

# SARL LA CHAPELLE

Rue du Poirier  
14650 CARPIQUET

## ETUDE D'IMPACT

*Article R.122-2 du Code de l'environnement*

### Commune de Marzan (56130)

#### Projet d'extension du Parc résidentiel de loisirs « LE DOMAINE DU TENO »

### ANNEXE IV

### Etude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables

Juillet 2021

Dossier réalisé en collaboration avec :

  
Cabinet Nicolas Nouger  
Conseil en Environnement

#### BUREAU D'ETUDES EN ENVIRONNEMENT

Membre du Groupement Professionnel OPHITE – Adhérent Afite  
26 rue d'Espagne – 64100 BAYONNE  
☎ 05 59 46 10 85 / [contact@cabinetnouger.com](mailto:contact@cabinetnouger.com)  
[www.cabinetnouger.com](http://www.cabinetnouger.com)

Dossier n°20-094

# SOMMAIRE DU DOCUMENT

<b>1 - OBJET DU DOCUMENT - CONTEXTE REGLEMENTAIRE</b>	<b>4</b>
<b>2 - DESCRIPTION DU PROJET</b>	<b>4</b>
2.1 Situation géographique	4
2.2 Description des aménagements	7
<b>3 - ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES EN ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Aire d'étude – Contexte général</b>	<b>8</b>
3.1.1 Territoire étudié	8
3.1.2 Bilan énergétique du territoire étudié	8
3.1.3 Potentiel de développement des énergies renouvelables sur le territoire étudié	9
<b>3.2 Description des énergies renouvelables potentielles pour le projet</b>	<b>11</b>
3.2.1 Le solaire photovoltaïque et thermique	11
3.2.2 Biomasse : la méthanisation	13
3.2.3 La géothermie	14
3.2.4 Biomasse : le bois-énergie	16
3.2.5 L'éolien	17
3.2.6 L'aérothermie	18
<b>4 - APPLICATION AU PROJET</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Utilisation/création d'un réseau de chaleur</b>	<b>19</b>
4.1.1 Utilisation d'un réseau de chaleur existant	19
4.1.2 Création d'un réseau de chaleur	19
<b>4.2 Analyse des sources d'énergies renouvelables applicables au projet</b>	<b>19</b>
<b>5 - CONCLUSION</b>	<b>23</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : localisation du projet à l'échelle communale.....	5
Figure 2 : localisation des extension projetées à l'échelle cadastrale (source : Premier Plan, PA2, 2021).....	6
Figure 3 : consommation d'énergie finale, 2014 (source : PCAET Arc Sud Bretagne, 2019) .....	8
Figure 4 : production d'énergies renouvelables, 2014 (source : PCAET Arc Sud Bretagne, 2019) .....	9
Figure 5 : potentiel de développement des énergies renouvelables et état actuel – Part des EnR considérées (source : PCAET Arc Sud Bretagne, 2019) .....	10
Figure 6 : schéma de panneaux solaire hybrides (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018).....	13
Figure 7 : schéma de principe de la méthanisation (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018).....	14

## LES TABLEAUX

Tableau 1 : description du projet .....	7
Tableau 2 : exemple de dispositifs bois énergie - avantages et inconvénients .....	16
Tableau 3 : étude de faisabilité de mise en œuvre d'énergies renouvelables sur le projet .....	20

# 1 - OBJET DU DOCUMENT - CONTEXTE REGLEMENTAIRE

En 2009, la loi Grenelle 1 a introduit dans le code de l'urbanisme une nouvelle obligation qui a été retranscrite au sein de l'article L.300-1 du Code de l'urbanisme : « [...] Toute action ou opération d'aménagement 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. ».

→ Le présent document constitue cette étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables relative au projet d'extension du Parc résidentiel de loisirs (PRL) « LE DOMAINE DU TENO » sur la commune de Marzan.

Cette étude a été réalisée en s'appuyant sur le guide « Étude du développement des énergies renouvelables dans les nouveaux aménagements - Conseils pour la mise en œuvre de l'article L300-1 du Code de l'urbanisme », établi par le CEREMA OUEST en juin 2017.

Elle présente ainsi :

- ✓ Une description synthétique du projet ;
- ✓ Une analyse des ressources en énergies renouvelables disponibles localement ;
- ✓ Une analyse de la faisabilité technique et économique d'application dans le cadre du projet ;
- ✓ Une conclusion sur les solutions potentielles pour le projet et les choix retenus par le maître d'ouvrage.

L'objectif de cette étude est ainsi d'analyser les opportunités techniques et économiques de mettre en œuvre sur le site du projet des énergies renouvelables mobilisables sur le territoire.

## 2 - DESCRIPTION DU PROJET

### 2.1 Situation géographique

Se référer aux deux cartes présentées en pages suivantes qui permettent de localiser le projet d'extension du Parc résidentiel de loisirs (PRL) « LE DOMAINE DU TENO », à l'échelle communale et cadastrale.

Le PRL est situé en limite Ouest du territoire de la commune de Marzan (56).

Le projet d'extension concerne les terrains situés en limites Nord et Est du PRL existant.

L'emprise totale du projet, PRL existant et extensions, représente 73 151 m<sup>2</sup>, dont :

- ✓ Extension Nord : 15 557 m<sup>2</sup> ;
- ✓ Extension Est : 8 589 m<sup>2</sup> ;
- ✓ PRL existant : 49 005 m<sup>2</sup>.

Les extensions projetées, Nord et Est, concernent la parcelle cadastrée n°YC 358p.



