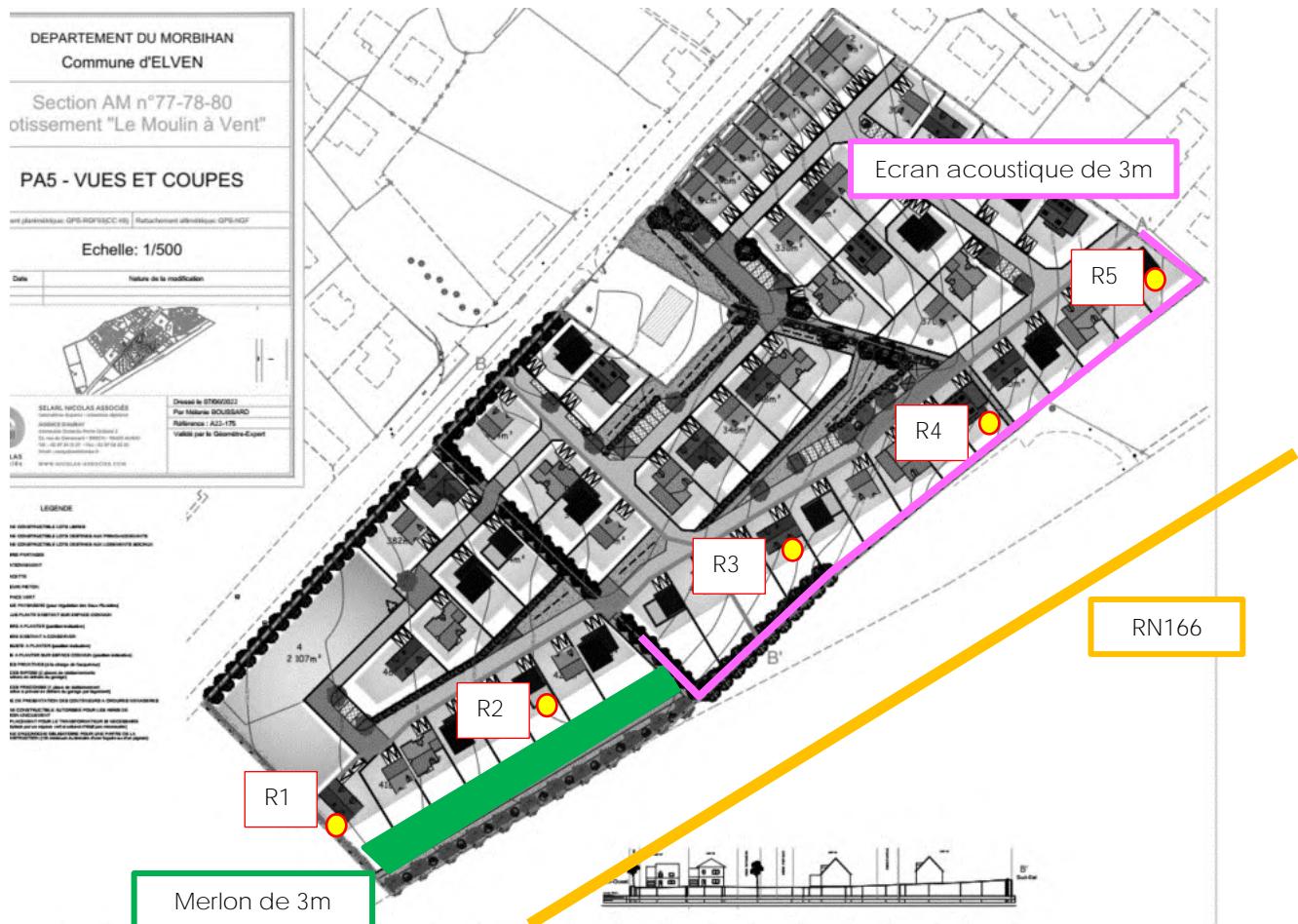
- Scénario 1 : Ajout d'un merlon d'une hauteur de 3m du lot 5 à 12 ;
 - Scénario 2 : scénario 1 + écran acoustique d'une hauteur de 3m du lot 13 à 26 ;
 - Scénario 3 : Ajout d'un écran acoustique d'une hauteur de 3m du lot 3 à 26.

Les cartes suivantes localisent les récepteurs au niveau des parcelles ainsi que des solutions acoustiques envisagées :

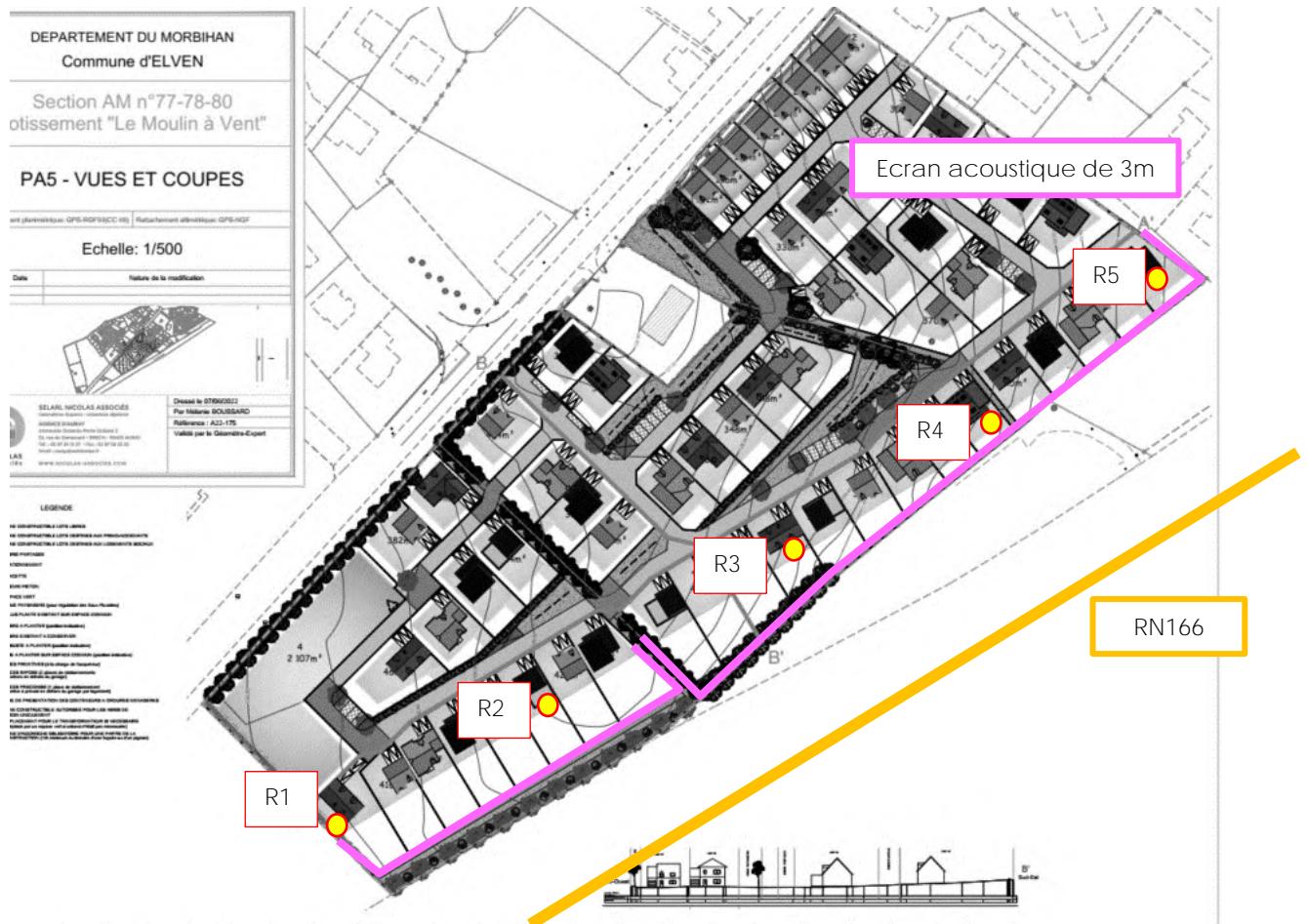
• Scénario 1



- Scénario 2



- Scénario 3



8.4. Résultats avec les Mesures compensatoires

Une comparaison des résultats des scénarios 1, 2 et 3 avec ceux de l'état initial permet d'identifier les niveaux d'atténuation obtenus à l'aide des solutions acoustiques envisagées.

- Scénario 1 : **Ajout d'un** merlon d'**une hauteur de** 3m du lot 5 à 12 ;

Le tableau suivant présente l'atténuation obtenue à l'aide des solutions acoustiques du scénario en période diurne :

Point de calcul	Niveau de bruit particulier en dB(A)			Critère de zone SCENARIO 1 (Arrêté 5 mai 1995)
	Scénario 0	Scénario 1	Atténuation en dB	
R1	64.3	63.5	-0.8	Zone modérée (De jour et de nuit)
R2	66.5	60.3	-6.2	Zone modérée (De jour et de nuit)
R3	66.7	66.7	0.0	Zone non modérée de jour Zone modérée de nuit
R4	63.3	63.3	0.0	Zone modérée (De jour et de nuit)
R5	59.1	59.1	0.0	Zone modérée (De jour et de nuit)

Commentaires :

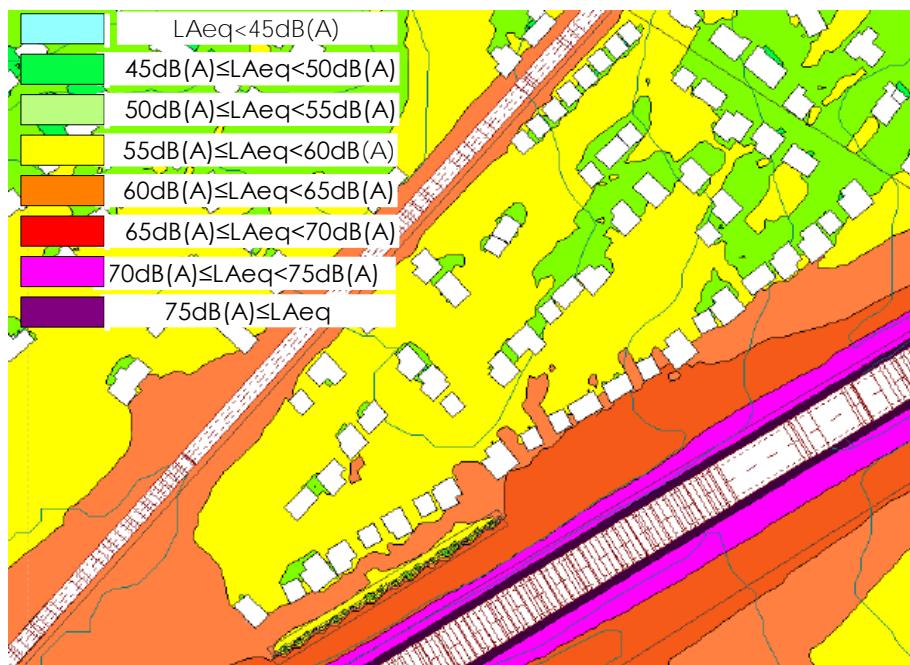
L'ajout d'un merlon de 3m de hauteur sur la partie sud-ouest du projet permet d'obtenir une atténuation supérieure à 6dB au point R2, plaçant la zone autour de ce point en zone modérée.

Cette solution n'offre cependant qu'une baisse très faible (R1) voire nulle pour les autres points (par apport au scénario 0), et ne permet pas d'améliorer l'ambiance sonore au point R3.

A titre informatif, nous présentons les cartes de bruit représentant l'impact acoustique des axes routiers (RD766 et RN166) calculé à une altitude de 1.5 mètres au-dessus du sol afin de mettre en exergue les atténuations apportées par les mesures compensatoires. L'impact acoustique est représenté par des surfaces isophones par pas de 5 dB(A), en période diurne (LAeq (6h-22h)) et nocturne (LAeq (22h-6h)).

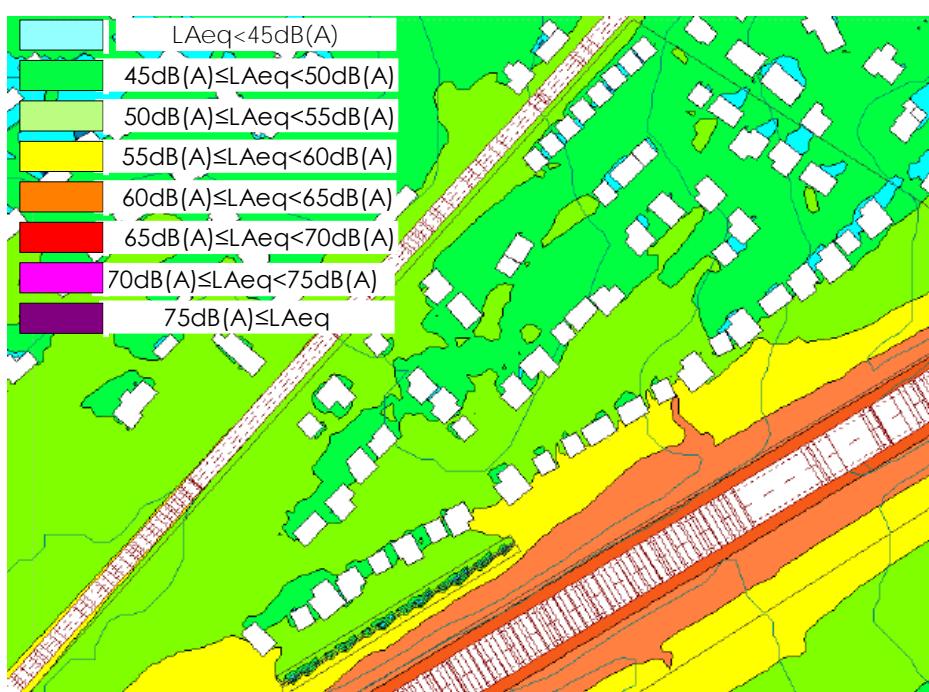
- Période diurne scénario 1

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Jour (6h-22h) - Situation projetée Scénario 1
- Toutes voies



- Période nocturne scénario 1

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Nuit (22h-6h) - Situation projetée Scénario 1
- Toutes voies



- Scénario 2 : scénario 1 + écran acoustique **d'une hauteur de 3m** du lot 13 à 26

Le tableau suivant présente l'atténuation obtenue à l'aide des solutions acoustiques du scénario en période diurne :

Point de calcul	Niveau de bruit particulier en dB(A)			Critère de zone SCENARIO 2 (Arrêté 5 mai 1995)
	Scénario 0	Scénario 2	Atténuation en dB	
R1	64.3	63.5	-0.8	Zone modérée (De jour et de nuit)
R2	66.5	60.5	-6.0	Zone modérée (De jour et de nuit)
R3	66.7	60.9	-5.8	Zone modérée (De jour et de nuit)
R4	63.3	58.0	-5.3	Zone modérée (De jour et de nuit)
R5	59.1	56.0	-3.1	Zone modérée (De jour et de nuit)

Commentaires :

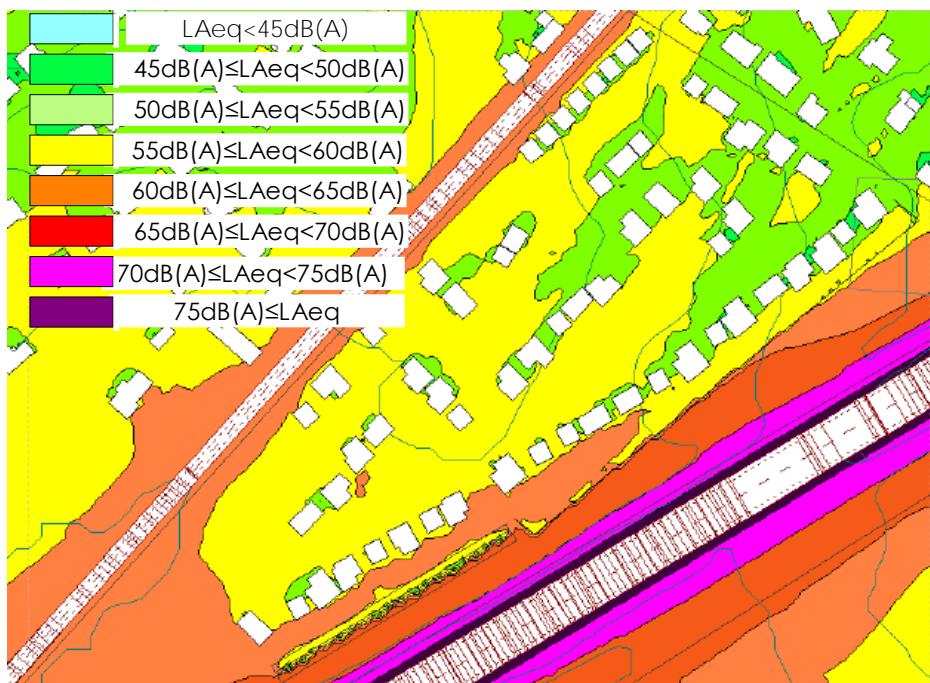
L'ajout d'un merlon de 3m de hauteur sur la partie Sud-Est du projet (scénario 1), et un écran acoustique de 3m sur la partie Est permet d'obtenir une atténuation supérieure à 5dB(A) aux points R2, R3 et R4 (par rapport au scénario 0), plaçant l'ensemble des points de calculs dans des zones d'ambiance sonore modérée (jour et nuit).

Le point R1 ne bénéficiant cependant pas du masquage apporté par le merlon sur sa façade Sud, l'atténuation obtenue est relativement faible.

A titre informatif, nous présentons les cartes de bruit représentant l'impact acoustique des axes routiers (RD766 et RN166) calculé à une altitude de 1.5 mètres au-dessus du sol afin de mettre en exergue les atténuations apportées par les mesures compensatoires. L'impact acoustique est représenté par des surfaces isophones par pas de 5 dB(A), en période diurne (LAeq (6h-22h)) et nocturne (LAeq (22h-6h)).

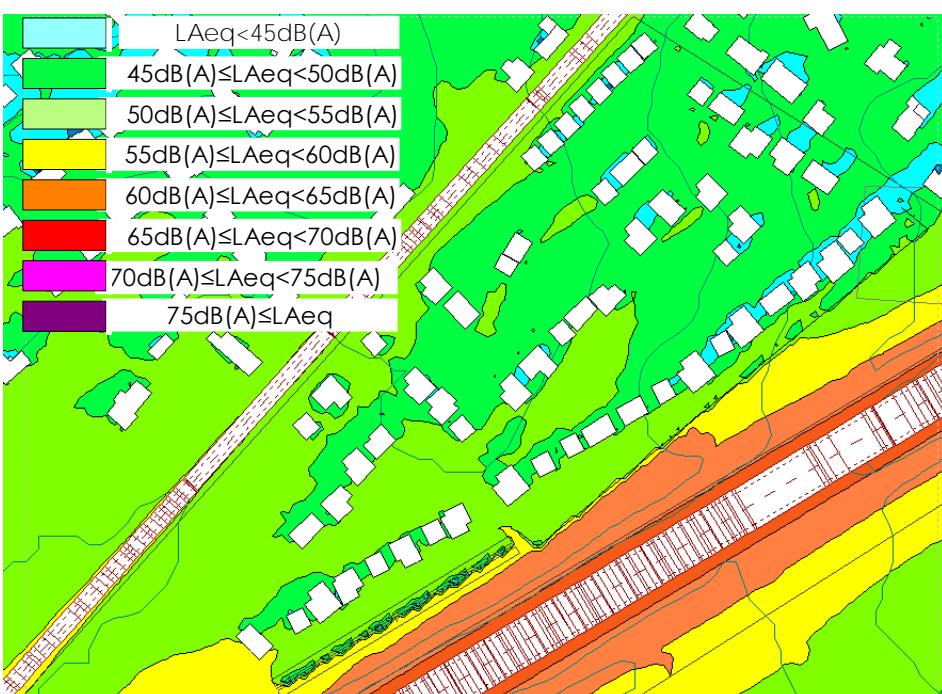
- Période diurne scénario 2

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Jour (6h-22h) - Situation projetée Scénario 2
- Toutes voies



- Période nocturne scénario 2

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Nuit (22h-6h) - Situation projetée Scénario 2
- Toutes voies



- Scénario 3 : **Ajout d'un écran acoustique d'une hauteur de 3m** du lot 3 à 26.