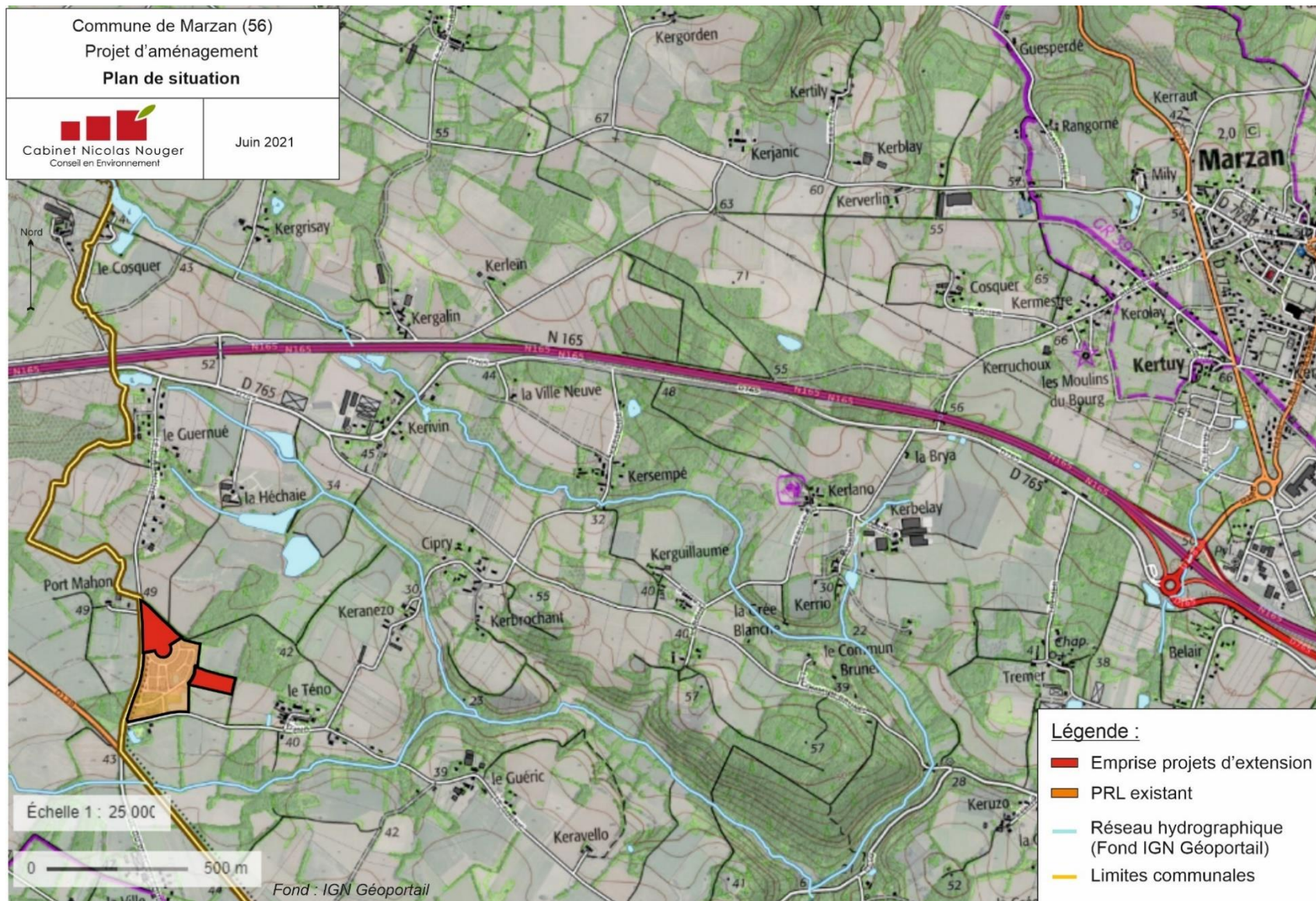


Figure 1 : localisation du projet à l'échelle communale

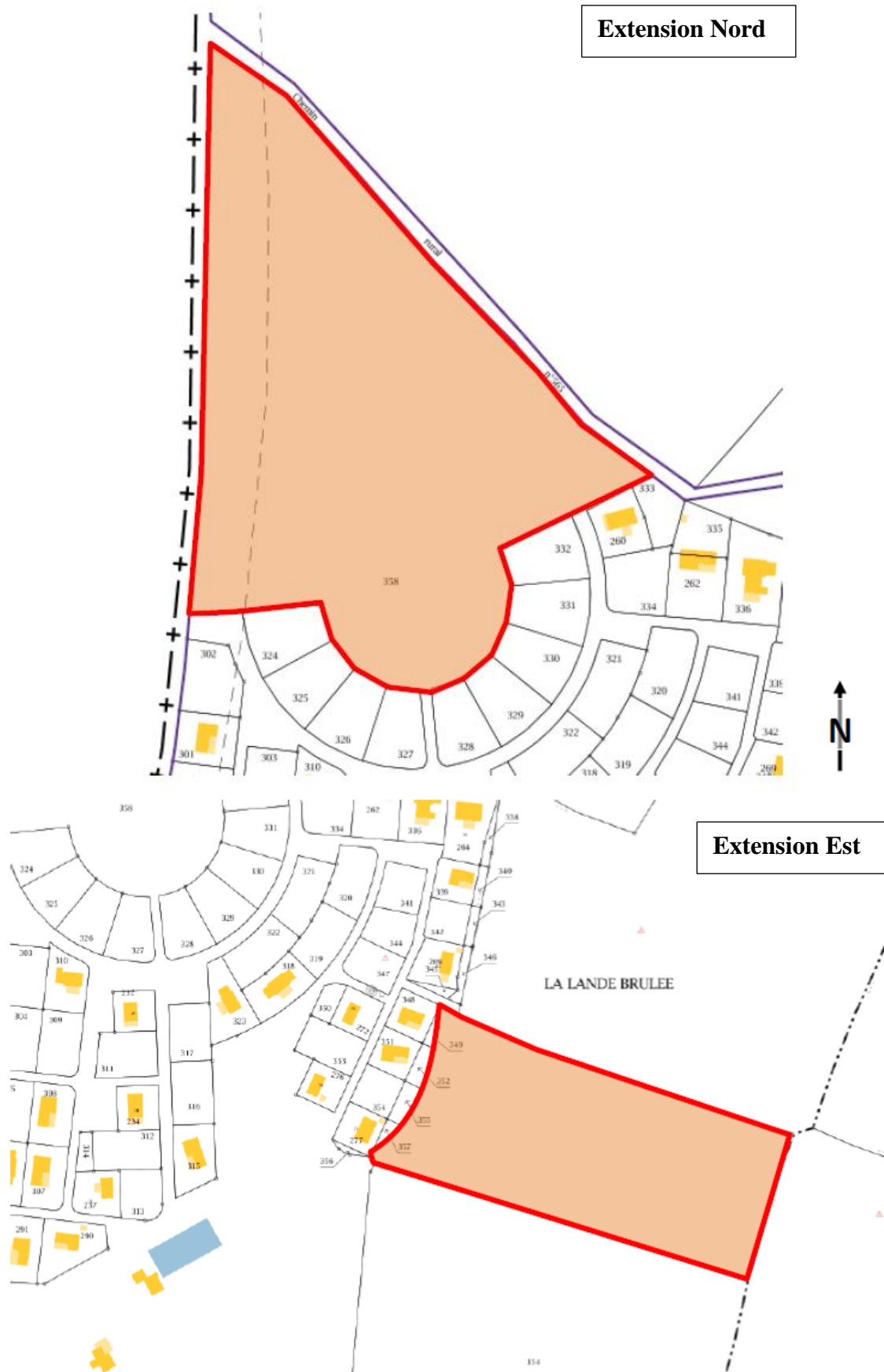


Figure 2 : localisation des extension projetées à l'échelle cadastrale (source : Premier Plan, PA2, 2021)

## 2.2 Description des aménagements

Le Tableau 1 suivant présente une synthèse des caractéristiques du projet.

Le cas échéant, se référer à l'étude d'impact qui décrit précisément les aménagements projetés.

Tableau 1 : description du projet	
Thème	Description du PRL actuel et des projets d'extension
<b>Surfaces - Composition</b>	<p>Le Parc résidentiel de loisirs (PRL) « LE DOMAINE DU TENO », d'une surface de 49 005 m<sup>2</sup>, a été créé en 2015 et est composé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ de 71 lots individuels accueillant des HLL (Habitations légères de loisirs) ;</li> <li>✓ d'équipements communs (bâtiments et piscine) ;</li> <li>✓ de voiries ;</li> <li>✓ d'espaces verts.</li> </ul> <p>Le projet, objet de ce dossier, concerne l'extension de ce PRL avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une extension sur la partie Nord (15 557 m<sup>2</sup>), qui accueillera 18 lots dédiés à des HLL ;</li> <li>• une extension sur la partie Est (8 589 m<sup>2</sup>), qui accueillera 13 lots dédiés à des HLL.</li> </ul> <p>Aucun équipement commun supplémentaire n'est ici prévu, hormis les voiries, réseaux et espaces verts associés aux extensions.</p>
<b>Accès - Voirie</b>	<p>Le PRL existant est accessible depuis le chemin communal de « Port Mahon » à l'Ouest. L'accès aux projets d'extension Nord et Est sera réalisé depuis le PRL existant.</p> <p>Sur l'extension Nord, une voie formant une boucle permettra de desservir les emplacements sur la périphérie de l'opération. Une voie sans issue avec espace de retournement donnera accès aux autres emplacements.</p> <p>Sur l'extension Est, une voie sans issue avec espace de retournement permettra de desservir les emplacements.</p>
<b>Gestion des eaux pluviales et des eaux usées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les eaux pluviales du PRL existant sont collectées par l'intermédiaire d'un réseau puis dirigées vers un bassin de rétention à ciel ouvert (430 m<sup>3</sup>) dont le débit de fuite (3l/s/ha, soit 15l/s ici) est rejeté vers le fossé longeant le chemin communal de Téno au Sud. Ce bassin est dimensionné pour une pluie de retour de dix ans. Un séparateur à hydrocarbures a été mis en place après l'ouvrage de régulation.</li> <li>- Les eaux pluviales des chaussées et des surfaces privées des extensions Nord et Est seront collectées par des grilles et des regards de branchement puis dirigées vers des bassins de rétention dimensionnés pour une pluie de retour de 100 ans. Les bassins de rétention mis en place seront enterrés, de type structure QBic ou similaire, avec un volume de 88 m<sup>3</sup> pour l'extension Nord et de 64 m<sup>3</sup> pour l'extension Est. Les débits de fuite de ces bassins (3l/s/ha) seront rejetés vers le réseau du PRL existant.</li> <li>- Le PRL existant est raccordé à la STEP de la commune d'Arzal. Il en sera de même pour les eaux usées des extensions Nord et Est.</li> </ul>



## 3 - ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES EN ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES

### 3.1 Aire d'étude – Contexte général

#### 3.1.1 Territoire étudié

L'analyse des ressources disponibles en énergies renouvelables a été établie à l'échelle du territoire de la Communauté de communes Arc Sud Bretagne, à laquelle appartient la commune de Marzan.

Les éléments présentés dans les paragraphes suivants sont issus du rapport de « Synthèse du Plan climat air énergie territorial (PCAET) » de la Communauté de communes Arc Sud Bretagne (décembre 2019).

#### 3.1.2 Bilan énergétique du territoire étudié

##### 3.1.2.1 Consommation

Comme présenté sur la Figure 3 suivante, le profil énergétique du territoire de la Communauté de communes Arc Sud Bretagne, en termes d'énergie finale, est principalement marqué par les consommations énergétiques du secteur des transports, qui représentent 54% de la consommation totale (37% pour les déplacements de personnes, nommé « Déplacements » et 17% pour le transport de marchandises, nommé « Fret »), ainsi que le secteur résidentiel, avec 31% de la consommation totale.