Le tableau suivant présente l'atténuation obtenue à l'aide des solutions acoustiques du scénario en période diurne :

Point de calcul	Niveau de bruit particulier en dB(A)			Critère de zone SCENARIO 3 (Arrêté 5 mai 1995)
	Scénario 0	Scénario 3	Atténuation en dB	
R1	64.3	61.0	-3.3	Zone modérée (De jour et de nuit)
R2	66.5	63.0	-3.4	Zone modérée (De jour et de nuit)
R3	66.7	61.0	-5.7	Zone modérée (De jour et de nuit)
R4	63.3	58.0	-5.3	Zone modérée (De jour et de nuit)
R5	58.6	56.0	-3.1	Zone modérée (De jour et de nuit)

Commentaires :

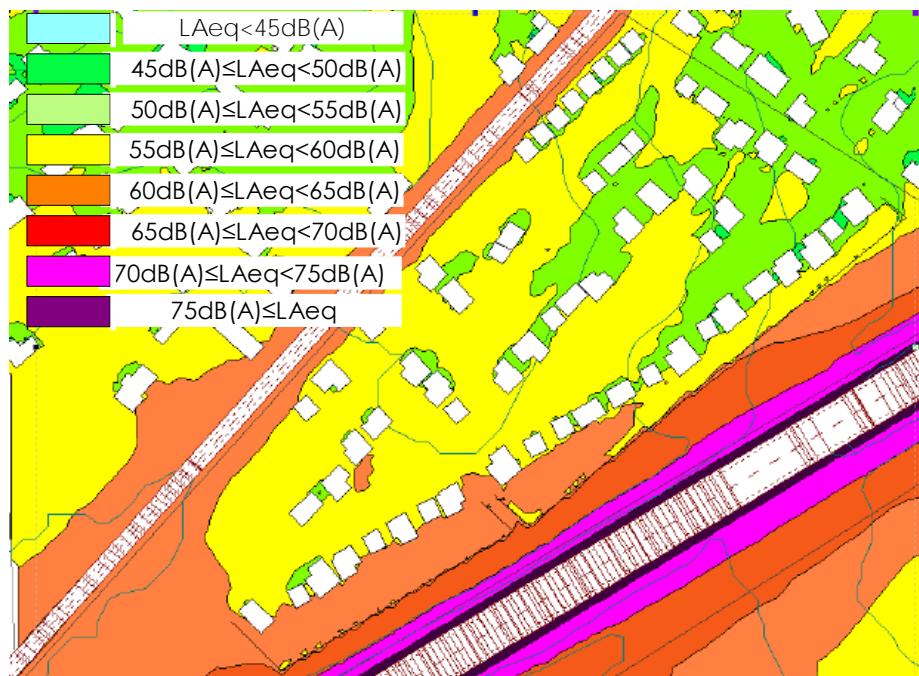
L'ajout d'un écran acoustique de 3m sur la totalité des parcelles exposées à la RN166 permet à l'ensemble de la zone étudiée d'être classée zone d'ambiance sonore modérée (jour et nuit).

L'atténuation acoustique obtenue est supérieure à 3dB(A) sur l'ensemble des points de calcul, par apport au scénario 0.

A titre informatif, nous présentons les cartes de bruit représentant l'impact acoustique des axes routiers (RD766 et RN166) calculé à une altitude de 1.5 mètres au-dessus du sol afin de mettre en exergue les atténuations apportées par les mesures compensatoires. L'impact acoustique est représenté par des surfaces isophones par pas de 5 dB(A), en période diurne (LAeq (6h-22h)) et nocturne (LAeq (22h-6h)).

- Période diurne scénario 3

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Jour (6h-22h) - Situation projetée Scénario 3
- Toutes voies



- Période nocturne scénario 3

Carte de bruit LAeq en dB(A) par surfaces isophones - Période Nuit (22h-6h) - Situation projetée Scénario 3
- Toutes voies



9. OBJECTIFS D'ISOLEMENT ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS

Compte tenu du classement de la RN166 (cat 2) et de sa distance avec les habitations, les objectifs d'isolement de façades minimum sont présentés sur le schéma ci-dessous :



-  Isolement : $DnTA,tr \geq 30 \text{ dB}$, pour l'ensemble des façades ;
 -  Isolement : $DnTA,tr \geq 35 \text{ dB}$, pour l'ensemble des façades ;
 -  Isolement : $DnTA,tr \geq 36 \text{ dB}$, pour les façades Nord-Est.
 -  Isolement : $DnTA,tr \geq 37 \text{ dB}$, pour les façades Sud-Est.

Etant donné que le projet ne prévoit pas de création de voie routière particulière bruyante, les objectifs d'isolesments acoustiques des façades des habitations n'ayant pas de vue directe sur la RN166 devront respecter l'objectif minimum de $DnT_A,tr \geq 30$ dB. (Voir plan ci-avant).

Les objectifs d'isolement présentés ci-dessus devront être corrigés en fonction de l'angle de vue de la voie des différentes façades, de la présence du merlon ou écran acoustique.

Ces objectifs réglementaires devront être intégrés au cahier des charges acoustique du lotissement.

10. CONCLUSIONS

Dans le cadre du projet d'aménagement du lotissement « Le Moulin à Vent » à Elven (56), le bureau d'études ALHYANGE Acoustique a été missionné pour la réalisation de l'étude d'impact acoustique du projet, afin de préciser les critères de bruit résiduel à respecter par les futurs résidents, modéliser l'impact acoustique de la RN 166 sur le projet, les objectifs réglementaires d'isolation acoustique de façade des futures habitations, et les recommandations acoustiques générales pour limiter le bruit dans l'environnement extérieur autant que faire se peut.

Le diagnostic acoustique et la modélisation de la situation existante ont permis de caractériser la situation initiale du site : les points P2, P3 et P4 de la zone étudiée se situent en **zone d'ambiance modérée** (De jour et de nuit), tandis ce que le point P1 se situe en **zone d'ambiance** non modérée de jour et de nuit.

La modélisation de l'état projeté a permis de caractériser la situation au niveau des habitations les plus exposées à la RN166 : les points de calcul R2 et R3, situés au plus près de la RN166, sont compris dans une **zone d'ambiance sonore modérée de nuit**, mais non modérée de jour. Les points R1 et R4 sont situés quant à eux en **zone d'ambiance modérée** (De jour et de nuit).

Des mesures compensatoires énoncées au chapitre 8 permettent de limiter l'impact de la RN166 au niveau des habitations avec des atténuations comprises entre 3(A) et 6 dB(A). Cependant, seul l'écran de 3 m de hauteur allant du lot 3 au lot 26 permet d'obtenir une atténuation d'au moins 3 dB(A) sur l'ensemble des points de calcul, et que ces derniers soient compris dans une zone d'ambiance sonore modérée (De jour et de nuit).

Les voies créées dans le lotissement seront des voies de desserte des logements qui n'auront à priori pas d'impact acoustique directe sur les habitations riveraines.

La RN166 ayant un classement sonore de catégorie 2, des objectifs d'isolation des façades pour les futures habitations ont été fixés en fonction de leur distance et de l'angle de vue avec la voie. Ces objectifs sont donnés au chapitre 9.

Le cahier des charges du lotissement devra intégrer les critères de bruit résiduel et la réglementation Bruit de voisinage (**chapitre 5**), ainsi que les objectifs d'isolation acoustique de façade contre les nuisances sonores extérieures (chapitre 9).

ANNEXES

- FICHE DE MESURES
- CONDITIONS METEOROLOGIQUES
- MATERIEL UTILISE
- NOTIONS ACOUSTIQUES

11. FICHE DE MESURES

Point 1

Bruit routier et résiduel	Date : 1 février 2024
	Ciel : Nuageux
	Précipitations : Nulles
	Hauteur : 1.5 m su sol

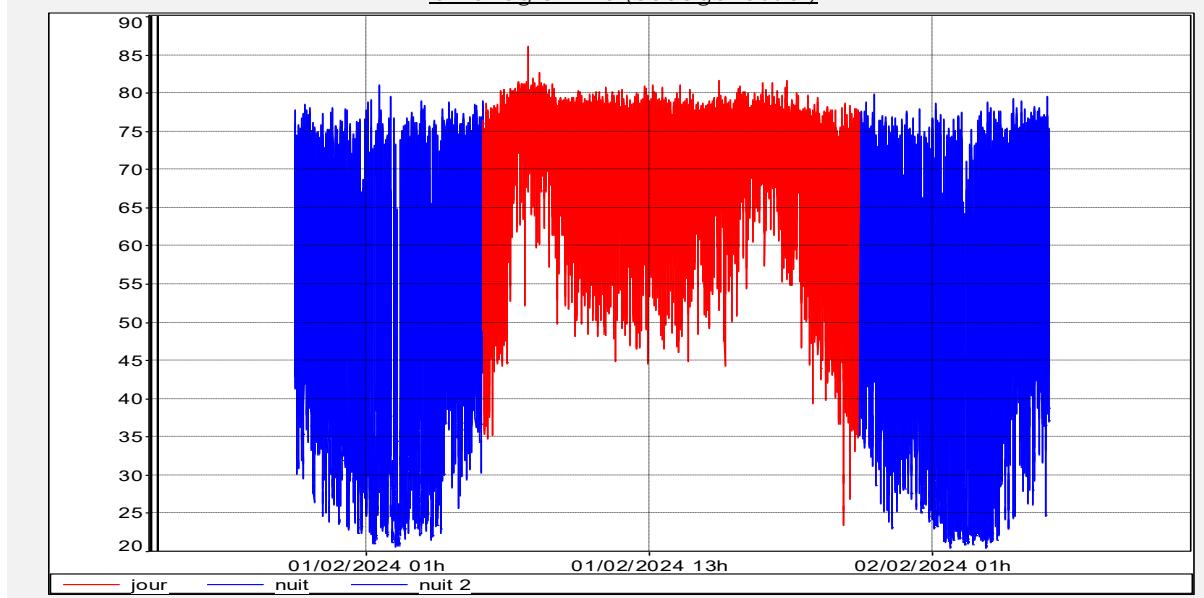
Emplacement du point de mesure



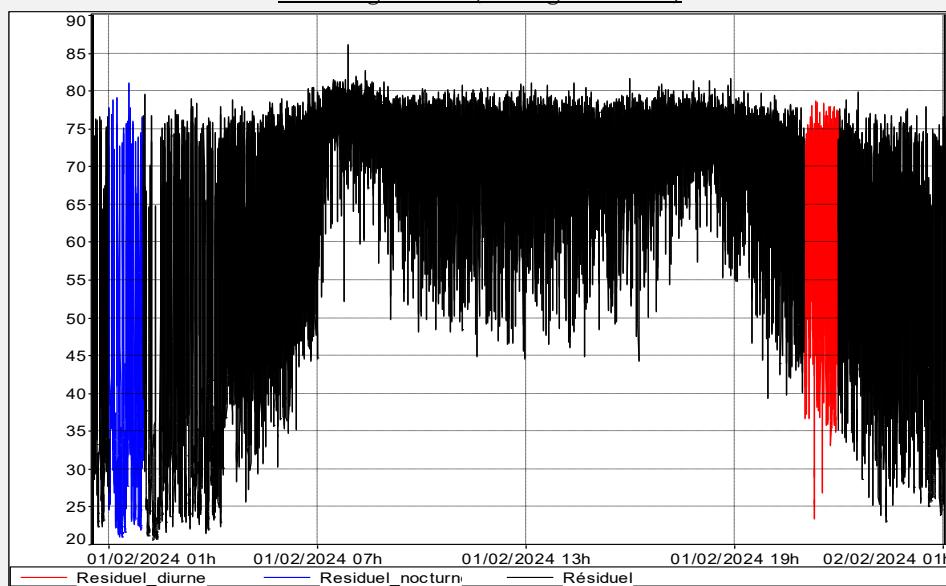
Photo



Chronogramme (codage routier)



Chronogramme (codage résiduel)



Codage résiduel

Fichier	1_F11						
Début	31/01/2024 15:52:36						
Fin	02/02/2024 11:56:33						
Source	Residuel_diurne			Residuel_nocturne			
Lieu	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB	
F11 [Leq A]	69,5	40,0	58,7	62,9	22,2	32,6	
F11 [Oct 63Hz]	62,6	41,1	53,0	60,5	28,3	34,0	
F11 [Oct 125Hz]	60,2	35,1	50,6	54,9	21,6	28,1	
F11 [Oct 250Hz]	56,0	28,6	42,7	50,2	19,7	24,2	
F11 [Oct 500Hz]	59,9	32,3	49,2	54,7	18,8	26,2	
F11 [Oct 1kHz]	67,4	38,5	57,0	60,1	15,4	30,5	
F11 [Oct 2kHz]	62,9	29,3	49,2	56,7	12,6	22,3	
F11 [Oct 4kHz]	50,9	14,2	33,3	48,6	12,5	13,7	
F11 [Oct 8kHz]	38,9	10,0	16,4	39,6	10,1	10,6	

Codage routier

Fichier	1_F11		
Lieu	F11		
Type de données	Leq		
Pondération	A		
Début	31/01/2024 15:52:36		
Fin	02/02/2024 11:56:33		
Source	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
jour	74,2	55,3	70,4
nuit	65,1	24,1	42,2

Point 2

Bruit routier et résiduel

Date :	1 février 2024
Ciel :	Dégagé
Précipitations :	Nulles
Hauteur :	1.5 m su sol

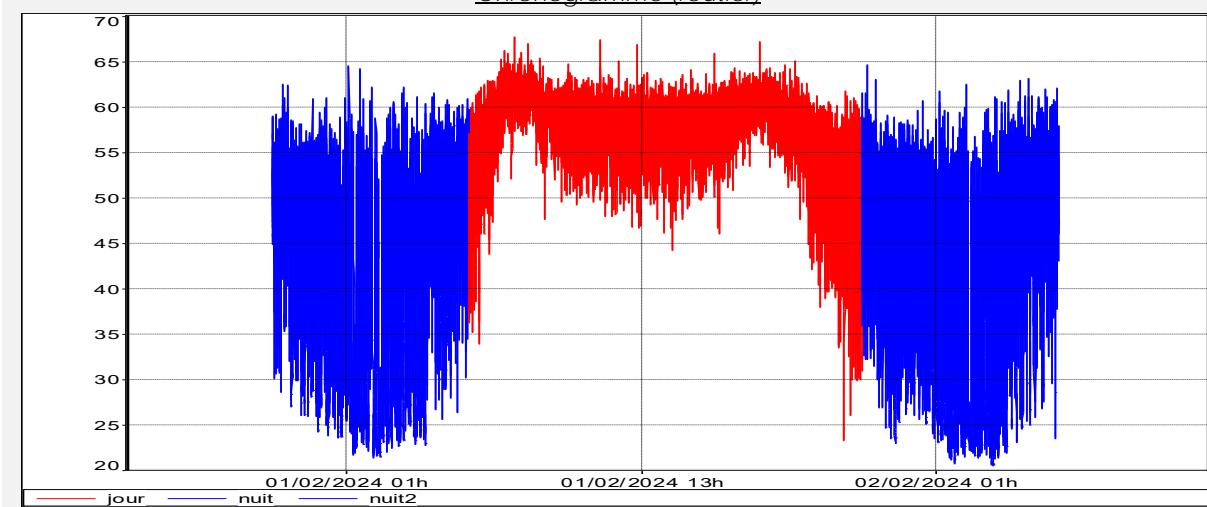
Emplacement du point de mesure

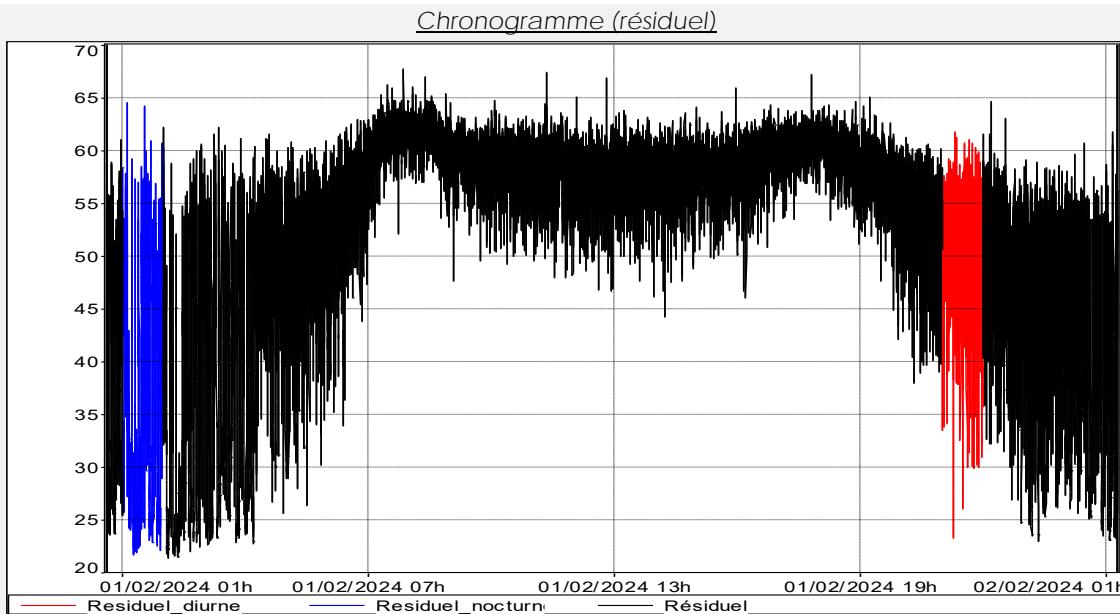


Photo



Chronogramme (routier)





Codage résiduel

Fichier	2_F10					
Début	31/01/2024 16:05:06					
Fin	02/02/2024 11:59:57					
Source	Résiduel_diurne			Résiduel_nocturne		
Lieu	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
F10 [Leq A]	53,0	36,7	49,5	47,7	23,1	33,2
F10 [Oct 63Hz]	57,0	40,2	51,6	56,0	27,6	33,3
F10 [Oct 125Hz]	48,3	26,8	42,2	43,2	19,9	25,0
F10 [Oct 250Hz]	40,6	25,1	36,2	37,4	21,0	27,0
F10 [Oct 500Hz]	46,0	29,9	41,9	43,1	19,5	28,9
F10 [Oct 1kHz]	51,2	35,0	47,8	45,4	15,9	30,7
F10 [Oct 2kHz]	45,2	25,9	39,9	39,4	13,2	22,1
F10 [Oct 4kHz]	33,0	13,0	25,2	30,5	13,0	15,5
F10 [Oct 8kHz]	19,2	13,3	14,2	19,8	13,4	14,2

Codage routier

Fichier	2_F10		
Lieu	F10		
Type de données	Leq		
Pondération	A		
Début	31/01/2024 16:05:06		
Fin	02/02/2024 11:59:57		
Source	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
jour	58,9	51,0	58,0
nuit	49,4	24,0	39,9

Point 3

Bruit routier et résiduel

Date : 1 février 2024
 Ciel : Dégagé
 Précipitations : Nulles
 Hauteur : 1.5 m su sol

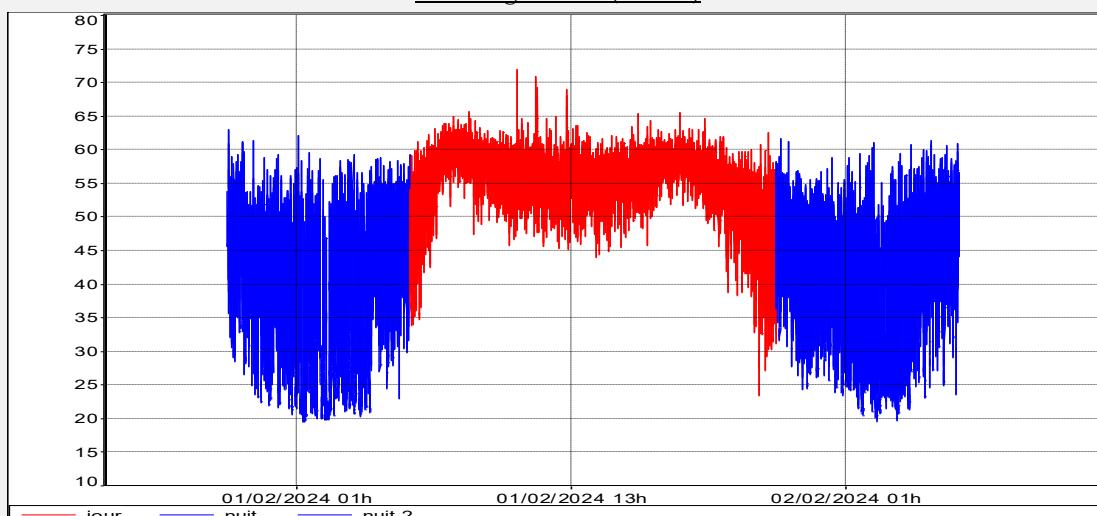
Emplacement du point de mesure

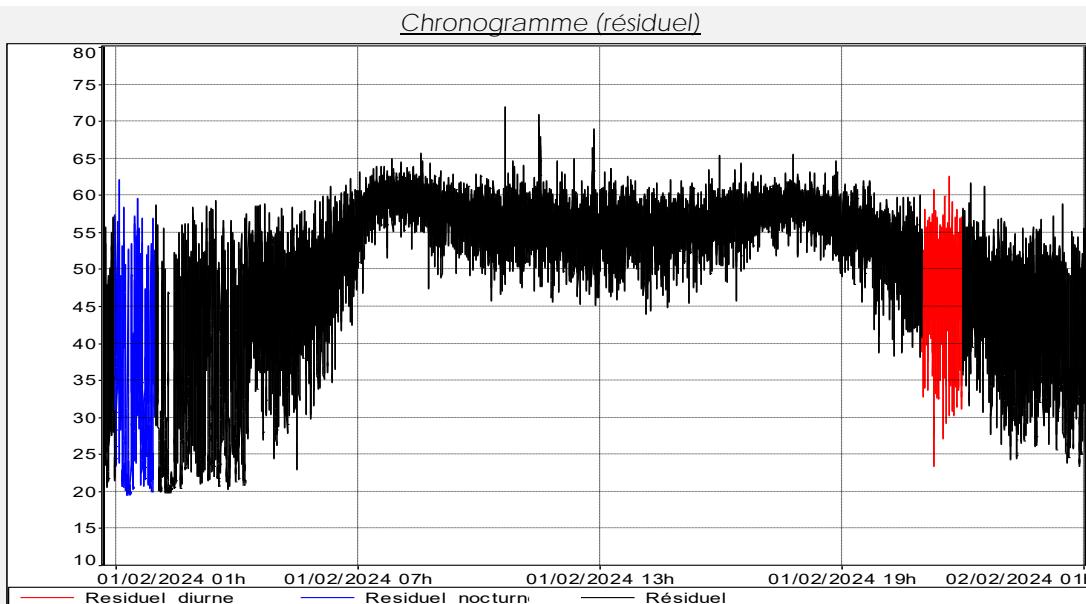


Photo



Chronogramme (routier)