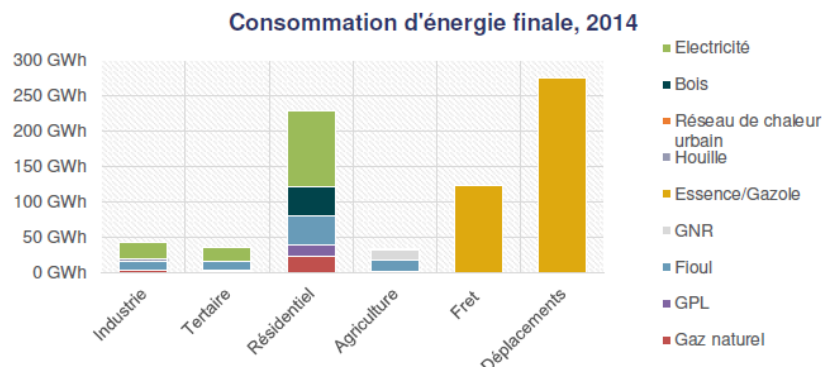


Figure 3 : consommation d'énergie finale, 2014 (source : PCAET Arc Sud Bretagne, 2019)

##### 3.1.2.2 Production d'énergies renouvelables

La Communauté de communes Arc Sud Bretagne a développé les modes suivants de production d'énergie renouvelables sur son territoire :

- ✓ Bois énergie
- ✓ Biogaz
- ✓ Géothermie
- ✓ Eoliennes
- ✓ Energie solaire
- ✓ Hydroélectricité

À ces différentes sources s'ajoute l'énergie fatale ou « énergie de récupération », qui consiste à récupérer l'énergie produite par un processus dont la finalité n'est pas la production de cette énergie (ex : fours, compresseurs, fumées, ventilation des locaux, etc.). Cette énergie est souvent perdue si elle n'est pas récupérée et/ou valorisée.



Comme indiqué sur la Figure 4 suivante, la première source d'énergies renouvelables et de récupération du territoire est l'éolien (49%). On trouve ensuite, avec 40% de la production d'énergie locale, le bois sous différentes formes (bûches et granulés, bois déchiquetés), utilisé pour la production de chaleur. Enfin, 6% de l'énergie produite vient du biogaz et 4% du solaire photovoltaïque.

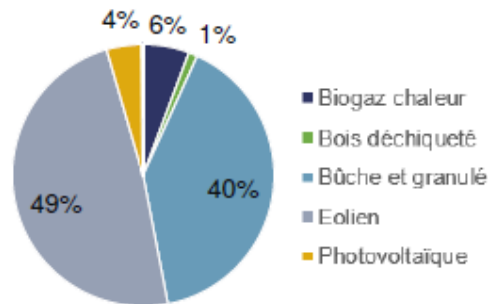


Figure 4 : production d'énergies renouvelables, 2014 (source : PCAET Arc Sud Bretagne, 2019)

Pour mémoire, en 2014 :

- ✓ le territoire a produit 73 GWh d'énergies renouvelables et locales ;
- ✓ parmi ces 73 GWh produits sur le territoire, 66% correspondent à de la production de chaleur renouvelable et 34% à de l'électricité renouvelable.

→ Cette production couvre l'équivalent de 10% de la consommation du territoire.

A noter que la communauté de communes a mis en place deux parcs éoliens et une installation de méthanisation à la ferme pour la production de biogaz.

### 3.1.3 Potentiel de développement des énergies renouvelables sur le territoire étudié

La Communauté de communes Arc Sud Bretagne s'est engagée dans une démarche « Territoire à énergie positive » (TEPOS), avec pour objectif de couvrir ses besoins d'énergie à 100% par les énergies renouvelables et de récupération locales.

Pour atteindre cet objectif, elle peut profiter de ressources naturelles locales importantes :

- ✓ Le territoire est situé dans une région ayant un très bon ensoleillement (environ 2000 heures de soleil par an), indispensable pour développer le solaire photovoltaïque ou thermique ;
- ✓ Le territoire dispose d'un potentiel intéressant concernant la mise en œuvre d'éoliennes ;
- ✓ La surface du territoire Arc Sud Bretagne est composée à environ 10% de surface forestière (3 500 ha), ce qui représente une surface non négligeable utilisable pour le développement de la filière Biomasse – Bois Energie ;
- ✓ Le territoire possède un cheptel important (environ 960 000 têtes de bétails tout confondu) et de grandes surfaces agricoles (environ 21 600 ha), fournissant une ressource forte en substrat méthanisable.

Comme présenté sur la Figure 5 suivante, la production d'énergies renouvelables atteignable à l'horizon 2050 représente 354 GWh, soit environ 5 fois la production actuelle, avec, par ordre d'importance : éolien (27%), solaire photovoltaïque (24%), méthanisation (19%), géothermie et aérothermie (10%), solaire thermique (9%), bois (8%), énergie de récupération (3%), hydroélectricité (moins de 1%).

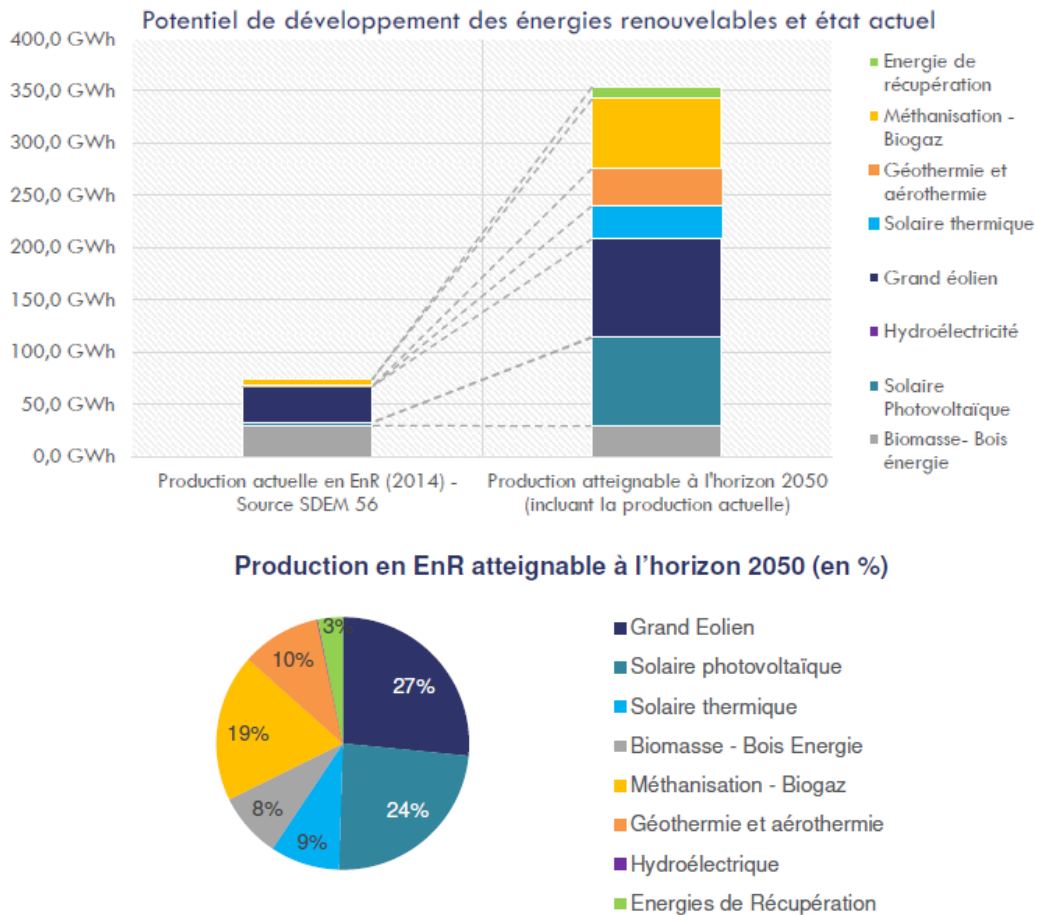


Figure 5 : potentiel de développement des énergies renouvelables et état actuel – Part des EnR considérées (source : PCAET Arc Sud Bretagne, 2019)

En revanche, aucun réseau de chaleur n'est identifié sur la Communauté de communes Arc Sud Bretagne.

→ Les gisements de production d'énergies renouvelables à développer sur le territoire considéré sont ainsi :

- ✓ Le bois énergie ;
- ✓ l'énergie solaire thermique et photovoltaïque ;
- ✓ la méthanisation ;
- ✓ la géothermie ;
- ✓ l'aérothermie
- ✓ l'éolien.

Ce sont donc ces énergies qui seront étudiées dans le cadre d'une mise en œuvre sur le présent projet.

En revanche, l'énergie hydraulique ne sera pas ici retenue, le projet étant éloigné de cours d'eau, tout comme l'énergie de récupération, le projet étant éloigné d'activités.

## 3.2 Description des énergies renouvelables potentielles pour le projet

---

### 3.2.1 Le solaire photovoltaïque et thermique

#### 3.2.1.1 Principe et coûts

##### 3.2.1.1.1 Solaire thermique

Le « solaire thermique » utilise le rayonnement solaire afin de chauffer un fluide qui peut être utilisé pour le chauffage domestique et/ou la production d'eau chaude sanitaire (ECS), au travers de :

- ✓ CESI : Chauffe-eau solaire individuel ;
- ✓ CESC : Chauffe-eau solaire collectif ;
- ✓ SSC : Système solaire combiné (eau chaude sanitaire et chauffage).

La production d'eau chaude sanitaire est réalisable sous tous les climats français. Cependant, en hiver et pendant les journées peu ensoleillées, l'énergie solaire ne peut assurer la totalité de la production d'eau chaude ; un dispositif d'appoint est alors nécessaire pour pallier ce manque (résistance électrique ou gaz relié à la chaudière par exemple).

L'utilisation d'eau chaude sanitaire durant la période estivale (piscine, centre aéré dans une école, etc.) favorise le rendement d'une installation solaire car c'est à cette période que les apports sont optimums.

Il faut également tenir compte de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux solaires afin que le rendement soit optimum et réponde au mieux au besoin. L'inclinaison idéale pour les capteurs de CESI se situe à 45° et pour les capteurs SSC à 60° environ afin d'avoir une inclinaison optimale en hiver, période où le système sera le plus sollicité (saison de chauffe).

Les parcelles destinées à des habitations présentant une exposition Sud/Nord sont les plus propices à l'installation de panneaux solaires thermiques.

Les coûts d'investissement pour une technologie standard de panneaux solaires se situent aux alentours de 500 €HT/m<sup>2</sup> (pour une surface de capteurs supérieure à 100 m<sup>2</sup>).

L'installation d'un CESI est comprise entre 4000 à 7000 €.

Pour un SSC, il faut compter en moyenne près de 10 000€ à 15 000 € selon la surface de capteurs installés.

Concernant le CESC :

- ✓ Dans le cas d'une solution décentralisée, chaque bâtiment est équipé d'un système de production indépendant. Il faut alors prévoir l'installation de panneaux solaires en toiture des bâtiments, qui seront reliés à un local technique au moyen d'un échangeur à plaques. Ce local technique doit accueillir un générateur de chaleur permettant de faire l'appoint. Cette solution nécessite la fourniture de nombreux équipements (chaudières, pompes, échangeurs...);
- ✓ Dans le cas d'une solution centralisée type ECS, l'installation nécessite des moyens encore plus importants (volume important et création de réseau de chaleur) ;
- ✓ Dans le cas d'une installation centralisée type chauffage et ECS, un seul réseau de distribution de chaleur est nécessaire. Chaque logement est alors équipé d'un échangeur indépendant, assurant le chauffage et la production terminale d'ECS.

### 3.2.1.1.2 Le solaire photovoltaïque

Le solaire photovoltaïque utilise le rayonnement solaire pour produire de l'électricité, qui peut ensuite être injectée sur les réseaux électriques.