Codage résiduel

Fichier	3_F16					
Début	31/01/2024 16:38:25					
Fin	02/02/2024 12:14:11					
Source	Résiduel_diurne			Résiduel_nocturne		
Lieu	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
F16 [Leq A]	50,8	35,4	48,5	45,2	20,4	31,4
F16 [Oct 63Hz]	54,6	41,4	50,8	52,7	27,2	34,0
F16 [Oct 125Hz]	48,0	31,1	44,0	42,0	21,9	27,4
F16 [Oct 250Hz]	39,0	23,0	35,4	33,2	15,3	20,9
F16 [Oct 500Hz]	43,6	28,7	40,7	39,1	15,5	25,1
F16 [Oct 1kHz]	49,0	33,6	46,8	43,2	14,0	29,2
F16 [Oct 2kHz]	42,6	25,1	38,8	36,7	10,5	20,7
F16 [Oct 4kHz]	31,7	12,5	23,9	28,4	11,4	12,2
F16 [Oct 8kHz]	18,2	10,6	12,1	17,0	10,5	10,7

Codage routier

Fichier	3_F16		
Lieu	F16		
Type de données	Leq		
Pondération	A		
Début	31/01/2024 21:20:05		
Fin	02/02/2024 05:30:00		
Source	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
jour	56,9	49,3	55,9
nuit	47,0	24,5	37,5

Point 4

Bruit routier et résiduel

Date :	1 février 2024
Ciel :	Dégagé
Précipitations :	Nulles
Hauteur :	1.5 m su sol

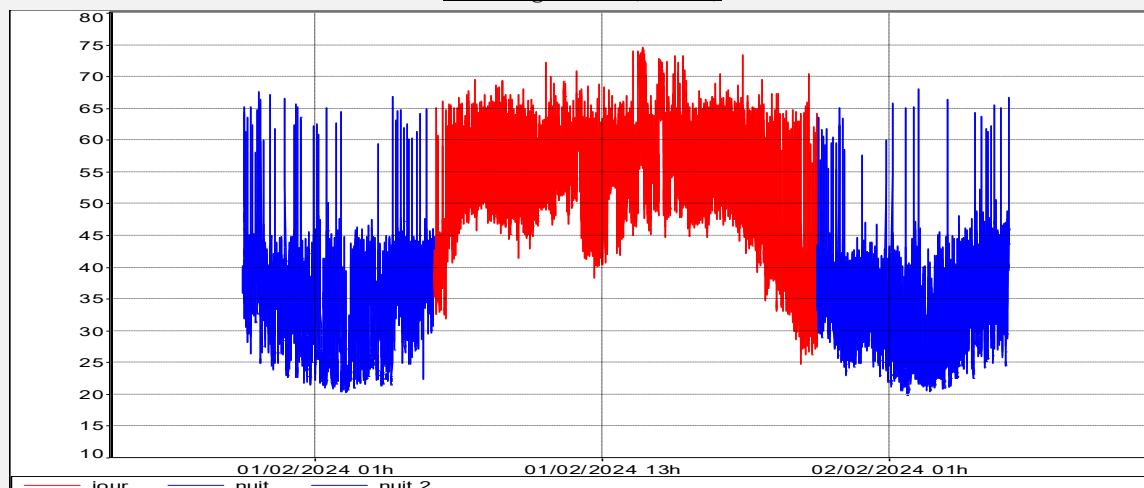
Emplacement du point de mesure



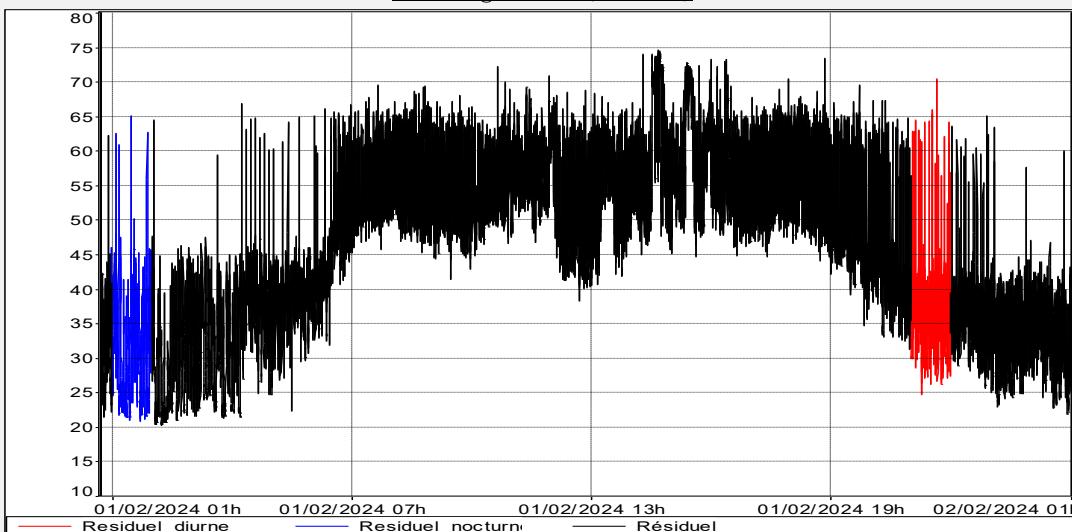
Photo



Chronogramme(routier)



Chronogramme (résiduel)



Codage résiduel

Fichier	4_F8					
Début	31/01/2024 16:28:27					
Fin	02/02/2024 11:46:35					
Source	Residuel_diurne			Residuel_nocturne		
Lieu	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
F8 [Leq A]	49,7	29,1	37,2	42,8	21,9	29,7
F8 [Oct 63Hz]	52,6	37,3	43,7	48,2	29,3	33,7
F8 [Oct 125Hz]	45,0	29,0	32,5	35,7	24,6	27,5
F8 [Oct 250Hz]	40,2	23,5	27,4	32,9	20,1	24,0
F8 [Oct 500Hz]	42,6	24,8	30,9	36,0	17,9	23,9
F8 [Oct 1kHz]	48,0	26,3	35,4	40,6	14,3	27,0
F8 [Oct 2kHz]	41,5	17,0	27,2	35,3	11,2	20,1
F8 [Oct 4kHz]	29,1	10,9	13,1	25,2	10,7	12,0
F8 [Oct 8kHz]	19,3	14,4	14,5	19,2	14,4	14,5

Codage routier

Fichier	4_F8		
Lieu	F8		
Type de données	Leq		
Pondération	A		
Début	31/01/2024 16:28:27		
Fin	02/02/2024 11:46:35		
Source	Leq particulier dB	L90 dB	L50 dB
jour	59,5	40,9	50,9
nuit	43,1	23,0	30,9

12. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Distance émetteur/récepteur

En dessous de 100 m des voies routières, les conditions météorologiques ont une influence négligeable sur les niveaux sonores.

Tableau de définition de l'influence des conditions météorologiques

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

U1 : vent fort ($3 < v < 5$ m/s) – contraire au sens source – récepteur	T1 : jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent
U2 : vent moyen ($1 < v < 3$ m/s) - contraire au sens source – récepteur ou vent fort peu contraire	T2 : idem T1 mais au moins une condition non vérifiée
U3 : vent nul ou vent quelconque de travers	T3 : lever ou couché du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
U4 : vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant	T4 : nuit et (nuageux ou vent)
U5 : vent fort portant	T5 : nuit et ciel dégagé et vent faible
-- Etat météorologique conduisant à une très forte atténuation du niveau sonore	
- Etat météorologique conduisant à une forte atténuation du niveau sonore	
Z Etat météorologique nuls ou négligeables	
+	Etat météorologique conduisant à renforcement faible du niveau sonore
++	Etat météorologique conduisant à renforcement moyen du niveau sonore

Conditions météorologiques rencontrées pendant les périodes d'analyses (Données Info climat – station d'Elven)

En dessous de 100 m des voies routières, les conditions météorologiques ont une influence négligeable sur les niveaux sonores.

- Surface du sol : humide
- Couverture nuageuse : dégagé
- Vent : faible, secteur Sud-Ouest
- Température : de 10 à 14 °C
- Pression atmosphérique : environ 1034 hPa

13. MATERIEL UTILISE

Instruments de mesures acoustiques

Marque / Modèle	ID	N° Série	Préamp.	Micro.	Calibreur		Préamp. externe
					Type	N°	
01 dB FUSION	F8	11821	-	291909	CAL 21	34375223	1707056
01 dB FUSION	F10	11823	-	449348	CAL 21	34582845	2113014
01 dB FUSION	F11	12230	-	330818	CAL 21	34582845	1915039
01 dB FUSION	F16	12339	-	331389	CAL 21	3475226	1936177

Nota :

- Sonomètres intégrateurs de classe 1, conformément à la norme NF EN 61672.
- Etalonnés en laboratoire depuis moins de deux ans et calibré avant chaque campagne de mesures.

Logiciel

Logiciel	Version	Description
dBTrait	6.4	Analyse des mesures acoustiques
CadnaA		Modélisation propagation sonore

14. NOTIONS D'ACOUSTIQUE

Lp

Niveau de pression acoustique donné à une distance de la source et perçu en ce point ; il s'exprime en dB(A).

Lw

Niveau de puissance acoustique caractérisant l'appareil et servant de base de calcul pour déterminer une pression à une distance donnée ; il s'exprime en dB(A) et ne dépend pas de la distance : c'est une valeur intrinsèque à la source.

Courbe ISO / NR

La courbe à laquelle un spectre mesuré peut être comparé. Elle permet une qualification et une quantification du bruit mesuré en fonction des fréquences. (D'après la norme NF S 30-010).

Bruit résiduel

C'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit d'ambiance à l'endroit et au moment de la mesure en l'absence du bruit particulier considéré comme perturbateur.

Indices Fractiles LX

Niveau de pression acoustique pondéré A dépassé pendant X% de l'intervalle de temps considéré- Les L90 et L50 niveaux sonores dépassés pendant 90 et 50% du temps) sont les plus utilisés pour caractériser une ambiance sonore.

Emergence

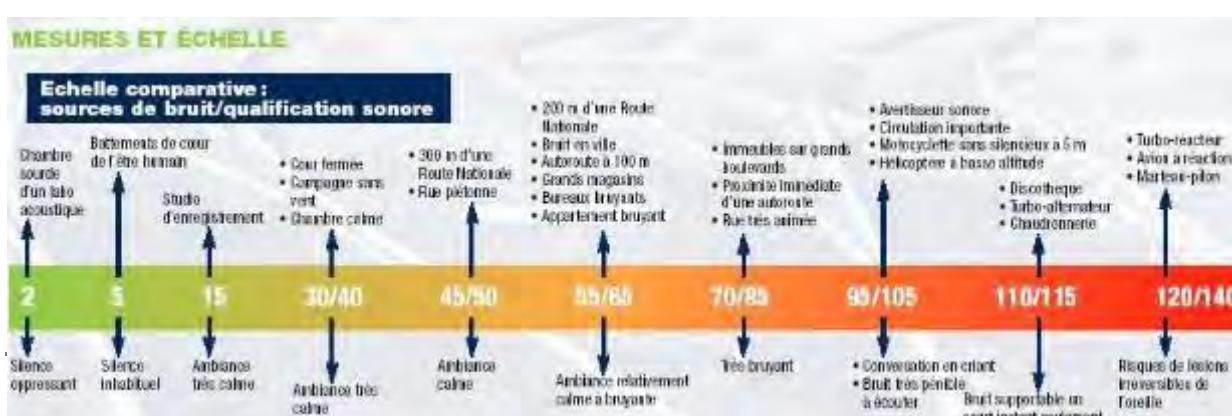
Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier.

Perception oreille

20 Hz – 20 000 Hz.

Echelle comparative de niveaux sonores

L'échelle ci-dessous est donnée à titre indicatif afin de mieux se rendre compte des niveaux sonores présentés



ANNEXE 6

Règlement du lotissement et annexe paysagère



PERMIS D'AMENAGER

COMMUNE D'ELVEN

Lotissement « Le Moulin à Vent »

MODIFICATIF N°1

PA10 / REGLEMENT DU PERMIS D'AMENAGER

Art. R. 442-6 a du code de l'urbanisme



NICOLAS
associes

SELARL NICOLAS ASSOCIES

Géomètres-Experts - Urbanistes diplômés

AGENCE D'AURAY

Immeuble Océania-Porte Océane 2
23, rue du Commerce - BRECH - 56400 AURAY
Tel. +33 97 24 12 37 • Fax. +33 97 56 22 25
Email : auray@selarlnicolas.fr

WWW.NICOLAS-ASSOCIES.COM

Maître d'ouvrage :

CREDIT AGRICOLE IMMOBILIER

12 Place des Etats-Unis
92120 MONTROUGE



DISPOSITIONS GÉNÉRALES

A- OBJET DU RÈGLEMENT

Le présent règlement fixe les règles particulières et servitudes d'intérêt général applicables en matière d'occupation du sol et d'utilisation des sols à l'intérieur de l'opération. Il est opposable et s'impose à quiconque détient ou occupe, à quelque titre que ce soit, tout ou partie de l'opération.

Il doit être reproduit dans tout acte translatif ou locatif de parcelle ou de chaque location, qu'il s'agisse d'une première vente ou location, de revente, ou de locations successives.

Le règlement applicable au présent lotissement, dont l'usage principal sera pour de l'habitation individuelle, concerne la zone 1AUb définie sur le Plan Local d'Urbanisme de la commune de ELVEN. Ce règlement s'ajoute en complément des règles du Plan Local d'Urbanisme en vigueur.

B- CHAMP D'APPLICATION TERRITORIAL

Le présent règlement s'applique à l'opération située dans la commune de ELVEN

L'ensemble du terrain loti est cadastré section AM sous le numéro n°77, 78 et 80 ou tout autre numéro donné par le service du cadastre pour une superficie d'environ 32 944 m² (cette superficie ne sera définitive qu'après bornage).

L'opération prend le nom de « Le Moulin à Vent ». Elle sera réalisée en 59 lots.

La répartition des superficies approximatives est la suivante :

Superficies privatives	24 306m²
Superficie des parties communes dont :	7 701 m²
· Voirie / Placette	3 792 m ²
· Stationnement	377 m ²
· Espaces verts	1 004 m ²
· Noue	1 516 m ²
· Chemin piéton	400 m ²
· Talus sur espaces communs	558 m ²
· Espace de dépôt OM	28 m ²
· Espace Transformateur (si nécessaire)	26 m ²

CHAPITRE 1 - DESTINATION DES CONSTRUCTIONS, USAGE DES SOLS ET NATURES D'ACTIVITE

ARTICLE 1/2 - INTERDICTION ET LIMITATION DE CERTAIN USAGES ET AFFECTATIONS DES SOLS, CONSTRUCTIONS ET ACTIVITES

Le présent lotissement est destiné à recevoir des constructions à usage d'habitation et aux activités compatibles avec l'habitat. La subdivision des lots est interdite.

ARTICLE 3 - MIXITE FONCTIONNELLE ET SOCIALE

Le nombre de logements correspond à au moins 20% du nombre de lots du programme pour la réalisation de logements abordables (locatif social de type PLAI, PLUS, locatif intermédiaire de type PLS), dans le respect du PLH.

Le présent lotissement est destiné à recevoir 8 logements destinés aux primo-accédants (lots 32 à 39 : conformément au plan de composition).

Le présent lotissement est également destiné à recevoir des logements sociaux. (lot 4:conformément au plan de composition).

CHAPITRE 2 - CARACTERISTIQUES URBAINE, ARCHITECTURALE, ENVIRONNEMENTALE ET PAYSAGERE

ARTICLE 4 - VOLUMETRIE ET IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS

4.1 IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX VOIES ET EMPRISES PUBLIQUES ET AUX LIMITES SEPARATIVES

L'implantation des constructions devra respecter un retrait minimal de 3.00 mètres vis-à-vis des propriétés riveraines bâties de la zone 1Aub sauf mention précisé dans l'OAP.

L'implantation des constructions se fera à l'intérieur de la zone constructible définie au plan de composition (zones bleues sur le plan de composition). Cette implantation devra être édifiées soit en limite séparative soit en recul d'au moins 2m de la limite séparative.

L'implantation se fera dans le respect des règles de bon ensoleillement du bâti et des jardins ainsi que dans la bonne gestion des vis-à-vis et de l'intimité des espaces privés en harmonie avec les formes urbaines et la qualification des formes architecturales.

Conformément au plan de composition, les constructions se trouvant au Sud de l'opération devront être édifiées en recul de 50.00m de la limite d'emprise de la RN166.

Conformément au plan de composition, les lots 31 à 38 devront s'implanter à la ligne d'accroche obligatoire pour une partie de la construction. (1/3 minimum du linéaire d'une façade ou d'un pignon).

Les abris de jardin devront se situer à l'intérieur de la zone constructible définie au plan de composition (zones bleues ou violettes) ou sur la zone mauve

prévue à cet effet.

4.2 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS LES UNES PAR RAPPORT AUX AUTRES SUR UNE MÊME PROPRIÉTÉ

L'implantation des constructions se fera à l'intérieur de la zone constructible définie au plan de composition.

4.3 - COEFFICIENT DE PLEINE TERRE

Un coefficient de pleine terre est appliquée. Ce dernier devra être au minimum de 20 %.

4.4 - EMPRISE AU SOL DES CONSTRUCTION

Chaque lot peut accueillir un abri de jardin de 12 m² maximum d'emprise au sol.

L'emprise au sol maximale des constructions est fixée comme suit :

N°de lot	Superficie (m ²)	Emprise au sol max (m ²)
1	444	155,00
2	379	155,00
3	382	155,00
4	2107	1 000,00
5	512	155,00
6	416	155,00
7	422	155,00
8	429	155,00
9	429	155,00
10	429	155,00
11	429	155,00
12	564	155,00

13	471	155,00
14	480	155,00
15	461	155,00
16	422	155,00
17	414	155,00
18	372	155,00
19	371	155,00
20	327	155,00
21	327	155,00
22	345	155,00
23	316	155,00
24	343	155,00
25	830	200,00
26	551	200,00
27	480	155,00
28	480	155,00
29	480	155,00
30	420	155,00
31	360	155,00
32	188	100,00
33	208	100,00
34	205	100,00
35	201	100,00
36	198	100,00
37	195	100,00
38	185	100,00
39	394	155,00
40	324	155,00

41	355	155,00
42	323	155,00
43	438	155,00
44	336	155,00
45	408	155,00
46	398	155,00
47	348	155,00
48	348	155,00
49	348	155,00
50	340	155,00
51	338	155,00
52	364	155,00
53	360	155,00
54	365	155,00
55	334	155,00
56	394	155,00
57	381	155,00
58	375	155,00
59	463	155,00

4.5 - HAUTEUR MAXIMALE DES CONSTRUCTIONS

Pour les constructions la hauteur maximale ne doit pas excéder 6 m au sommet de façade et 10 m au point le plus haut.

Pour les constructions édifiées sur des terrains à forte pente, une hauteur supérieure pourra être autorisée pour les parties de la construction situées dans la partie basse pour permettre un niveau constant

à l'égout de toiture. Cette hauteur ne pourra pas excéder une hauteur maximale de 11 m.

La hauteur des annexes, mesurée à partir du sol naturel, ne peut excéder 3,5 mètres à l'égout des toitures ou au sommet de l'acrotère.

ARTICLE 5 - QUALITE URBAINE, ARCHITECTURALE, ENVIRONNEMENTALE ET PAYSAGERE

5.1 - GENERALITE

En vue d'assurer une insertion harmonieuse à l'environnement, les constructions doivent présenter une unité d'aspect par la simplicité et les proportions de leurs formes, la qualité des matériaux, le choix des couleurs extérieures et l'harmonie des annexes avec l'ensemble des constructions existantes.

Les constructions doivent s'intégrer à l'environnement architectural existant.

5.2 - LES CLOTURES

Les clôtures ne sont pas obligatoire.

Les clôtures non végétales préexistantes de qualité particulière telles que les murs en pierres, doivent être entretenues et conservées sous réserve de ne pas compromettre le projet architectural.

Clôture sur voies ou emprise publique :

La hauteur maximale sera de 1.50 m.

Les parpaings apparents, les palplanches, les brises vues textiles et les brandes ne sont pas autorisées.

Clôture en limite séparative

La hauteur maximale sera de 2.00 m.

Les parpaings apparents et les palplanches ne sont pas autorisées.

5.3 - TOITURES

Les constructions doivent être réalisées par des toitures à pentes dites traditionnelles, en toitures terasses, ou bien à faible pente. La combinaison des deux est autorisées.

Dans le cas de toitures traditionnelles, la couverture des constructions et des annexes devra respecter l'aspect dominant des couvertures existant dans l'environnement immédiat et les enjeux de cohérence patrimoniale avec les noyaux historiques de la commune. L'aspect « ardoise naturelle » sera ainsi le plus souvent à privilégier.

Dans le cas de toitures terrasses ou à faible pente, la végétalisation sera privilégiée et les matériaux de couverture devront en tout cas présenter un aspect compatible avec leur perceptibilité.

5.4 - ANNEXES

L'implantation des abris de jardin est définie au plan de composition par un aplat mauve. Cette dernière est destinée à recevoir uniquement un Abris de Jardin.

Les abris de jardin doivent ainsi s'harmoniser avec l'ensemble des constructions existantes. L'utilisation de la tôle est interdites quel que soit sa surface.

ARTICLE 6 - TRAITEMENT ENVIRONNEMENTAL ET PAYSAGER DES ESPACES NON BATIS ET ABORDS DES CONSTRUCTIONS

6.1 ESPACES LIBRES ET PLANTATIONS

Les plantations existantes devront être maintenues ou remplacées par des plantations équivalentes. Tout projet impactant un élément contribuant à la trame verte et bleue (haie, bois, zone humide, etc.) devra se conformer aux prescriptions définies dans le chapitre « dispositions applicables à l'ensemble des zones ».

De nouvelles plantations viendront compléter les plantations existantes pour renforcer la présence végétale du site.

Les arbres en limite Nord-Ouest ainsi qu'en limite Sud devront être conservés conformément à l'OAP du PLU. Ces éléments doivent être protégés car ils contribuent aux continuités écologiques de la Trame Verte et Bleu.

Suite aux préconisations de l'étude d'impact un corridor écologique à conserver est mis en place en limite Est de l'opération, dans les lots 25 à 31.

Les lots 4 et 5, devront réaliser une haie en limite Ouest de leur terrain afin d'intégrer l'opération dans son environnement naturel. La mise en place et l'entretien de celle-ci sera à la charge de l'acquéreur.

Les acquéreurs des lots individuels en accession libre devront obligatoirement planter au minimum un arbre sur leur lot.

3 arbres devront être plantés sur le macro-lot.

La liste des espèces à planter pour les arbres et les haies est disponible en annexe n°2.

Pour la gestion des eaux pluviales, des noues paysagères seront mises en place au sein de l'opération. Ces dernières seront plantées et permettront de conforter la trame végétale du site déjà existante ainsi que de réguler les eaux pluviales.

En dehors des accès au garage et à l'habitation qui pourront être traités en revêtements enrobés, pavés ou similaire, les surfaces des lots non construites seront aménagées en espace d'agrément : allées sablées ou gravillonnées, pelouse, haies, arbustes, etc.

6.2 COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION

Aucune disposition complémentaire au document d'urbanisme en vigueur.

6.3 STATIONNEMENT

L'acquéreur devra aménager conformément au plan de composition, à sa charge, 2 places de stationnement pour les voitures à l'intérieur de son lot en plus du garage éventuel. Le lot 4 devra quant à lui réaliser 1 place de stationnement par logement. Cette place aura une profondeur de 5 mètres pour une largeur de 2.5 mètres.

De plus, 28 places de stationnement seront réalisées au sein de l'opération.

CHAPITRE 3 - EQUIPEMENTS ET RESEAUX

ARTICLE 8 - DESSERTE PAR LES VOIES PUBLIQUES ET PRIVEES

8.1 - Accès à l'opération :

L'opération sera desservie par l'avenue de l'Argoët au Nord de l'opération.

8.2 - Accès aux lots :

L'ensemble des lots seront desservis à partir des voies internes de l'opération. Conformément au plan de composition, les accès aux lots sont imposés pour l'ensemble des lots hormis le lot 4 qui comporte un accès au lot préconisé.

8.3 - Collecte des déchets ménagers

Il appartient à chaque propriétaire de déposer son sac à ordures ménagères dans les conteneurs prévus à cet effet sur l'opération le long de l'Avenue de l'Argoët.

Chaque propriétaire devra donc se conformer aux règles édictées par le service de collecte du Centre Morbihan Communauté du Golf du Morbihan - Vannes Agglomération.

ARTICLE 9 - DESSERTE PAR LES RESEAUX

Tous les dispositifs relatifs aux raccordements des réseaux doivent être conformes aux règlements en vigueur et soumis à l'approbation des services compétents.

8.1 Alimentation en eau

Toute construction sera desservie par la conduite de distribution d'eau potable située sous l'avenue de l'Argoët au Nord de l'opération. Chaque lot possédera

un citerneau situé à l'intérieur de celui-ci.

L'acquéreur aura à sa charge la pose du compteur et du robinet d'arrêt ainsi que le raccordement jusqu'à sa construction depuis le citerneau posé par le lotisseur.

8.2 Assainissement Eaux pluviales

Il est précisé que le réseau d'assainissement d'eaux pluviales n'est pas étudié pour desservir les caves et sous-sols éventuels.

Les acquéreurs réaliseront le raccordement aux réseaux d'eaux pluviales de manière gravitaire. Ils s'assureront, préalablement à l'édification de leur construction, que le niveau retenu pour celle-ci permet bien, après vérification des cotes des branchements réalisés dans leur lot, un raccordement aux réseaux existants.

Les eaux pluviales des lots individuels seront collectées et interceptées à la parcelle. L'acquéreur aura à sa charge et sous sa responsabilité, les aménagements nécessaires à l'évacuation des eaux pluviales issues de son lot et de sa construction édifiée sur celui-ci.

Il devra obligatoirement réaliser un puisard d'un volume de 3m³.

L'acquéreur pourra faire précédé son puisard d'une cuve de récupération, laquelle sert de réserve d'eau pour l'arrosage, le lavage des voitures, les toilettes ou plus... Le trop plein sera ensuite évacué vers le branchemen réalisé par le lotisseur ou rejeté dans les cours d'eaux existants ou la noue mise en place sur l'opération.

8.3 Assainissement Eaux usées

Il est précisé que le réseau d'assainissement d'eaux usées n'est pas étudié pour desservir les caves et les sous-sols éventuels.

Un réseau collectif de diamètre 200mm en PVC, sera mis en place dans la voie interne du lotissement. Le rejet se fera dans le réseau existant de l'avenue de l'Argoët au Nord de l'opération.

Un branchement sera mis en place pour chaque lot aux frais du lotisseur.

L'acquéreur aura à sa charge le raccordement jusqu'à sa construction depuis le regard de branchement posé par le lotisseur.

8.4 Electricité

Les lots seront desservis par un réseau souterrain d'électricité basse tension.

Chaque lot possédera un coffret « électrique » en limite de propriété.

L'acquéreur aura à sa charge le raccordement jusqu'à sa construction depuis le coffret ENEDIS posé par le lotisseur ou par ENEDIS.

8.5 Téléphone

Les lots seront desservis par un réseau génie civil souterrain et devra accueillir le passage des réseaux haut et très haut débit conformément aux dispositions de l'article L.332-15 du code de l'urbanisme.

Chaque lot possédera un citerneau de raccordement situé à l'intérieur de celui-ci.

L'acquéreur aura à sa charge le raccordement jusqu'à sa construction depuis le citerneau posé par

le lotisseur.

8.6 Position des ouvrages & intégration des coffrets

La position des ouvrages techniques (citerneaux, coffrets ...) tient compte des accès aux lots. Les acquéreurs auront la possibilité de demander le déplacement éventuel de ces ouvrages à leur frais exclusifs.

Les coffrets techniques seront intégrés dans un muret en pierre sèche ou en parpaings enduits, mais devront rester accessibles à tout moment. Ces murets seront réalisés par les acquéreurs.

ARTICLE 14 - SURFACE DE PLANCHER

La surface de plancher constructible du lotissement est fixée à 9 695 m².

Elle est répartie conformément au tableau suivant :

N°de lot	Superficie	Surface de plancher (m ²)
1	444	155,00
2	379	155,00
3	382	155,00
4	2107	1 000,00
5	512	155,00
6	416	155,00
7	422	155,00
8	429	155,00
9	429	155,00
10	429	155,00
11	429	155,00

12	564	155,00
13	471	155,00
14	480	155,00
15	461	155,00
16	422	155,00
17	414	155,00
18	372	155,00
19	371	155,00
20	327	155,00
21	327	155,00
22	345	155,00
23	316	155,00
24	343	155,00
25	830	200,00
26	551	200,00
27	480	155,00
28	480	155,00
29	480	155,00
30	420	155,00
31	360	155,00
32	188	100,00
33	208	100,00
34	205	100,00
35	201	100,00
36	198	100,00
37	195	100,00
38	185	100,00
39	394	155,00

40	324	155,00
41	355	155,00
42	323	155,00
43	438	155,00
44	336	155,00
45	408	155,00
46	398	155,00
47	348	155,00
48	348	155,00
49	348	155,00
50	340	155,00
51	338	155,00
52	364	155,00
53	360	155,00
54	365	155,00
55	334	155,00
56	394	155,00
57	381	155,00
58	375	155,00
59	463	155,00

ARTICLE 15 – PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

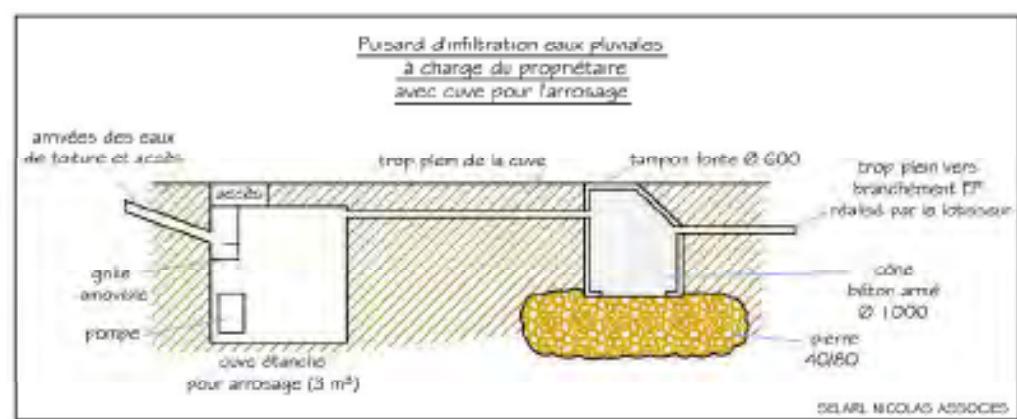
Les constructions privilieront une conception et une consommation d'énergie, compatibles avec le concept de développement durable. L'emploi d'énergies renouvelables, économies et non polluantes sera privilégié.

ANNEXE N°1 – PUISARD ET CUVE

Procédé obligatoire



Procédé conseillé



ANNEXE N°2: PALETTE VEGETALE POUR LA PLANTATION DES ARBRES ET HAIES

Afin d'intégrer au maximum le nouveau quartier dans son environnement écologique et paysager, l'ensemble des arbres tiges et arbustes plantés seront des essences indigènes, se développant dans l'habitat de fruticées atlantiques.

ARBRES



- Nom scientifique : *Acer campestre*
- Nom commun : Erable champêtre
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sol
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 10m

- Nom scientifique : *Castanea sativa*
- Nom commun : Chataigner
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 20m

- Nom scientifique : *Quercus ilex*
- Nom commun : Chêne vert
- Méthode de conduite de l'arbre : Cépée
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sol
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 15m



- Nom scientifique : *Quercus pyrenaica*
- Nom commun : Chêne tauzin
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Sec et acide
- Port : Étalé
- Hauteur souhaitée à terme : 10m



- Nom scientifique : *Tilia cordata*
- Nom commun : Tilleul
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sol
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 15 m



- Nom scientifique : *Carpinus betulus*
- Nom commun : Charme commun
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 20m



- Nom scientifique : *Sorbus aucuparia*
- Nom commun : Sorbier des oiseleurs
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais à humide
- Port : Ovale puis arrondi
- Hauteur souhaitée à terme : 12 m



- Nom scientifique : *Rhamnus frangula*
- Nom commun : Bourdaine
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tout type de sols
- Port : fastigié
- Hauteur souhaitée à terme : 7 m

HAIES



- Nom scientifique : *Corylus avellana*
- Nom commun : Noisetier commun
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Cornus sanguinea*
- Nom commun : Cornouiller sanguin
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Osmanthus heterophyllus*
- Nom commun : Osmanthe
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Mespilus germanica*
- Nom commun : Néflier
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Ligustrum vulgare*
- Nom commun : Troène commun
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Carpinus betulus*
- Nom commun : Charme
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Cornus officinalis*
- Nom commun : Cornouiller officinal
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Sambucus nigra*
- Nom commun : Sureau noir
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Corylus maxima purpurea*
- Nom commun : Noisetier pourpre
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum

PERMIS D'AMENAGER COMMUNE D'ELVEN

Lotissement « Le Moulin à Vent »

ANNEXE PAYSAGERE PALETTE VEGETALE

PLANTATIONS DANS LES NOUES PAYSAGÈRES : ARBRES

Les noues et bassins d'infiltration sont plantés avec des essences adaptées au milieux humides, pouvant supporter une submersion temporaire. Les essences sélectionnées sont espèces locales, afin de s'intégrer au mieux à l'environnement écologique du site.



- Nom scientifique : *Fagus sylvatica*
- Nom commun : Hêtre commun
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Sols frais à humides
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 20m



- Nom scientifique : *Salix alba*
- Nom commun : Saule blanc
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Sol frais à humide
- Port : Étalé
- Hauteur souhaitée à terme : 15 m





- Nom scientifique : *Salix caprea*
- Nom commun : Saule marsault
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tout type de sols, modérément sec à humide
- Port : Arrondi, Pleureur
- Hauteur souhaitée à terme : 10m



- Nom scientifique : *Salix viminalis*
- Nom commun : Saule des vanniers
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Sols humides à trempés
- Port : Arrondi
- Hauteur souhaitée à terme : 10m



PLANTATIONS DANS LES NOUVEAUX PAYSAGÈRES : VIVACES



- Nom scientifique : *Iris pseudocarthus*
- Nom commun : Iris des marais
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais à humide



- Nom scientifique : *Typha latifolia*
- Nom commun : Roseau
- Essence indigène : Oui
- Sol : Humide



- Nom scientifique : *Iris laevigata*
- Nom commun : Iris d'eau japonais
- Essence indigène : Oui
- Sol : Humide



- Nom scientifique : *Rynchospora colorata*
- Nom commun : Danseuse étoile
- Essence indigène : Non
- Sol : Frais à humide



- Nom scientifique : *Lythrum salicaria*
- Nom commun : Salicaire commune
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais à humide



- Nom scientifique : *Carex acutiformis*
- Nom commun : Laîche des marais
- Essence indigène : Non
- Sol : Frais à humide



- Nom scientifique : *Carex remota*
- Nom commun : Laîche espacée
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais à humide



- Nom scientifique : *Lychnis flos cuculi*
- Nom commun : Fleur de coucou
- Essence indigène : Oui
- Sol : Humide



- Nom scientifique : *Filipendula ulmaria*
- Nom commun : Reine des prés
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais à humide



- Nom scientifique : *Persicaria bistorta*
- Nom commun : Renouée vivipare
- Essence indigène : Non
- Sol : Frais à humide

PLANTATIONS DANS LES ESPACES VERTS : ARBRES

Afin d'intégrer au maximum le nouveau quartier dans son environnement écologique et paysager, l'ensemble des arbres tiges et arbustes plantés au sein de la coulée verte seront des essences indigènes, se développant dans l'habitat de fruticées atlantiques.



- Nom scientifique : *Acer campestre*
- Nom commun : Erable champêtre
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sol
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 10m

- Nom scientifique : *Castanea sativa*
- Nom commun : Chataîgner
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 20m



- Nom scientifique : *Quercus ilex*
- Nom commun : Chêne vert
- Méthode de conduite de l'arbre : Cépée
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sol
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 15m

- Nom scientifique : *Quercus pyranica*
- Nom commun : Chêne tauzin
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Sec et acide
- Port : Étalé
- Hauteur souhaitée à terme : 10m



- Nom scientifique : *Tilia cordata*
- Nom commun : Tilleul
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sol
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 15 m

- Nom scientifique : *Carpinus betulus*
- Nom commun : Charme commun
- Méthode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais
- Port : Ovoïde
- Hauteur souhaitée à terme : 20m



- Nom scientifique : *Sorbus aucuparia*
- Nom commun : Sorbier des oiseleurs
- Methode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Frais à humide
- Port : Ovale puis arrondi
- Hauteur souhaitée à terme : 12 m

- Nom scientifique : *Rhamnus frangula*
- Nom commun : Bourdaine
- Methode de conduite de l'arbre : Tige
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tout type de sols
- Port : fastigié
- Hauteur souhaitée à terme : 7 m

PLANTATIONS DANS LES ESPACES VERTS : HAIES



- Nom scientifique : *Corylus avellana*
- Nom commun : Noisetier commun
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Mespilus germanica*
- Nom commun : Néflier
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Cornus sanguinea*
- Nom commun : Cornouiller sanguin
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Ligustrum vulgare*
- Nom commun : Troène commun
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Osmanthus heterophyllus*
- Nom commun : Osmanthe
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Carpinus betulus*
- Nom commun : Charme
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



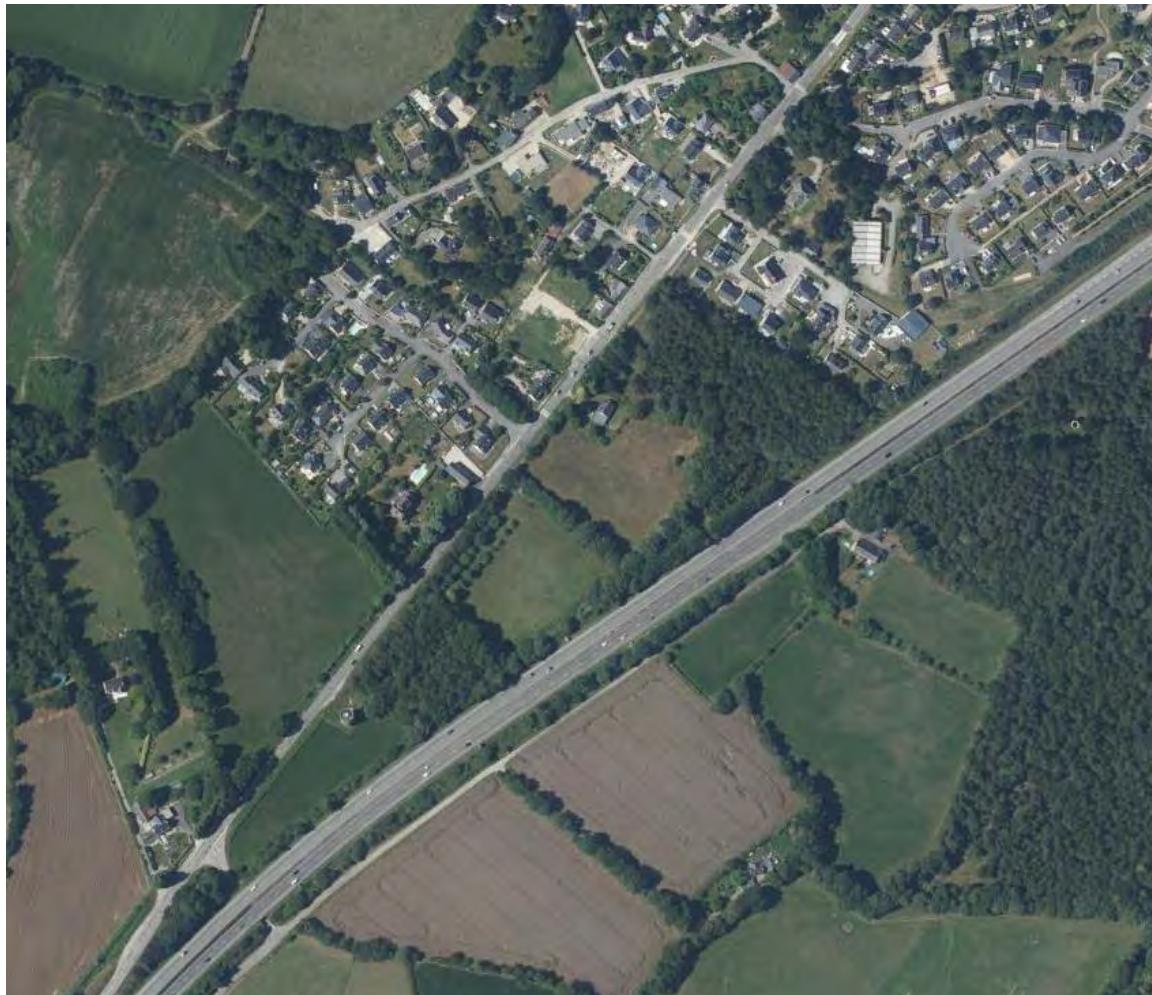
- Nom scientifique : *Cornus officinalis*
- Nom commun : Cornouiller officinal
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Sambucus nigra*
- Nom commun : Sureau noir
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



- Nom scientifique : *Corylus maxima purpurea*
- Nom commun : Noisetier pourpre
- Essence indigène : Oui
- Sol : Tous types de sols
- Port souhaité : Arbustif
- Hauteur souhaitée à terme : 2m maximum



Création d'un lotissement « Moulin à Vent »

ELVEN (56)

Résumé non technique



1- Qu'est ce qu'un résumé non technique ?.....	3
2- Le projet dans ses grandes lignes.....	3
3- Où le projet se situe-t-il ?.....	4
4- Dans quel contexte environnemental ?	5
5- En quoi consiste le projet ?	22
6- Quelles sont les raisons de ce choix ?	24
7- ... et en l'absence de projet ?.....	27
8- Quels sont les impacts du projet ?	28
9- Quelles mesures sont prévues pour limiter les impacts ?	31
10- Quels sont les effets cumulés avec d'autres projets ?	37
11- Quelles mesures se suiviront mises en œuvre ?	37

Qu'est-ce qu'un résumé non technique ?