La quantité d'électricité produite par un système photovoltaïque dépend de l'ensoleillement de la région, de l'orientation, de l'inclinaison des modules photovoltaïques et de l'ombrage porté par les éléments environnants.

Deux applications distinctes peuvent être envisagées concernant le solaire photovoltaïque :

- ✓ Installation en toiture. La puissance installée dépend des conditions de rachat de l'électricité produite. Cette solution nécessite l'installation d'un onduleur par bâtiment ;
- ✓ Champ de production au sol : la capacité de production peut être très importante mais cet accès à la ressource nécessite énormément de place.

Les panneaux photovoltaïques avec intégration au bâti ou intégration simplifiée au bâti produisent, sous le rayonnement solaire, un courant continu transformé en courant alternatif avant transfert sur le réseau public.

L'inclinaison optimale de ces capteurs solaires est de 34°.

L'investissement est compris entre 10 000 et 15 000 €. Les frais de maintenance comprennent les panneaux photovoltaïques, les onduleurs et les compteurs, ce qui engendre des coûts de maintenance relativement élevés.

Sur un secteur à urbaniser, l'électricité produite pourra, au choix, être injectée sur le réseau national ou bien autoconsommée dans les logements. L'autoconsommation de l'électricité photovoltaïque produite est maintenant encouragée par les pouvoirs publics, avec notamment l'arrêté du 9 mai 2017. Celui-ci concerne les installations de moins de 100 kWc. Toutefois, l'électricité étant produite en journée, lorsque les occupants sont absents, il est plus pertinent de revendre l'électricité au réseau.

### 3.2.1.1.3 Solaire thermique et photovoltaïque (panneaux hybrides)

Une troisième solution solaire est le capteur hybride, qui combine la production de chaleur à la production d'électricité. Ce système est avantageux car il permet de palier à la perte de rendement des capteurs photovoltaïques. En effet, le rendement diminue lorsque la température extérieure augmente.

Pour avoir le meilleur rendement possible, les panneaux photovoltaïques ne doivent pas dépasser 60 à 70°C. La combinaison des capteurs photovoltaïques avec des capteurs thermiques est une solution adéquate. Le fluide caloporteur circulant dans les panneaux emporte la chaleur pour la restituer à de l'eau dans un ballon d'ECS classique. La chaleur captée par le fluide caloporteur permet ainsi d'empêcher l'élévation de chaleur dans les modules photovoltaïques. Le rendement de l'installation électrique est donc optimal.

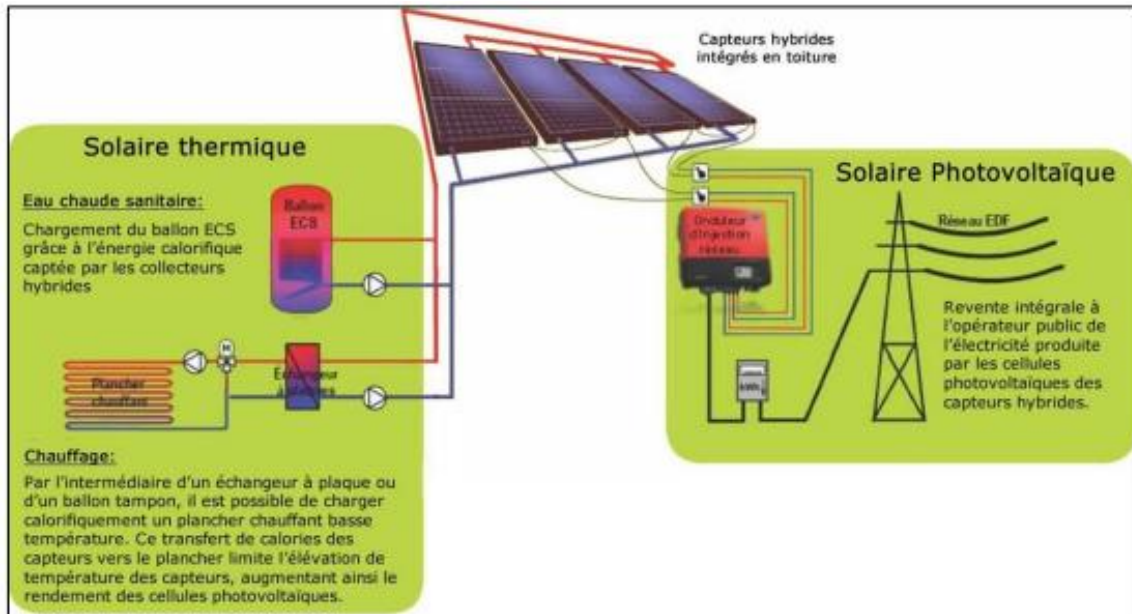


Figure 6 : schéma de panneaux solaires hybrides (source : Alliance Energie, étude commune de Villevelve, déc. 2018)

La production simultanée de chaleur et d'électricité est adaptée aux maisons individuelles car cela permet de couvrir une partie des besoins en chaleur (ECS) et en électricité (chauffage et autres usages, autres usages seuls) des logements.

Pour mémoire, cette technologie est moins adaptée aux entreprises car les besoins en Eau chaude sanitaire (ECS) sont faibles.

Le coût est plus élevé que pour des panneaux solaires classiques car il s'agit encore d'un équipement assez récent.

## 3.2.2 Biomasse : la méthanisation

### 3.2.2.1 Principe et coûts

La méthanisation est un phénomène naturel qui permet de produire du biogaz.

Elle correspond à la valorisation de gisements de matières organiques fermentescibles pour la production de chaleur, d'électricité ou de biocarburant<sup>1</sup> : effluents d'élevages, sous-produits agricoles, déchets organiques des industries agro-alimentaires, boues des stations d'épuration, fraction fermentescible des ordures ménagères, déchets de la restauration, des commerces et des grandes surfaces.