Les projets soumis à évaluation environnementale font toujours l'objet d'un rapport d'« étude d'impacts ». Cette étude technique permet de s'assurer de la bonne intégration du projet dans son environnement.

Le Code de l'Environnement prévoit que le contenu de l'étude soit proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance des travaux et des aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

Ce document étant généralement peu accessible aux personnes non spécialistes, la réglementation impose de l'accompagner d'un résumé non technique.

Le résumé non technique est donc un document obligatoire qui accompagne l'évaluation environnementale d'un projet. A destination du grand public, il permet de présenter les principaux éléments structurants de l'étude d'impact dans un langage accessible à tous.

Pour permettre d'approfondir la lecture, des renvois aux chapitres concernés de l'étude d'impact seront mentionnés régulièrement dans ce document.



Synthèse de l'étude d'impacts

Contenu complet et transparent

Le projet dans ses grandes lignes

Maîtrise d'ouvrage

CRÉDIT AGRICOLE IMMOBILIER

Programmation

- 59 lots destinés à de l'habitat individuel
dont 8 lots destinés aux primo-accédants
- 1 lot destiné à des logements sociaux
- 28 places de stationnement visiteur

Localisation / Surfaces

Au sud-ouest du centre urbain d'Elven, délimité par :

- Au Nord, la Route Départementale D766A puis des constructions résidentielles ;
- Au Sud, la Route Nationale RN166 ;
- A l'Ouest, un boisement ;
- A l'Est, des habitations.

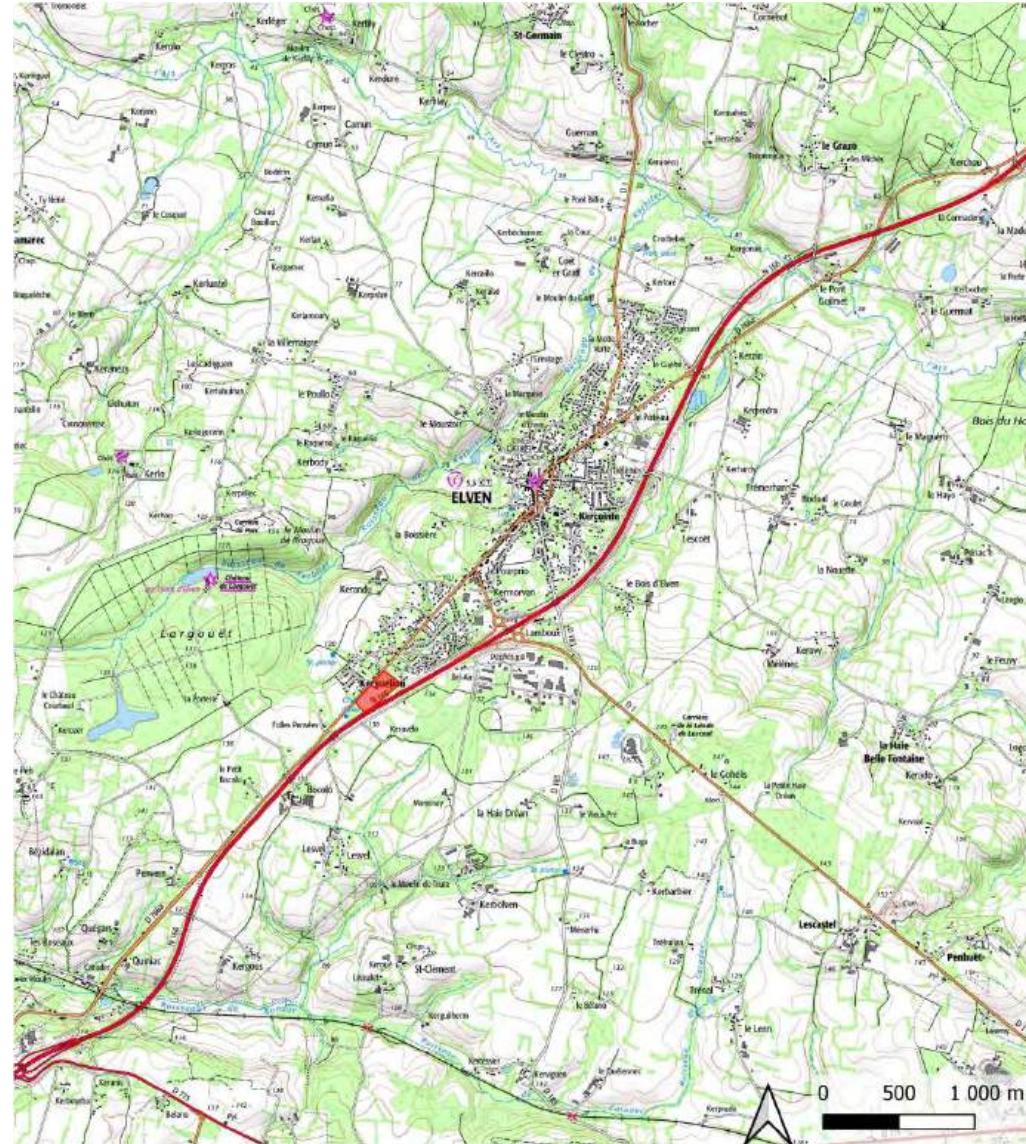
D'une emprise de 3,3 ha

Contexte

Du fait notamment de la suppression d'au moins 5000 m² de boisement, le projet a été soumis à une demande d'examen au cas par cas. Cette demande permet de présenter le projet à l'autorité environnementale afin qu'elle se prononce sur la nécessité ou non de réaliser une évaluation environnementale.

Dans son arrêté préfectoral n°2022-0110354 du 22 mars 2023, l'autorité environnementale a conclu que le projet doit faire l'objet d'une évaluation environnementale.

Où le projet se situe-t-il ?



Dans quel contexte environnemental ?

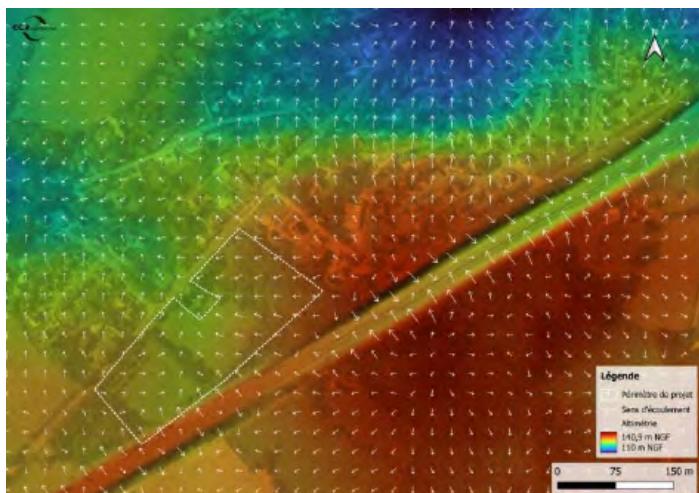
MILIEU PHYSIQUE

Climat (cf. § 3.2.1)

Climat tempéré océanique. A l'échelle régionale, le climat breton se caractérise par des vents dominants d'ouest qui apportent une forte humidité ainsi que des pluies modérées mais fréquentes.

Topographie (cf. § 3.2.2)

L'emprise du site occupe un terrain à la topographie relativement peu marqué qui converge vers le centre de la limite nord du projet. Les altitudes varient entre 126 et 135 m.



Géologie (cf. § 3.2.4)

Le projet repose sur un socle granitique (massif granitique de Questembert).

Eaux (cf. § 3.2.3)

Le projet s'inscrit dans le bassin versant du ruisseau de Kerbiler, affluent de l'Arz.

Les eaux de ruissellement de la zone de projet se dirigent vers ce ruisseau.



La zone d'étude n'appartient pas à un périmètre de protection de captage pour l'alimentation en eau potable et n'est pas vulnérable aux risques d'inondation de caves ou débordement de nappe.

Risques naturels (cf. § 3.2.6)

La commune est concernée par 2 Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI), mais la zone d'étude ne s'inscrit dans aucun zonage réglementaire. Un risque de retrait-gonflement d'argile est existant en aléa faible.

Le projet est concerné par un risque sismique faible, comme l'ensemble de la région Bretagne

Dans quel contexte environnemental ?

MILIEU NATUREL



Zonages écologiques (cf. § 3.3.1)

Aucune zone d'intérêt ne recoupe le périmètre du site du parc d'activités communautaire.

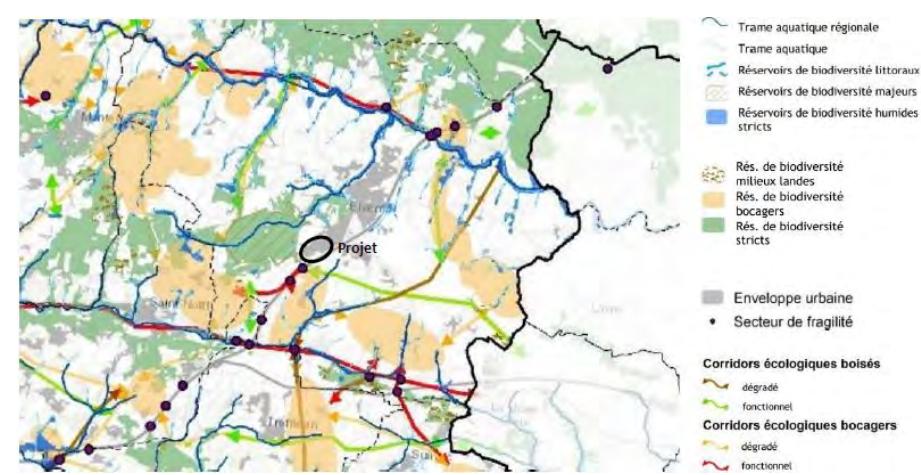
Deux Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques Faune Flore (ZNIEFF) ont été recensées à moins de 3 km et situées en aval du projet. Ces secteurs présentent un intérêt pour les espèces végétales qui s'y trouvent, et leur rôle important pour les chauves-souris et oiseaux qui y trouvent refuge et une zone d'alimentation. Certaines espèces de chauves-souris y hivernent.

La Natura 2000 la plus proche est « Chiroptères du Morbihan » (directive habitats). Elle regroupe 9 gîtes de reproduction de chauve-souris, qui concerne ici les combles et le clocher d'une église. La zone d'étude est distante de 4 km de cette protection.

Continuités écologiques (cf. § 3.3.2)

La commune d'Elven se situe entre le grand réservoir de biodiversité qu'est le Golfe du Morbihan et celui des Landes de Lanvaux. Deux corridors écologiques linéaires passent en limite communale, mais ne couvrent pas le projet.

Le site de projet n'est pas considéré comme un réservoir de biodiversité.



Trame verte et bleue du SCoT du Golfe du Morbihan Vannes Agglomération

Il est enclavé entre plusieurs éléments fragmentant de la Trame Verte et Bleue (tissu urbain, Route Nationale RN166, Route Départementale D766A) et se situe à proximité d'un point de conflit de la trame verte représentant la rupture qu'engendre la RN166 entre un réservoir bocager et un corridor bocager. La RN166 constitue un obstacle majeur à la libre circulation des espèces sur le territoire.

Dans quel contexte environnemental ?

Habitats (cf. § 3.3.3)

Les habitats du périmètre de projets sont dominés par des prairies permanentes mésophiles et par des bois de résineux ou mixtes.



Haie bocagère

Habitat favorable à la petite faune et rôle de corridor écologique



Verger x roncier

Habitat favorable aux insectes, à la petite faune et aux reptiles, constituant une zone nourricière et de refuge



Prairie de fauche de basse altitude

Habitat favorable aux insectes et à la petite faune, constituant une aire de chasse pour les rapaces et certains mammifères



Boisements mixtes

Habitat constituant de petits réservoirs de biodiversité, favorable aux oiseaux et mammifères



Bois de résineux

Peu d'intérêt pour la biodiversité. Fréquenté par certaines espèces spécifiques (Mésange huppée)



Landes sèches (hors zone d'étude)

Habitat favorable à de nombreuses espèces, mais sa proximité avec la voie express et le bruit engendré la rendent moins attractive

Dans quel contexte environnemental ?

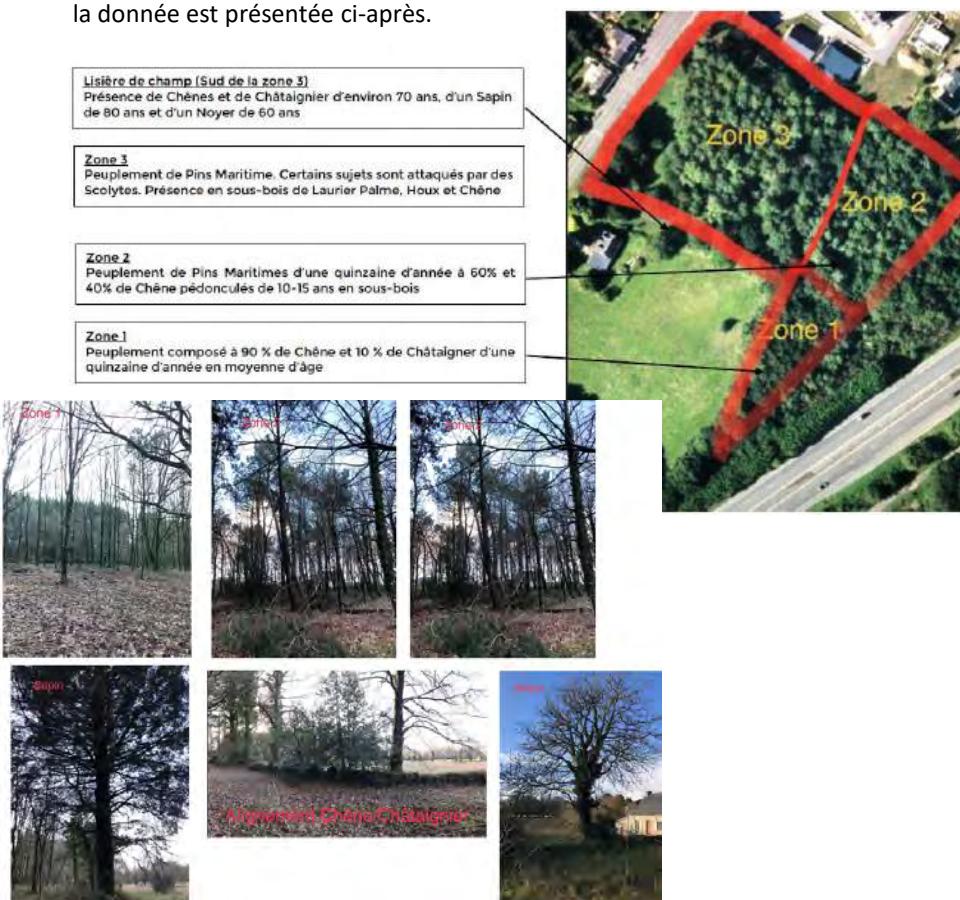
Flore (cf. § 3.3.3)

Les relevés ont permis d'identifier environ 80 espèces végétales.

Aucune espèce n'est protégée.

Deux espèces exotiques à caractère envahissant ont été observées : le Laurier-palme au sein des boisements mixtes et le Bambou en lisière du verger.

Une étude arboricole a été réalisé dans le cadre de la rédaction de la demande d'examen au cas par cas, par l'entreprise Arb'Or et Sens en janvier 2023, dont la donnée est présentée ci-après.



Faune (cf. § 3.3.3)

Oiseaux

Les investigations effectuées sur le site d'étude ont permis de contacter 23 espèces d'oiseaux au cours de la période d'investigations. Ce qui traduit une diversité faible à moyenne, certainement dû au trafic routier dense.

Les espèces observées sont principalement forestières. D'autres sont liées aux espaces semi-ouverts comme le Serin ciné et la Fauvette à tête noire. Douze de ces espèces sont jugées comme nicheuses possibles à probables.

Parmi les espèces, 17 sont strictement protégées en France, dont une est déterminante ZNIEFF, le Roitelet à triple bandeau, inféodée aux habitats boisés de résineux à mixte.

Deux espèces sont considérées patrimoniales du fait de leur protection nationale, de leur population en déclin et de leur statut « Vulnérable » sur la liste rouge (IUCN). Il s'agit :

- du Serin cini, espèces liée aux milieux semi-ouverts et agro-bocagers,
 - du Roitelet Triple bandeau, espèce inféodée aux milieux boisés.



Serin cini



*Roitelet
triple
bandeau*

(INPN)

Dans quel contexte environnemental ?

Mammifères

Lors du parcours du site, 5 espèces ont été détectées. Aucune n'est protégée. D'après les indices trouvés, nous pouvons déduire que le Renard roux et le Blaireau d'Europe utilisent le site de manière régulière. Le site fait partie de leur domaine vital : refuge, alimentation.



Renard roux



Blaireau d'Europe



Pipistrelle commune
(INPN)

Chauve-souris (chiroptères)

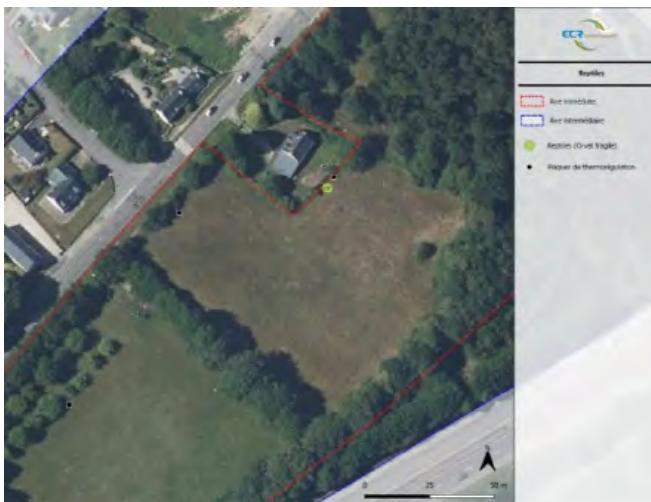
Cinq espèces ont été détectés lors des nocturnes. Elles sont toutes strictement protégées au niveau national, c'est à dire qu'il est strictement interdit de détruire les individus et habitats.

Les enregistrements passifs, installés au niveau des bois Nord et Sud, ont montré une faible activité pour ce groupe.

L'espèce la mieux représentée est la Pipistrelle commune, qui est une espèce anthropophile, utilisant le bâti humain comme gîte de reproduction et d'hibernation. Ce qui paraît en adéquation avec le contexte environnant le site. Les cinq espèces recensées, semblent être uniquement de passage sur le site. Aucun comportement de chasse n'est recensé au niveau des boisements.

Amphibiens

Aucun amphibiens n'a été observé sur site lors des différents passages. L'absence de point d'eau sur le site et dans sa proximité, le rend intérressant pour la reproduction de ces derniers. Le contexte urbain et la densification des routes du site le rend dangereux et inaccessible en tant que zone refuge et de repos.



(INPN)

Dans quel contexte environnemental ?

Invertébrés

En tout 33 espèces ont été observées sur le site d'étude. Les espèces sont relativement commune en France ainsi qu'à l'échelle régionale. Aucune ne fait l'objet d'une protection ou d'un statut menacé.

Une espèce exotique invasive a été détectée, le Frelon asiatique.

Zones humides (cf. § 3.3.4)

La méthodologie nationale de caractérisation des zones humides repose sur deux critères : le critère « sol » et le critère « flore ». Il suffit que l'un ou l'autre de ces critères soit confirmé pour définir une zone humide.

L'analyse bibliographique du site d'étude ne met pas en évidence de problématique de présence directe de zones humides. Aucune zone humide effective recensée par l'inventaire communal (PLU) n'est présente dans la zone d'étude, ni aucune zone humide potentielle (analyse théorique par modélisation).

Concernant la commune d'Elven, un inventaire initial des zones humides et cours d'eau a été réalisé en 2007. Dans le cadre de la révision du PLU, un complément a été réalisé par le cabinet DMEau en juin 2018.



La zone d'étude figure dans les secteurs visés par ce complément et l'inventaire réalisé a permis de confirmer l'absence de zone humide sur l'aire d'étude.

PAYSAGE ET PATRIMOINE

Paysage (cf. § 3.4.1 – 3.4.2)

La commune d'Elven est comprise dans le relief des Landes de Lanvaux, une entité composée de paysage boisé et de bosquets. Plus précisément, le site de projet est compris dans l'unité paysagère des crêtes de Saint-Nolff s'étendant sur la partie Sud de la commune. Cette unité est caractérisée par un relief en position centrale, la présence de nombreux ruisseaux et une densité de bocage importante. Les hauteurs des crêtes constituent des belvédères potentiels souvent très boisées.

Le projet se situe sur un point haut (crêtes de Saint-Nolff). Plusieurs éléments marquent le paysage comme :

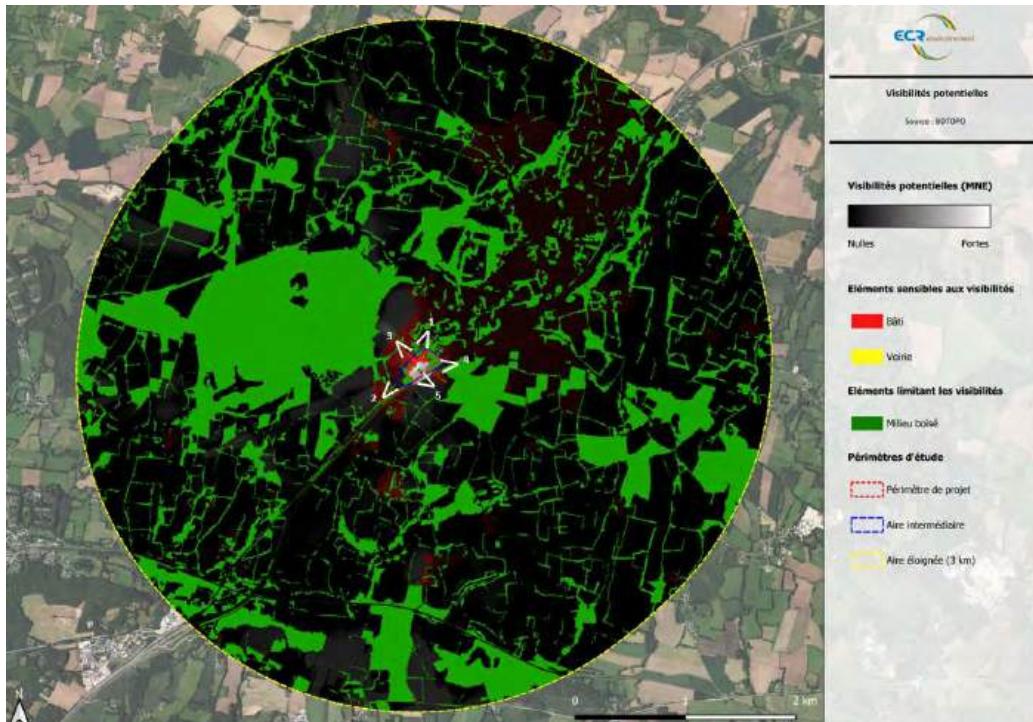
- Les ruisseaux affluents de l'Arz au nord dont leurs vallées d'axes sud-ouest/nord-ouest est bien identifiable,
- La route nationale n°166, qui suit cet axe sud-ouest/nord-est,
- La voie ferrée au sud à l'axe est/ouest, qui croise la RN 166 et se trouve au fond de la vallée du ruisseau du Condat,
- La carrière de Granite Raulet est également bien identifiable au nord-ouest du site de projet.

Le centre-ville de la commune, qui se localise plus au nord le long de la RN166 se situe donc en point bas par rapport au projet.

Le projet est situé dans un contexte urbain. Des habitations sont présentes du nord-ouest au nord-est. Au sud se trouve la RN166 qui est un axe de circulation structurant qui surplombe le site et présente une configuration altimétrique en descente pour se retrouver en contre-bas du projet en partie nord du site.

Les visibilités théoriques sont surtout présentes à proximité immédiate du site d'étude. Les visibilités potentielles du projet sont grandement limitées par la présence de boisements autour de la zone d'étude, faisant office d'écran végétal. Ainsi des visibilités potentielles sont attendues en majorité à proximité immédiate, au niveau des habitations localisées ainsi que depuis la RN166, principalement pour la moitié sud du projet.

Dans quel contexte environnemental ?



1 - Vue depuis la route de Largoët (vue vers le sud-ouest)



2 - Vue depuis la route de Largoët (vue vers le nord-est)



3 - Vue depuis la rue Christ Breizh, faisant face au projet (vue vers le sud-est)



4 - Vue depuis la RN166 en direction de Vannes – secteur nord du projet (vue vers l'ouest)



5 - Vue depuis la RN166 en direction de Vannes – secteur sud du projet (vue vers le nord-ouest)

Dans quel contexte environnemental ?

Patrimoine archéologique et architectural (cf. § 3.4.3 – 3.4.5)

Un site inscrit est un espace naturel ou bâti de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque qui nécessite d'être conservé.

D'après l'Atlas des patrimoines, le site d'étude n'est concerné par aucun périmètre de protection de site classé ou inscrit.

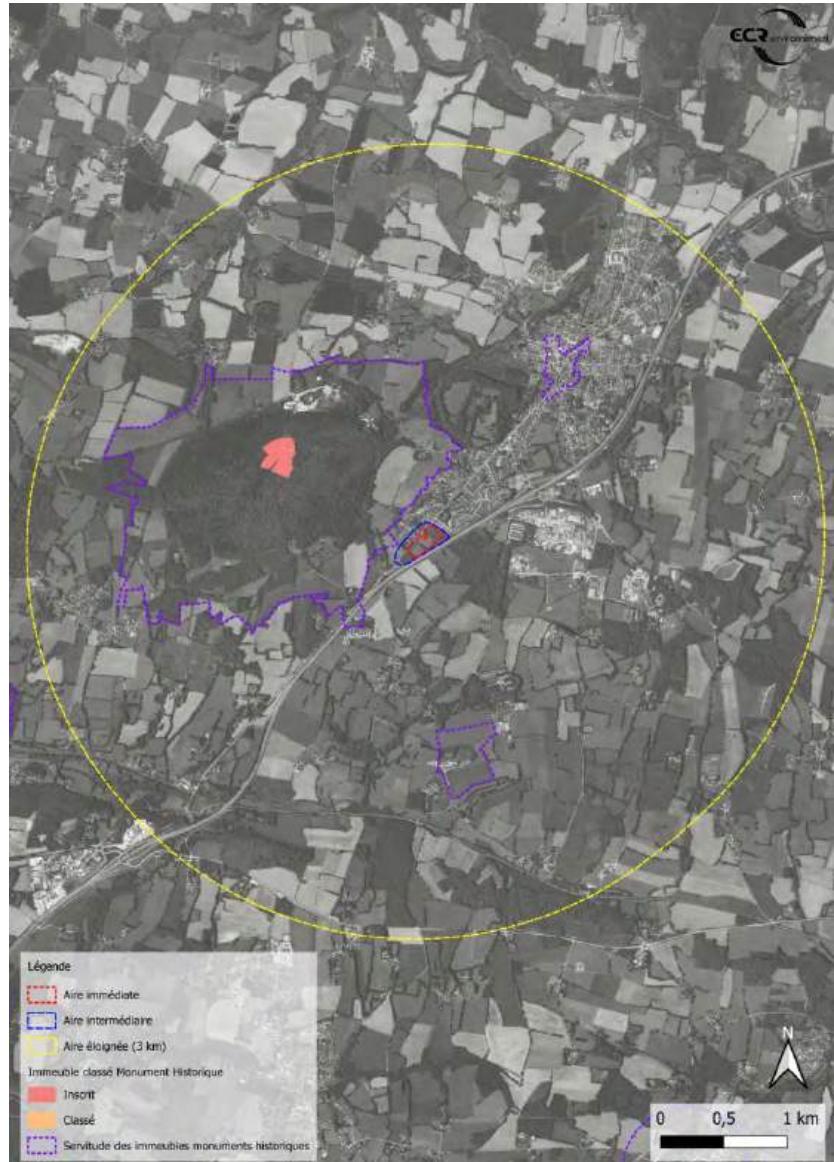
Dans le cadre du projet, une sollicitation de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) a été faite et a entraîné la réalisation d'un diagnostic archéologique (arrêté préfectoral n°2022-268 du 31 août 2022). Cette prescription a été motivée par une localisation de projet le long de l'avenue de l'Argoët, localisé dans un environnement riche en site archéologique.

Les résultats du diagnostic sont très lacunaires et consistent en des tronçons de fossés. Aucun mobilier ne permet de proposer une datation pour ces vestiges.

Trois monuments historiques sont présents dans un rayon de 3 km de la zone de projet :

- Château de Largouët (XIVe), le plus haut donjon de France
- Abside et sacristie de l'église Saint-Alban
- Chapelle Saint-Clément et croix de monolith

Le zone de projet ne se trouve dans aucun des périmètres de protection relatifs à ces trois monuments historiques, mais à proximité du périmètre de protection du château de Largouët (85 m).



Dans quel contexte environnemental ?

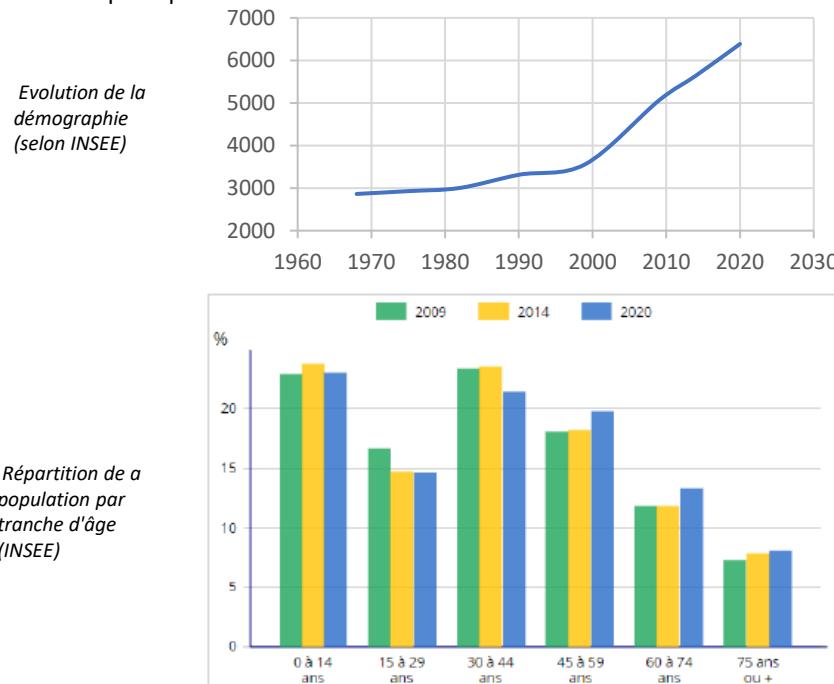
MILIEU SOCIO-ÉCONOMIQUE

Démographie et habitat (cf. § 3.5.1 – 3.5.2)

Depuis 1982, la population d'Elven est passée de 3 003 à 6 387 habitants, avec une croissance importante à partir des années 2000.

La répartition de la population de la commune montre une population plutôt équilibrée en termes d'âge avec toutefois une légère dominance des 0 à 14 ans (23%) et des 30-44 ans (21,4%) et une plus faible proportion de personnes âgées de 60 à 74 ans (13,3%) et de 75 ans ou plus (8%). Par ailleurs, la part d'hommes et de femmes est elle aussi, relativement équilibrée avec 3 108 hommes et 3 279 femmes en 2020.

La très grande majorité des logements de la commune d'Elven sont des résidences principales



Activités économiques (cf. § 3.5.3)

D'après le dernier recensement de l'INSEE (2020), la commune d'Elven comptait 2 747 actifs ayant un emploi âgé de 15 à 64 ans, soit un taux d'emploi de 70,6% et un taux d'activité de 79,5%. Sur la même période, le département du Morbihan présentait un taux d'activité de 73,7 %.

Par ailleurs, le taux de chômage est quasiment identique entre la commune d'Elven (11,1%) et le département (11,2%). La répartition de la population active sur la commune et dans le département en 2020 est présentée sur la figure suivante.

Agriculture (cf. § 3.5.4)

L'emprise du projet n'est pas exploitée pour l'agriculture. Elle est composée de boisements et de prairies naturelles, pouvant cependant accueillir de l'éco pâturage.

Tourisme et loisirs (cf. § 3.5.5)

Elven bénéficie d'un fort attrait touristique de par sa proximité avec le Golfe du Morbihan et Vannes (10 minutes) d'une part et sa situation d'interface entre ce territoire et le littoral malouin ou la forêt de Brocéliande d'autre part. La forte fréquentation du camping public et l'aire de camping-cars au nord de la ville en est la preuve.

La commune dispose d'un riche patrimoine naturel et culturel avec ses monuments emblématiques comprenant la Forteresse de Largoët (avec le plus haut donjon octogonal de France) datant du XIII^e siècle, le château de Kerfily (fin XIX^e), ses manoirs, son église et ses 5 chapelles. Elle propose une variété de balades, notamment dans la vallée de Kerbiler, ainsi que des activités pour toute la famille, notamment en lien avec la biodiversité, car elle vise à préserver son environnement.

La ville d'Elven bénéficie d'un équilibre économique, démographique et culturel qui offre à ses habitants un cadre de vie agréable, à découvrir, au cœur de la nature.

Equipements, services et espaces publics (cf. § 3.5.6)

La commune dispose de services « classiques » de proximité (mairie, poste, écoles, médiathèque, salle des fêtes, cimetière). La commune est bien pourvue en termes d'équipements scolaires et dispose d'une maison de retraite.

Dans quel contexte environnemental ?

CADRE URBAIN

Déplacements (cf. § 3.6)

Elven bénéficie d'une très bonne accessibilité et de connexions faciles avec les pôles d'attractivité bretons.

Le réseau de transport en commun se limite à une ligne de bus (ligne 20) qui traverse la commune pour rejoindre Vannes en passant par Saint-Nolff (12 passages par jour). Un arrêt se situe à proximité immédiate au Nord de la zone de projet, sur la Route Départementale D766A. Les transports scolaires relèvent aussi de la compétence de Kicéo.

Sur les communes d'Elven, plusieurs sentiers de randonnées sont référencés au sein du Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée (PDIPR).

La commune poursuit également ses efforts d'amélioration des infrastructures avec deux projets majeurs, dont les travaux sont programmés au printemps 2025. Ils concernent l'avenue de Largoët (rue longeant le projet) et la rue de Lanvaux, deux artères importantes qui bénéficieront de nouveaux aménagements pour faciliter la mobilité douce et améliorer la sécurité des usagers.

En ce qui concerne les travaux prévus à l'avenue de Largoët, qui dessert le présent projet, objectif est de créer une voie destinée aux vélos et piétons sur la gauche de la chaussée dans le sens sortant (côté projet). Cet aménagement viendra compléter les travaux déjà effectués et permettra de renforcer la sécurité des déplacements non motorisés et encourager la mobilité douce en direction du centre-bourg (<10 min à vélo).

Réseaux divers et déchets (cf. § 3.7 – 3.8)

L'assainissement collectif est mis en place à Elven et est gérée par le SAUR. La station d'épuration d'Elven, localisée au Nord-Est du centre-bourg, possède une capacité nominale de 10 000 EH. Le rejet des eaux traitées s'effectue dans le ruisseau de Kerbiler, puis l'Arz. La révision du zonage réalisé en 2019 dans le cadre de l'élaboration du PLU, intègre notamment la zone d'étude comme effluent futur. Les conclusions du document précisent : « La station d'épuration fonctionne actuellement à 49 % de sa capacité de traitement. A un horizon 15 ans, le taux de remplissage organique devrait atteindre 81 %. Soit une charge polluante future inférieure à la capacité nominale de traitement de la station d'épuration existante. La station d'épuration d'ELVEN présente une capacité de traitement adaptée aux projets de développement de la Commune d'ELVEN. »

La collecte des déchets est assurée par GMVA qui gère également les déchèteries, la distribution de composteurs et la collecte d'encombrants tandis que le traitement est délégué au SYSEM (Syndicat du Sud-Est du Morbihan) dont l'installation de traitement est située à Vannes.

Douze déchèteries sont présentes sur le territoire communautaire dont une sur Elven au niveau de la Zone artisanale de Lamboux.

Dans quel contexte environnemental ?

SANTE

Ambiance sonore (cf. § 3.9.1)

Le site de projet se situe en bordure de la route nationale (RN) 166, classée en catégorie 2 au classement sonore des infrastructures routières.

Etant donné que le projet prévoit la construction de logements en bordure d'un grand axe routier, un diagnostic acoustique de la situation actuelle a été réalisé par le cabinet ALHYANGE, en mars 2024. Les éléments mentionnés ci-après sont issus de ce rapport.

Afin de caractériser l'ambiance sonore existante, une campagne de mesures acoustiques a été réalisée en 4 points de mesures longue durée (36 heures) afin d'intégrer l'ensemble des périodes réglementaires nocturne (22h-6h) et diurne (6h-22h) ainsi qu'un jour représentatif de la semaine en regard du trafic routier. Ces points de mesures étaient répartis sur l'ensemble du secteur d'étude afin d'appréhender les différentes sources sonores pouvant impacter la zone.



Les niveaux sonores mesurés sont représentatifs d'un environnement sonore impacté par le bruit du trafic routier sur les périodes diurne et nocturne.

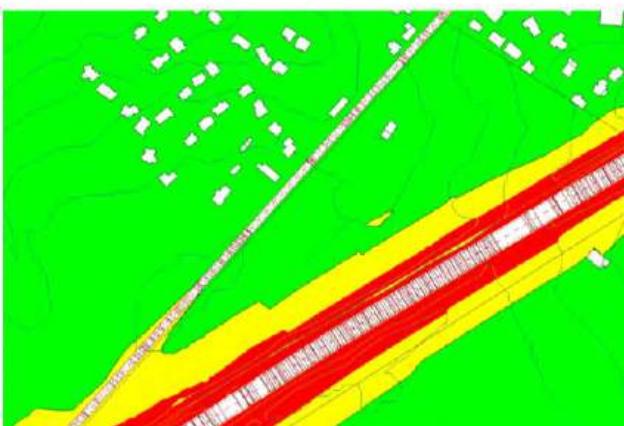
D'après les mesures du 1er février 2024, seul le point P1 (le plus proche de la RN166) est situé dans une zone non-modérée.

Dans l'ensemble, l'ambiance sonore de la zone est homogène avec un niveau sonore compris entre 57 dB(A) et 59,5 dB(A) en période diurne, dans le périmètre du projet.



Niveaux sonores mesurés L_{Aeq} constat (en dBA) en période diurne et nocturne

- Zone « modérée » ($L_{Aeq} Jour \leq 65 \text{ dB(A)}$ et $L_{Aeq} Nuit \leq 60 \text{ dB(A)}$)
- Zone « modérée de nuit » ($L_{Aeq} Jour > 65 \text{ dB(A)}$ et $L_{Aeq} Nuit \leq 60 \text{ dB(A)}$)
- Zone « non modérée » ($L_{Aeq} Jour > 65 \text{ dB(A)}$ et $L_{Aeq} Nuit > 60 \text{ dB(A)}$)



Des modélisations acoustiques ont été réalisées afin de simuler l'ambiance sonore du projet, en situation future, sans mesures de réduction de bruit. Le résultat montre une zone d'étude en ambiance sonore modéré ou modéré de nuit.

Dans quel contexte environnemental ?

Qualité de l'air (cf. § 3.9.2)

En 2022, sur le territoire de Vannes Agglomération, ce sont les particules PM2.5 et l'ozone (O3) qui ont été très majoritairement responsables des journées où la qualité de l'air était qualifiée de mauvaise.

Ce sont les mois de janvier à mars/avril qui ont été les plus impactés par des indices mauvais (du fait des particules fines PM2.5) sur le territoire. A noter également, une dégradation marquée de la qualité de l'air en période estivale (juin à août) due aux niveaux d'ozone (O3) observés sur la saison 2022.

Risques industriels et technologiques (cf. § 3.9.3)

Ni la commune ni le projet ne se situent au sein d'un zonage réglementaire de Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'est située à proximité immédiate du site. Les plus proches se localisent de l'autre côté de la RN166, dans la zone d'activités du Gohélis.