En effet, les matières organiques libèrent du biogaz lors de leur décomposition selon un processus de fermentation. Mélange de méthane et de gaz carbonique principalement, le biogaz est un gaz combustible.

Le biogaz produit peut être utilisé par simple combustion, cogénération (production d'électricité et de chaleur), injection directe dans le réseau de gaz naturel ou comme carburant. Le digestat issu de la fermentation possède des propriétés fertilisantes loin d'être négligeables. La méthanisation permet ainsi de valoriser au mieux des déchets en produisant de l'énergie et des fertilisants.

<sup>1</sup> Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014



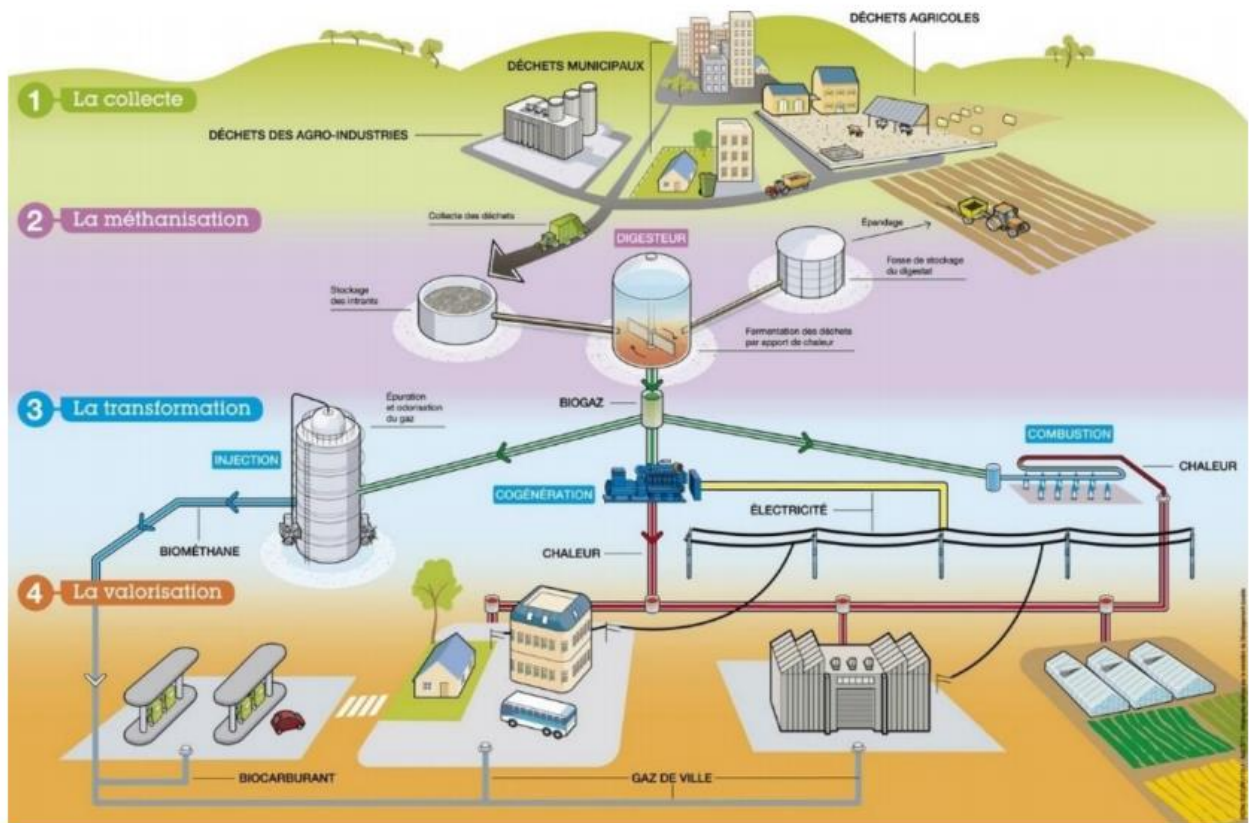


Figure 7 : schéma de principe de la méthanisation (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018)

La valorisation du biogaz la plus développée à ce jour est la cogénération. Ce procédé permet la production simultanée d'électricité et de chaleur. Le biogaz alimente alors un moteur à combustion interne entraînant un alternateur qui produit de l'électricité injectable sur le réseau national. Ce moteur doit être refroidi et cède ainsi ses calories, via un échangeur de chaleur sur le moteur et les gaz d'échappement, à de l'eau.

L'investissement moyen pour la mise en place d'une unité de méthanisation s'élève entre 5 000 € et 11 000€ par kW, auquel il faut ajouter un coût d'entretien annuel à hauteur de 2 à 8% de l'investissement réalisé.

### 3.2.3 La géothermie

#### 3.2.3.1 Principe et coûts

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie souterraine pour l'utiliser sous forme de chauffage ou pour la transformer en électricité.

Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie présente l'avantage d'être une source d'énergie quasi-continue, ne dépendant pas des conditions atmosphériques (soleil, vent). Elle n'est interrompue que par des opérations de maintenance.

On distingue 2 types de systèmes géothermiques :

❖ **Sur champs de sondes :**

Ce système dispose d'un ou plusieurs forages constitués de tubes. Il n'y a pas de prélèvement de matière, simplement un échange thermique avec le sol.

Une pompe à chaleur doit être utilisée pour atteindre des températures supérieures adaptées au chauffage.

Il existe deux types de capteurs :

✓ Capteurs verticaux

Un ou plusieurs forages verticaux entre 80 et 120 m sont réalisés selon la puissance de chauffage nécessaire.

Une installation centralisée nécessite un champ de sondes sur un espace important mais possède l'avantage de réduire les coûts d'exploitation et de maintenance. A l'inverse, un fonctionnement indépendant pour chaque bâtiment est complexe à gérer d'un point de vue maintenance et exploitation.