Pollution (cf. § 3.9.4)

Aucune activité potentiellement polluante ou site avec connaissance de pollution de sol n'est présent à proximité immédiate du site d'étude.

Potentiels en énergie renouvelable (cf. § 3.10)

Cette étude réalisé par EXOCETH a permis de déterminer les sources d'énergies renouvelables pouvant être mobilisées sur le futur projet.

L'estimation des consommations énergétiques du projet est basée sur un scénario d'aménagement permettant de réaliser une approche quantitative sommaire des consommations énergétiques à considérer. Il est fait la distinction entre les consommations thermiques, engendrées par les besoins en chauffage, en Eau Chaude Sanitaire (ECS), en refroidissement, et les consommations techniques & domestiques, engendrés par les consommations des éclairages, des appareils électroménagers, des appareils hifis ou de bureau, de communication, de cuisson ...

En termes de consommations finales, à savoir la quantité d'énergie consommée sur site et facturée, le projet représente environ **217 MWh/an de consommations**, dont 70 % liées à la couverture des besoins thermiques chaud (chauffage et ECS) et 30 % liées aux autres usages.

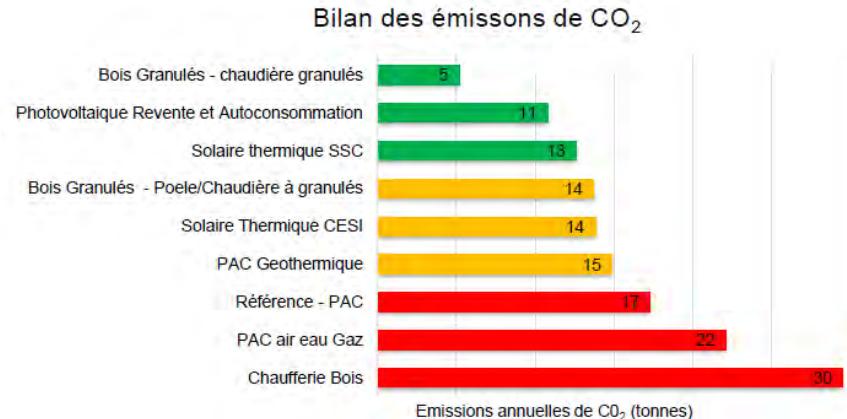
Etant donné les exigences de la RE2020 qui s'applique à toute nouvelle construction, le scénario de référence envisagé dans cette étude est la mise en place de pompe à chaleur air/eau (coefficients de performance élevés).

- Solaire thermique
 - *Chauffe-eau solaire* : technique adaptée mais ne couvre pas l'ensemble des besoins ;
 - *Système solaires combinés* : envisageable mais surtout adapté aux bâtiments ayant une forte consommation d'eau chaude sanitaire ;
 - *Solaire photovoltaïque* : envisageable mais tributaire d'une bonne orientation. un taux d'autoconsommation de 35 % a été considéré ;
- Gisement issu de la valorisation des déchets organiques
 - *Incineration des déchets* : potentiel limité. Solution non retenue ;
 - *Méthanisation* : incompatible avec un contexte urbain. Solution non retenue ;
- Cogénération gaz naturel : pas envisageable car peu de besoin et interdit en logement individuel et collectif d'ici 2025 ;

Dans quel contexte environnemental ?

- Gisement géothermique**
 - Géothermie basse énergie* : peu adaptée car coûteuse au regard des besoins énergétiques ;
 - Géothermie très basse énergie (capteurs horizontaux)* : éventuellement adaptée aux logements individuels sous réserve d'une surface foncière adaptée. Inadaptée pour les collectifs ;
 - Géothermie très basse énergie (capteurs verticaux)* : investissement élevé pour les logements individuels (forage) ;
- Gisement aérothermique au gaz naturel** : pas envisageable car peu de besoin et interdit en logement individuel et collectif d'ici 2025 ;
- Gisement éolien**
 - Grand éolien* : inadapté en contexte urbain ;
 - Petit éolien* : envisageable sous réserve d'une bonne insertion paysagère ;
- Gisement bois énergie**
 - Resource locale* : envisageable mais ne couvre pas l'ensemble des besoins ;
 - Bois granulés* : adapté aux logements individuels et collectifs ;
 - Chaufferie centrale* : adaptée d'une fois d'une densité énergétique importante ;
- Gisement hydroélectrique** : non adapté au projet.

Chaque solution envisagée dans cette étude va potentiellement engendrer des émissions de CO₂ différentes, en fonction du combustible utilisé, de l'efficacité du matériel, du type d'acheminement de l'énergie, ... Les scénarios prévoyant la mise en place d'un système utilisant la biomasse comme combustible sont les scénarios émettant le moins de CO₂ dans l'atmosphère en raison des émissions de CO₂ considérées nulles pour le bois.



Le tableau ci-dessous présente la synthèse sur le potentiel de développement en énergies renouvelables et les solutions énergétiques envisageables pour le projet. Les solutions définies comme « Adaptées » présentent un potentiel exploitable.

Liaisonnement	Observations
Solaire thermique (Réseau de chaleur)	Inadapté
Solaire thermique	Adapté
Photovoltaïque	Adapté
Valorisation des déchets	Inadapté
Géothermie Basse Energie	Inadapté
Géothermie Très basse énergie	Adapté (avec réserve d'une distance entre forage et chaine surface foncière suffisante)
Aérothermie (compression gaz)	Adapté
Grand Eolien	Inadapté
Petit Eolien	Envisageable
Bois énergie (chaudières granulés / poêles à granulés)	Adapté
Chaufferie bois déchiquetée + création d'un réseau de chaleur Bois énergie	Adapté
Hydraulique	Inadapté

Dans quel contexte environnemental ?

SYNTHESE

Cf. § 3.11 pour la synthèse complète des enjeux

Enjeux « très faible » à « faible à moyen »

Enjeux « moyen » à « fort »

Thème	Principales caractéristiques de l'environnement actuel	Enjeu
Climat	Climat tempéré à influence océanique	
Topographie et géologie	Altitude comprise entre 126 et 135 m NGF. Le projet repose sur un socle granitique.	
Eaux de surface et souterraines	Aucun cours d'eau à proximité. Aucun captage pour l'alimentation en eau potable n'est présent à proximité.	
Risques naturels	A priori non sujette aux inondations de cave et débordement de nappe. Aucun plan de prévention des risques d'inondation. Zone d'étude concernée par un risque retrait-gonflement des argiles en aléa faible. L'ensemble du secteur est en risque sismique faible.	
Zonages d'intérêt écologique	Le projet n'est pas couvert par aucun zonage écologique. Le site Natura 2000 le plus proche est situé à environ 4 km, et concerne des combles et un clocher d'église abritant des gites à chauve-souris. La zone d'intérêt écologique la plus proche se situe à 250 m et couvre le bois et les tours de Largouët.	
Continuités écologiques	Projet situé hors réservoir de biodiversité ou corridor écologique et enclavée entre plusieurs éléments fragmentant : RD766a, RN166 et tissu urbain.	
Habitats	11 dont aucun reconnu communautaire. Présence de prairies permanentes mésophiles, de boisements et de haies bocagères favorables à la biodiversité (transit, reproduction, alimentation).	
Flore	Au moins 80 espèces identifiées. Aucune espèce patrimoniale. Espèces exotiques envahissantes : Bambou (Fargesia sp), Laurier palme	
Faune	<u>Mammifères</u> : Refuge et aire d'alimentation, aucune espèce patrimoniale. <u>Chauve-souris</u> : 5 espèces patrimoniales recensées. Le site présente un rôle fonctionnel de transit essentiellement. <u>Oiseaux</u> : 23 espèces recensées, dont 2 patrimoniales. Le site est une aire de reproduction d'alimentation et de repos / refuge au niveau des différents boisements et haies bocagères. <u>Reptiles</u> : 1 espèce patrimoniale. <u>Amphibiens</u> : aucune espèce recensée. Site non favorable à leur présence. <u>Entomofaune</u> : 33 espèces recensées. Aucune espèce patrimoniale.	
Zones humides	Aucune zone humide identifiée sur le périmètre de projet	

Dans quel contexte environnemental ?

Thème	Principales caractéristiques de l'environnement actuel	Enjeu
Paysage et patrimoine	Aucun site classé ou inscrit dans le périmètre de projet. Diagnostic archéologique réalisé. Le projet ne couvre pas de site patrimonial mais se situe à proximité (<100 m) d'un périmètre de protection de monument historique. Covisibilités très ponctuelles depuis l'avenue de Largoët et la RN 166, néanmoins rapidement limitées par les linéaires boisés périphériques	
Equipements Déplacements Réseaux	Site déjà accessible, pas de nécessité de créer de voie d'accès. Sécurisation du carrefour d'accès au projet via la création d'un plateau. Nombreux équipements de loisirs, sportifs et culturels sur le territoire communal et proximité de l'agglomération principale (Vannes), complétant cette offre. Piste cyclable de l'avenue de Largoët favorisant les déplacements doux en direction du centre bourg (<10 min à vélo). Viabilisation du projet facilitée par la proximité immédiate des réseaux présents au niveau de la RD766a (eau potable, eaux usées, électricité, télécom).	
Activités agricoles	Le site n'est pas exploité pour l'agriculture. De l'éco pâturage a lieu sur les prairies naturelles.	
Energie renouvelable	La consommation énergétique d'un projet de type activités peut être importante. La mise en place d'énergie renouvelable peut permettre de couvrir les besoins en énergie, notamment avec du solaire photovoltaïque, bois ou pompe à chaleur.	
Ambiance sonore	Proximité immédiate de la RN166. Ces axes routiers sont classés en catégorie 2. L'étude acoustique réalisée a conclu à une ambiance sonore actuelle modérée.	
Qualité de l'air	Mois de janvier à mars/avril impactés par des indices mauvais, majoritairement pour les particules et l'ozone (O3)	
Risques industriels et technologiques	Projet non concerné par ce risque	

En quoi consiste le projet ?

(cf. § 4.3)

L'opération consiste en l'aménagement d'un lotissement qui tend à s'intégrer au paysage existant et vient compléter l'offre en logements de la commune. Une attention particulière sur l'aménagement des espaces communs est mise en place pour intégrer l'opération dans son environnement de nouvelle entrée de ville.

L'opération sera desservie par le Nord depuis l'avenue de Largoët. Ce lotissement comprendra 59 lots destinés à de l'habitat individuel, du logement social ainsi que du logement destiné aux primo-accédants. Conformément au plan de composition, les accès aux lots sont desservis exclusivement par la voie interne de l'opération et 28 places de stationnements « visiteurs », seront réalisées au sein de l'opération.

L'implantation des bâtiments principaux se fera à l'intérieur de la zone constructible définie au plan de composition. Vis-à-vis des propriétés riveraines bâties de la zone 1Aub, l'implantation des constructions devra respecter un retrait minimal de 3 mètres. Les parcelles situées en limite sud doivent respecter obligatoirement une marge de recul de 50 m par rapport à la RN166.

La voirie sera réalisée en enrobé noir et les placettes en enrobé noires de couleur ou recouvert d'une résine. Le cheminement piéton sera réalisé pour partie en sable-ciment ou en stabilisé renforcé. Ce dernier traversera le lotissement d'Est en Ouest et du Nord au Sud.

Les arbres ainsi que les talus existants devront être conservés. La frange boisée entre la voie rapide et l'opération et le bois au sud marquant l'entrée de ville seront à conserver et à valoriser conformément à l'OAP du PLU. Ces éléments doivent être protégés car ils contribuent aux continuités écologiques de la Trame Verte et Bleue.

Des espaces verts collectifs sont à créer dans la continuité des voies de desserte et sur la partie basse de l'opération. Ces derniers seront engazonnés et/ou bâchés et plantés d'essences locales et conforteront la trame végétale du site déjà existante. Les voies internes au lotissement seront accompagnées de plusieurs alignements d'arbres. Les pieds seront plantés par des plantations basses de manière à limiter l'entretien. Ces espaces ont un rôle central au projet.



En quoi consiste le projet ?

ELVEN

Avenue de l'Argoët
Section AM n°77-88-80

LOTISSEMENT : LE MOULIN A VENT
PLAN DE COMPOSITION
ET PROJET PAYSAGER

MODIFICATIF N°1

SÉCURISATION DES ACCÈS
Création d'un plateau au niveau du carrefour pour matérialiser l'entrée de ville et sécuriser les accès

LINÉAIRE BOISÉ CONSERVÉ
Préservation des alignements d'arbres

- PLANTATION D'ARBRES
Règlement du lotissement impose la plantation d'1 arbre/lot libre accession et 3 arbres sur le macrolot (liste d'essence restreinte et emplacement libre)
+ 52 arbres sur les espaces communs (non représentés ici)

LINÉAIRE VÉGÉTALISÉ RENFORCÉ
Haie privative à planter par les acquéreurs

GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES

Nous paysagères pour la gestion des eaux pluviales des espaces communs.
Gestion à la parcelle pour les lots



BOIS CONSERVÉ
Préservation d'une bande de 7 m du bois existant

LINÉAIRE BOISÉ CONSERVÉ
Préservation des alignements d'arbres

ATTÉNUATION DU BRUIT
Mur de gabion de 3 m de haut

ATTÉNUATION DU BRUIT
Merlon végétalisé de 3 m de haut



ECHELLE 1 / 1000

Dressé le 07.01.2022 - Modifié le 12.03.2025

Dressé par ELSA MELEDO

RGF03 CC48

Référence : A22-175

Validé par le Géomètre-Expert



SELARL NICOLAS ASSOCIÉS
Géomètres Experts et Urbanistes Experts
AGENCE D'AURAY
Promenade des Sables - BP 100 - 56100 AURAY
Tél. : 02 97 54 27 27 - Fax : 02 97 54 22 22
Auray - Morbihan - Bretagne

WWW.NICOLAS-ASSOCIES.COM

Quelles sont les raisons de ce choix ?

(cf. § 4.1 – 4.2)

La localisation du projet s'appuie des différents documents et plans communaux et extra-communaux existants, à savoir le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Golfe du Morbihan-Vannes Agglomération et le Plan Local d'Urbanisme (PLU) d'Elven. Ces documents ont pour fonction de définir l'organisation spatiale et les grandes orientations de développement, à l'échelle d'un territoire de bassin de vie pour le SCoT et plus locale d'une commune pour le PLU.

A l'échelle du territoire du SCoT, Elven est identifié comme un pôle d'équilibre qui a vocation à structurer un bassin de vie et à offrir une véritable réponse aux besoins courants en milieu rural. Sa localisation sur un axe majeur lui permet de jouer un rôle clé à l'échelle de l'agglomération en offrant un parcours résidentiel sur l'ensemble du territoire des Landes de Lanvaux. Ce positionnement stratégique justifie une urbanisation en extension. (cf. § 5.3)

A l'échelle de la commune, le projet est en cohérence avec les dispositions du Plan Local d'Urbanisme (orientation d'aménagement et de programmation, projet d'aménagement et de développement durable, zonage réglementaire). Le PLU prévoit l'ouverture à l'urbanisation de ce secteur. Les parcelles concernées par la création du lotissement sont zonées en 1AUb. (cf. § 5.1)

A partir de l'ensemble des enjeux définis dans l'état initial de l'environnement, le scénario initialement établis en juin 2022, a évolué pour permettre l'intégration de la composante environnementale. Ainsi entre 2024 et 2025, le projet a évolué pour permettre :

- La préservation d'une frange boisée à l'Est, d'une largeur de 7 m,
- L'intégration d'une mesure constructive pour lutter contre le bruit au sud,
- La plantation d'essences végétales locales et adaptées au contexte d'étude,
- Une perméabilité à la petite faune avec un travail sur le règlement des clôtures.

...Et en l'absence de projet ?

(cf. § 4.4)

Du point de vue du paysage

En l'absence de projet, les terrains conserveraient leurs allures actuelles de boisement et prairies entretenues par éco-pâturage.

En cas d'arrêt de l'entretien, les terrains jusque-là éco-pâturés, subiraient un enrichissement. C'est-à-dire que les plantes de milieux ouverts (type prairie, clairière) seraient remplacées progressivement par des espèces arbustives, voire forestières à plus long terme. Les paysages ouverts de prairie deviendraient donc progressivement des fourrés jusqu'à atteindre un statut ultime de boisé (milieu fermé).

Du point de vue économique et socio-culturel

En l'absence de projet, les possibilités d'installation de nouvelles familles seraient limitées. Cela concerne aussi bien les nouveaux arrivants sur la commune que ceux déjà présents pour compléter le parcours résidentiel local.

Freiner l'installation de nouveaux ménages aurait pour conséquence une perte du dynamisme local, pouvant notamment impacter les écoles, les associations et les commerces de proximité.

Quels sont les impacts du projet ?

Les impacts bruts sont déterminés sur la base du projet en intégrant les notions d'évitement appliquée lors de la conception mais sans la prise en compte de mesures d'atténuation comme réduire ou compenser (cf. § 7).

Le déroulement de la séquence Eviter Réduire Compenser (ERC), intervient après définition des impacts bruts sur l'environnement, et donne tout d'abord la priorité à l'évitement de ceux-ci, puis à leur réduction s'ils sont inévitables. Après ces deux étapes, les impacts résiduels sont évalués et le maître d'ouvrage devra prévoir des mesures de compensation si ces impacts résiduels sont considérés comme significatifs. Ceci afin de conserver globalement la qualité environnementale des milieux et si possible d'obtenir un gain écologique net, en particulier pour les milieux dégradés (cf. § 6 et 9).

L'ensemble des mesures mentionnés dans le tableau de synthèse suivant seront détaillées dans le chapitre suivant (cf. § 10).

Enjeux « très faible » à « faible à moyen »	
Enjeux « moyen » à « fort »	

Thème	Description des impacts	Impact brut	Mesures prévues pour limiter les impacts	Impact résiduel
MILIEU PHYSIQUE				
Climat	Emission de gaz à effet de serre par les engins, les bâtiments, les transports et le chauffage		<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales Implantation bioclimatique et respect des normes énergétiques (lors de la construction) Suivi environnemental du chantier par un écologue 	
Topographie et géologie	Principalement en phase travaux, risque de tastement des sols par le passage des véhicules et risque de pollution accidentelle		<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales Création de fossés temporaires Gestion adaptée des eaux usées 	
Eaux de surface et souterraines	Risque de pollution des eaux en lien avec le ruissellement des eaux pluviales. Imperméabilisation des sols, conduisant à une augmentation des eaux de ruissellement et une perturbation des écoulements actuels		<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales Création de fossés temporaires Gestion adaptée des eaux usées Gestion des eaux pluviales adaptée au contexte Suivi environnemental du chantier par un écologue 	
Risques naturels	Pas d'impact sur les risques naturels, aucune prescription particulière applicable			NUL

Quels sont les impacts du projet ?

Thème	Description des impacts	Impact brut	Mesures prévues pour limiter les impacts	Impact résiduel
MILIEU NATUREL				
Zonages d'intérêt écologique	Absence d'interférence avec les zonages d'intérêts écologiques. Possible interférence indirecte avec un zonage réglementaire ou des espèces des sites Natura 2000 (le plus proche situé à 4 km au Sud-Ouest du site d'étude)		<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales Gestion des eaux pluviales adaptée au contexte 	
Continuités écologiques	Absence d'impact direct sur des corridors ou des réservoirs de biodiversité. Suppressions de boisements et d'espaces prairiaux. Projet ceinturé par des éléments fragmentant de la Trame Verte et Bleue (RD766a, RN166 et tissu urbain)		<i>Toute les mesures décrites dans le milieu naturel, le paysage et les eaux</i>	
Habitats	L'imperméabilisation des sols entraîne une perte d'habitat naturel (ici principalement boisement et prairie). Aucun habitat d'intérêt communautaire ne sera détruit.		<ul style="list-style-type: none"> Balisage des milieux à préserver Choix du traitement végétal et des essences plantées Gestion écologique des espaces verts Sensibilisation des futurs usagers aux enjeux écologiques Limiter la prolifération d'espèces végétales invasives Suivi environnemental du chantier par un écologue 	
Flore	Absence de flore patrimoniale. Présence d'espèces invasives		<ul style="list-style-type: none"> Gestion écologique des espaces verts Limiter la prolifération d'espèces végétales invasives Suivi environnemental du chantier par un écologue 	
Faune	<u>Mammifères</u> : Dérangement sonore et présence humaine. Réduction et modification des zones d'alimentation, de repos, voire de reproduction et d'habitat. <u>Chauve-souris</u> : Dérangement sonore. Aucun gîte recensé sur site. Destruction d'une aire de transit. <u>Oiseaux</u> : Dérangement sonore et présence humaine. Destruction/détérioration de l'habitat. Destruction d'une aire de vie mais report possible dans les grands boisements aux alentours. <u>Reptiles</u> : Dérangement sonore et nocturne (éclairage) <u>Amphibiens</u> : site non attractif pour ces espèces <u>Entomofaune</u> : Dérangement et destruction d'individus possible lors des travaux. Colonisation possible des jardins et espaces verts après travaux.		<ul style="list-style-type: none"> Choix du traitement végétal et des essences plantées Gestion écologique des espaces verts Adapter la période de travaux pour réduire les nuisances Eviter la création de pièges mortels pour la faune Limiter les nuisances lumineuses Prévoir des passages à petite faune au niveau des clôtures Sensibilisation des futurs usagers aux enjeux écologiques Suivi environnemental du chantier par un écologue 	
Zones humides	Absence de zone humide			NUL

Quels sont les impacts du projet ?

Thème	Description des impacts	Impact brut	Mesures prévues pour limiter les impacts	Impact résiduel
Paysage et patrimoine	Renforcement des boisements et haies en périphérie limitant les covisibilités. Archéologie préventive déjà réalisée	Jaune	<ul style="list-style-type: none"> Choix du traitement végétal et des essences plantées 	Jaune
Equipements Déplacements Réseaux Energie	Augmentation du trafic de camions/engins en phase chantier. Vocation d'habitat au trafic journalier domicile/travail. Proximité du bourg et des premiers services à pied/vélo. Réseaux à proximité immédiate (viabilisation). Station d'épuration apte à recevoir les nouveaux effluents. Production principalement de déchets inertes en phase chantier. Intégration du projet au circuit de collecte de déchets géré par GMVA. Déchetterie à proximité. Construction d'habitations consommatoires d'énergie	Brun	<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales Implantation bioclimatique et respect des normes énergétiques, avec encouragement pour l'emploi des énergies renouvelables Suivi environnemental du chantier par un écologue 	Jaune
Activités agricoles	Absence d'activité agricole. Entretien des parcelles par éco pâturage	Jaune		Jaune
Activités économiques	Réponse à une demande croissante de logements Développement – dynamisation de la commune	POSITIF		Jaune
Ambiance sonore	Proximité de la RD766a et de la RN166 (catégorie 2). Environnement sonore modéré	Brun	<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales Mesures de limitation du bruit 	Jaune
Qualité de l'air	Possible dégradation de l'air liée à l'envol de poussières en phase travaux et aux émissions gazeuses des engins/véhicules et à certains types de chauffage des logements	Jaune	<ul style="list-style-type: none"> Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales 	Jaune
Risques industriels et technologiques	Aucune activité industrielle dans le secteur d'étude. Projet à vocation d'habitat	Jaune		NUL

Quelles mesures sont prévues pour limiter les impacts ?

Cf. § 8 pour le détail des mesures

Organisation du chantier et bonnes pratiques environnementales

Il sera imposé aux entreprises qui réaliseront les travaux de prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter les pollutions accidentelles à savoir :

- stockage des produits toxiques ou polluant sur des aires imperméabilisée avec rétention,
- stationnement des engins de chantier sur des surfaces enrobées. Les pentes seront orientées vers un point bas unique et non dirigées vers le milieu naturel,
- Vérification et entretien régulier du matériel et engins de chantier (contrôle technique et anti-pollution en règle, étanchéité des réservoirs, réglages des moteurs, ...). Aucune opération d'entretien ne sera réalisée sur le site,
- Localisation des installations de chantier (base vie) à l'écart des zones sensibles,
- Disposer en permanence de kit-antipollution pour contenir une éventuelle pollution accidentelle avant la mise en œuvre d'un traitement adapté,
- Pratiquer une politique raisonnée de la gestion des déchets :
 - Effectuer un tri des déchets dans un stockage adapté pour limiter les fuites ou risque d'envols,
 - Aire provisoire de stockage définie au préalable pour faciliter la collecte,
 - Enlèvement régulier en filière adaptée,
 - Aucun enfouissement ou brûlage ne sera effectué,
- Arrosage du chantier en période sèche en cas d'important envol de poussières. Possibilité d'interruption de chantier en cas de grand vent et de conditions hydriques défavorables empêchant tout arrosage,
- Travaux uniquement sur les jours ouvrables et en journée.

Implantation bioclimatique et respect des normes énergétiques

La totalité des constructions possèdera une implantation bioclimatique. La totalité des constructions respectera la norme énergétique en vigueur.

Cette mesure s'accompagne d'une recommandation faite de mettre en œuvre des énergies renouvelables.

Gestion adaptée des eaux usées

Lors de la phase travaux, les eaux usées de la base de vie seront raccordées à une cuve de stockage étanche ou directement rejetées dans un réseau d'eaux usées s'il est présent à proximité de la base de vie. En cas d'installation d'une cuve de stockage, celle-ci sera vidangée autant de fois que nécessaire en fonction de son niveau de remplissage et avant débordement. Cette opération sera à réaliser par une entreprise spécialisée.

Création de fossés temporaires

La création de fossés provisoires et de drains dirigeant les eaux de ruissellement vers un ouvrage de rétention temporaire permettra de maîtriser les rejets dus à des épisodes pluvieux. Ce dispositif permettra également de limiter la migration des matières en suspension vers les eaux superficielles.

En complément, les travaux seront réalisés en dehors de conditions climatiques exceptionnelles (fortes pluies, tempête, ...).

Choix du traitement végétale et des essences plantées

Les plantations prévus sur le site respecteront la palette végétale annexée au règlement du lotissement, aussi bien en espace public qu'en espace privé. Les essences retenues sont adaptées au milieu et indigènes. Le projet prévoit la plantation d'au moins 105 arbres sur les espaces communs et privatisés.

Les arbustes, arbrisseaux et arbres plantés présentent un intérêt alimentaire pour la faune : arbres à fruits ou baies et couvert herbacé le plus florifères possible.

Quelles mesures sont prévues pour limiter les impacts ?

Gestion des eaux pluviales adaptée au contexte

Pour limiter, voire supprimer les impacts négatifs sur le milieu récepteur, l'ensemble des eaux ruisselées, dues à l'imperméabilisation des sols doit être stocké et décanté et/ou infiltré avant déversement au milieu naturel, en prenant soin d'éviter tout risque d'inondation.

Un dossier de déclaration au titre du Code de l'Environnement (rubrique 2.1.5.0) a été réalisé dans le cadre du dépôt de permis d'aménager (PA).

La gestion pluviale, validée par les différentes institutions compétentes, prévoit la mise en œuvre :

- D'une infiltration à la parcelle pour l'ensemble des lots,
- D'une infiltration des espaces communs dans des ouvrages à ciel ouvert.

✓ Infiltration à la parcelle

Les eaux pluviales des lots à bâtir seront gérées partiellement sur chaque lot par un dispositif de rétention-infiltration de type « puits d'infiltration » à la charge de l'acquéreur. Seul un trop plein vers le réseau d'eaux pluviales public du lotissement sera admis. Le volume de stockage retenu est 3 m³.

✓ Espaces communs

La gestion espaces communs sera réalisée par la mise en œuvre de plusieurs noues paysagères, intégrant un massif drainant.

Le système de gestion par plusieurs ouvrages de rétention sera dimensionné pour stocker la totalité des eaux pluviales d'un événement pluviométrique de fréquence de retour inférieure ou égale à 10 ans, sans débit de fuite.

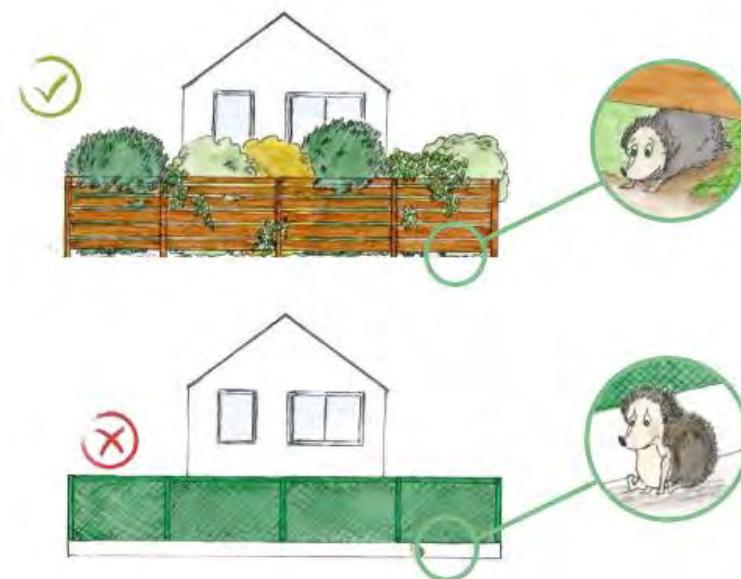
Chaque ouvrage intermédiaire disposera d'une surverse (trop-plein) vers un ouvrage situé plus en aval.

L'ouvrage terminal du réseau disposera d'une surverse de sécurité en limite Nord-ouest du terrain d'implantation vers le fossé de l'avenue de l'Argoët.

Clôtures perméables

Le règlement du lotissement encourage et impose au minimum en limites périphérie du projet et en limite avec des espaces verts communs, la réalisation de clôtures perméables à la petite faune. Elles permettront une libre circulation aux petites espèces comme le Hérisson d'Europe, les reptiles et les micromammifères. Pour cela, il est possible de :

- Planter une haie variée d'espèces locales, sans être doublée par du grillage ;
- Surélever sa clôture de 10-20 cm de haut ;
- De créer des passages/ouvertures de 15 x 15 cm dans les clôtures



Quelles mesures sont prévues pour limiter les impacts ?

Balisage des milieux à préserver

Le projet prévoit de conserver les linaires bocagères existants ainsi que de préserver un corridor écologique de 7 m de large du boisement existant en limite nord-est du projet.

En phase chantier, un balisage de ces zones, bien visible du personnel de chantier sera réalisé préalablement au démarrage des travaux et contrôlé régulièrement.



Limiter la prolifération des espèces végétales invasives

Afin d'éviter la propagation et le développement des espèces végétales invasives lors de la phase travaux, une mise en place de gestion adéquate sera appliquée en amont des travaux (modalités d'évacuation et de suppression propres à chaque espèce).

Gestion écologique des espaces verts

L'entretien des habitats écologiques sera raisonné et appliqué selon un plan de gestion écologique. Celui-ci tiendra compte des cycles biologiques des différentes espèces. Dans ce sens, les produits phytosanitaires seront proscrits et les interventions sur les strates arbustive et arborée priviliergeront le port libre et auront lieu une fois par an, en dehors de la période de fructification des végétaux, d'hibernation et de reproduction de la faune. Elles devront donc intervenir sur la période automnale. Une gestion différenciée des espaces verts devra également être mise en œuvre en tenant compte des usages des espaces. Enfin, une attention devra également être portée sur la gestion des déchets verts (déchets verts laissés sur place dans la mesure du possible) et la gestion de l'eau.

Les espaces prairiaux seront fauchés une fois par an, après le 31 juillet. Ces fauches permettent aux plantes de mener à terme leur cycle végétatif et de grainer pour se reproduire. Aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé pour entretenir les abords des espaces publics.

Sensibilisation des futurs usagers aux enjeux écologiques

En phase d'exploitation, et notamment au moment de la commercialisation des lots, une sensibilisation des futurs acquéreurs aux enjeux écologiques du projet sera faite. Elle concernera en priorité les lots 25 à 31 qui intègre sur leur emprise un espace boisé conservé dans le cadre du maintien d'un corridor écologique et d'une barrière visuelle avec les riverains existants.

Cette sensibilisation vise à ce que les futurs acquéreurs prennent conscience que le boisement inclus au nord de leur lot sera à conserver mais également à entretenir. Cette prise de conscience est primordiale pour garantir la pérennité dans le temps de cette mesure.

Quelles mesures sont prévues pour limiter les impacts ?

Eviter la création de pièges mortels pour la faune

En phase travaux, il sera veillé à ne pas créer les conditions d'attrait et d'accueil d'espèces d'amphibiens, par la formation et la persistance de dépressions autre que celles existantes naturellement sur le site du projet. Cette mesure limitera au maximum les risques de destruction d'individus lors des travaux.

Le chantier devra être tenu « propre » sans déchets pour éviter l'emprisonnement de la petite faune. Il conviendra notamment de :

- Installer des échappatoires dans les systèmes de retenues d'eau aux pentes très inclinées et lisses ;
- Ramasser systématiquement les déchets constituant un danger pour la faune : filet, autocollant, objets tranchants, etc. ;
- Eviter toute pollution lumineuse avec une extinction des luminaires la nuit ;
- Obstruer les entrées des poteaux creux au moyen de branchage, ciment, etc.



Adapter la période de travaux pour réduire les nuisances

Au démarrage de la phase chantier, afin de limiter l'impact des travaux sur les cycles biologiques des différents groupes d'espèces, les travaux devront être programmés pendant la période la moins impactante pour la faune : ils devront commencer avant la période de reproduction (avant le mois d'avril) pour éviter la destruction de nichées en incitant les espèces à s'installer ailleurs. Ils devront également être planifiés pour ne pas connaître d'interruption. Des effarouchements pourront également être réalisés pour permettre aux individus de s'enfuir avant le début des travaux.

Le déboisement (coupe du bois) prévu devra être effectué en dehors des périodes de nidification des oiseaux (pour éviter la mortalité des nichées). *Il est rappelé que le boisement supprimé dans le cadre du projet n'est pas susceptible d'abriter des chauves-souris en hibernation.*

Le défrichage (arrachage dessouches) devra être réalisé en dehors des périodes d'inactivité des reptiles. *Il est rappelé que le site n'est pas propice à la présence ou reproduction des amphibiens.*

La meilleure période retenue pour la réalisation des travaux est donc entre septembre et octobre. En effet, la phase de reproduction de la plupart des espèces animales est terminée et l'hibernation des taxons n'a pas encore débuté.

Aucune coupe de bois ou arrachage de souche ne sera réalisé entre mi-mars et début septembre.

Cette mesure permettra d'éviter toute installation de couples d'oiseaux nicheurs au sein des zones d'intervention (milieux ouverts, semi-ouverts et boisement).

Quelles mesures sont prévues pour limiter les impacts ?

Limiter les nuisances lumineuses

Pour limiter les effets néfastes de la pollution lumineuse sur la faune et la flore, et en particulier sur les espèces de la faune nocturne, une attention particulière sera portée à :

- Implantation des luminaires :
 - Eclairer seulement les surfaces utiles (carrefour de la voie principale)
- Orientation du flux lumineux dans l'espace :
 - Orienter l'éclairage vers le sol
 - Ne pas envoyer de lumière vers le ciel (réglementé) et les habitats écologiques
- Optimisation et maîtrise du temps d'allumage pour tenir compte des activités de la faune nocturne
 - Réduire significativement la quantité de lumière émise en début de nuit et début de jour (périodes où les espèces faunistiques nocturnes sont les plus actives) et prévoir une extinction totale durant la nuit : détection de présence, horloge astronomique, programmation calendaire ou événementielle de l'éclairage.
- Choix des ampoules :
 - Choisir des ampoules dont le spectre d'émission est le moins impactant pour les chiroptères, les mammifères et les oiseaux (espèces à enjeux écologiques principales sur le projet) en privilégiant les couleurs jaunes.

La politique communale en matière d'éclairage prévoit une extinction de 22h à 6h30.

Limitation du bruit

Le projet se situe à proximité immédiate de la RN166, présente au sud-ouest du projet. Cet axe routier est classé en catégorie 2 au classement sonore des infrastructures sonores. De ce fait, le PLU communal intègre une marge de recul de constructibilité de 50 m depuis le centre de l'axe routier.

L'étude acoustique réalisée sur site a été démontrée que les niveaux sonores mesurés sont représentatifs d'un environnement sonore impacté par le bruit du trafic routier sur les périodes diurnes et nocturnes. En situation actuelle, l'ensemble de la zone d'étude se situe en ambiance sonore modérée ou modérée de nuit.

Sans mesures spécifiques de limitation acoustique, certains points modélisés situés au plus près de la RN166, sont compris dans une zone d'ambiance sonore modérée de nuit, mais non modérée de jour (ambiance sonore supérieure à 65dB(A)). Les niveaux sonores à l'extérieur des habitations ne sont pas soumis réglementairement à une valeur maximum : les mesures compensatoires modélisées visent à limiter l'impact de la voie express, avec pour objectif de maintenir les habitations dans une zone d'ambiance sonore modérée.

Le souhait de l'aménageur a été de prioriser les mesures acoustiques du linéaire d'habitation sud. Le projet intègre donc la mise en œuvre d'un merlon de 3 m en fond de lot 5 à 6, complété d'un mur de gabion en fond de lot 17 à 21. Du fait de la conservation du linéaire arboré en fond de lot 13 à 16, aucune mesure constructive n'y a été proposée.

Quels sont les effets cumulés avec d'autres projets ?

Cf. § 11 pour le détail des effets cumulés

Les avis émis par l'autorité environnementale de Bretagne et disponibles en ligne ont été consultés. En complément, l'analyse du PLU couplée à une visite des sites a été réalisé pour identifier les stades d'avancement des projets. Trois grandes catégories de projets sont en cours sur le territoire communal :

- Construction de logements :
 - o Actuellement en cours de construction, le nombre de futurs logements est estimé à environ 50 à 70,
- Construction en zone d'activités :
 - o Projet d'extension de la ZA du Gohélis : Projet à l'étude, secteur zoné en 2AU1 au PLU en vigueur,
 - o Construction dans la zone d'activité du Gohélis : arrivée/extension d'activités porteuses d'emplois.
- Renforcement des liaisons douces du centre-bourg : piste cyclable sécurisée de l'avenue de Largoët en cours d'aménagement.
- Projet mixte logements et zone d'activité :
 - o Projet de 9,6 ha composé de 245 logements et 11 447 m² de zone d'activité. Suite à une demande d'examen au cas par cas, ce projet est soumis à évaluation environnementale (arrêté 2023-010414 du 28 février 2023).

Il y aura donc des effets cumulés avec d'autres projets en cours sur la commune, notamment les autres projets de construction (activité et habitat). Ces projets auront pour effet positif de maintenir le dynamisme de la commune et développer son offre d'emploi en local.

La liaison douce aura un effet positif sur le projet en permettant d'offrir aux nouveaux acquéreurs une alternative solide en matière de mode de déplacement pour les trajets du quotidien vers les services et commerces de proximité du centre bourg.

L'effet négatif de l'ensemble de ces mesures portent sur l'imperméabilisation des sols qu'occasionne les projets d'aménagements. Cependant, cet effet négatif est temporisé par l'emploi de revêtement perméables et la gestion des eaux pluviales générées rendue obligatoire pour tout projet d'aménagement. Le règlement pluvial applicable sur le territoire GMVA dont dépend la commune d'Elven est une politique du zéro rejet, donc de l'infiltration totale en privilégiant autant que possible le stockage sous forme d'ouvrages à ciel ouvert (noue, bassin paysager, jardin de pluie...). Ces mesures réduisent ainsi fortement l'impact négatif sur le milieu physique.

Concernant le milieu naturel, il est important de noter que ces projets n'impliquent aucune suppression de boisement ou haie bocagère. Les espaces sont principalement des pâties, des pâtures ou des champs agricoles.



Quelles mesures de suivis seront mises en œuvre ?

Cf. § 8.4 et 8.5 pour le détail des mesures de suivi

Phase chantier

Les modalités de suivi de ces mesures relèvent du management environnemental du chantier qui sera assuré par le Maître d’Ouvrage et des missions d’assistance envisagées pour assurer le suivi environnemental des travaux et la protection de la sécurité et de la santé des ouvriers. Par ailleurs, certains points particuliers pourront faire l’objet d’un suivi de la part des services de l’Etat (Police de l’Eau ou Préfecture). Le suivi environnemental du chantier s’appuiera sur le respect des engagements pris et de la réglementation existante.

Le suivi de chantier portera sur le respect des mesures d’évitement et de réduction présentées précédemment. En cas de non-respect des pratiques, des pénalités pourront être appliquées aux entreprises et les autorités compétentes pourront également être prévenues.

Phase exploitation

En phase exploitation, l’entretien des espaces verts et des ouvrages hydrauliques sera assuré par l’association des copropriétaires (ou les services compétents de la ville d’Elven en cas de rétrocession).

L’entretien des espaces verts consistera au contrôle du bon développement de la végétation, au contrôle de l’absence d’espèces végétales invasives, à l’entretien des espaces enherbées (désherbage mécanique ou thermique), ...

L’entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales consistera à l’entretien de la végétation (fauchage des roseaux), à la vérification du colmatage des ouvrages et au contrôle du bon fonctionnement. Des prélèvements pourront être réalisés ponctuellement en fonction du programme de suivi mené par les services de GMVA.

Un suivi de la biodiversité sera réalisé par un écologue tous les ans jusqu’à N+5, puis à N+10.

Le cortège d’espèce recherché sera principalement :

- Flore (suivi des invasives),
- Oiseaux (avifaune),
- Chauve-souris (chiroptères),
- Insectes (entomofaune),
- Reptiles.

Ces investigations donneront lieu à la rédaction d’un rapport bilan annuel, illustré de cartographies et faisant apparaître une liste des espèces. Ces bilans seront transmis aux autorités compétentes.

TAXONS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Communauté végétale												
Entomofaune												
Chiroptères												
Avifaune												
Reptiles												