Il est conseillé un principe de fonctionnement basé sur une installation centralisée par lot avec des champs de sondes spécifiques à chaque zone de production. Cette solution permet de s'affranchir des coûts d'un réseau de chaleur commun à tout un quartier.

L'utilisation de pieux de fondation en béton peut s'avérer nécessaire en cas de mauvaises portances du sol. Dans ce cas, les pieux sont équipés de capteurs géothermiques et les tubes noyés dans le béton.

Cette technologie est plutôt onéreuse (18 000 à 20 000 € pour une installation individuelle). Cependant, elle permet de bénéficier de très bons rendements des pompes à chaleur et nécessite peu d'entretien. Compte tenu de faibles besoins de chauffage des logements, cette solution peut s'avérer difficile à amortir.

L'investissement du forage de capteurs verticaux se situe entre 50 et 100 €HT par mètre foré. Les coûts liés aux pompes à chaleur s'élèvent à environ 300 €HT/kW.

✓ Capteurs horizontaux

Les capteurs sont disposés à une profondeur de 80 cm environ. Ils nécessitent une surface d'échange d'environ 2 fois la surface à chauffer.

De plus, le terrain ne doit pas être planté d'arbres, car ils pourraient détériorer le réseau par leurs racines.

Le coût de cette technologie est d'environ 110 € TTC par m<sup>2</sup> chauffés.

❖ **Sur nappes aquifères :**

La géothermie très basse énergie concerne les gisements d'eau liquide dont la température est inférieure à 30°C. La température étant très basse (le terrain jouant un rôle d'inertie thermique), elle doit être utilisée avec une pompe à chaleur pour atteindre des températures supérieures adaptées au chauffage des bâtiments. Le coût d'installation associé est d'environ 8000 à 13 000 €TTC.

La géothermie basse énergie concerne les gisements d'eau liquide dont la température est comprise entre 30 et 90°C. On retrouve ce type de caractéristiques à des profondeurs comprises entre 1 000 et 2 500 mètres selon les bassins aquifères.

Une solution décentralisée n'est pas envisageable car il faudrait réaliser plusieurs forages à ces profondeurs. Il faut donc prévoir l'installation d'une chaufferie centrale où sont installés les équipements techniques qui alimentent un réseau de distribution. Ce réseau alimente ensuite les sous stations des bâtiments via un échangeur.

L'investissement du forage sur nappe représente environ 2 000 €HT par mètre foré. Les coûts liés aux pompes à chaleur s'élèvent à environ 300 €HT/kW.

## 3.2.4 Biomasse : le bois-énergie

### 3.2.4.1 Principe et coûts

Le bois-énergie est le terme désignant les applications du bois comme combustible en bois de chauffage.

Le bois non traité est considéré comme une énergie renouvelable. Les émissions des gaz à effet de serre lors de sa combustion sont pratiquement compensées par la consommation de dioxyde de carbone nécessaire à sa croissance.

Pour les habitations individuelles, il est possible de mettre en place plusieurs types de dispositifs.

Tableau 2 : exemple de dispositifs bois énergie - avantages et inconvénients			
Dispositifs	Rendement	Avantages	Inconvénients
Poêle à bois buche	70 à 80%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 3000 et 4000 €HT</li> <li>- Bon rendement</li> <li>- Approvisionnement facile et coût du bois peu élevé</li> <li>- Pas besoin d'électricité pour fonctionner</li> <li>- Silencieux (pas de ventilateur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentation manuelle</li> <li>- Stockage et manutention</li> <li>- Nettoyage fréquent</li> <li>- Appoint nécessaire avec une autre énergie</li> <li>- Appareils polluants quand ils fonctionnent au ralenti (particules fines)</li> </ul>
Poêle à granulés	85 à 92%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 3000 et 6000 €HT</li> <li>- Très bon rendement</li> <li>- Autonomie, facilité d'utilisation (recharge peu fréquente : 1 sac par jour en moyenne)</li> <li>- Régulation et programmation possible</li> <li>- Diffuse une chaleur constante sur une plus longue période que le poêle à buche</li> <li>- Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé</li> <li>- Faibles émissions de polluants</li> <li>- Silencieux (pour les poêles à convection naturelle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bruyant (pour les poêles avec ventilateur)</li> <li>- Exige de l'électricité pour fonctionner</li> <li>- Nettoyage fréquent</li> </ul>
Chaudière à granulés	80 à 90%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très bon rendement</li> <li>- Autonomie, facilité d'utilisation</li> <li>- Régulation et programmation possible</li> <li>- Chauffage homogène dans toute la maison</li> <li>- Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé</li> <li>- Faibles émissions de polluants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 7000 et 20 000 €HT</li> <li>- Exige de l'électricité pour fonctionner</li> <li>- Encombrement (réservoir à l'intérieur de la chaudière ce qui la rend volumineuse ou à l'extérieur en silo ce qui nécessite de la place)</li> <li>- Nettoyage fréquent</li> <li>- Entretien obligatoire par un professionnel une fois par an</li> </ul>

Pour mémoire, une solution centralisée pourrait être la chaufferie biomasse qui réalise la production de chaleur pour un ensemble de plusieurs bâtiments. La chaleur produite est alors distribuée vers les différents consommateurs via un réseau de chaleur. Celui-ci est composé d'un circuit primaire (directement couplé à la chaufferie) qui alimente les différents circuits de chauffage des bâtiments.

Des systèmes d'appoint ou de secours doivent toutefois être prévus (exemple : chaudières gaz).

Les coûts associés à la création d'une chaufferie centrale au bois sont répartis selon trois domaines généraux : gros-œuvre et voirie, réseau enterré, équipements techniques.

## 3.2.5 L'éolien

### 3.2.5.1 Principe et coûts

L'énergie éolienne utilise la force motrice du vent pour produire de l'énergie mécanique qui sera ensuite transformée en électricité.

Du fait de l'intermittence du vent, la production d'énergie varie et peut ne pas correspondre aux pics de demande. L'énergie peut alors être stockée dans le réseau national, qui équilibrera sa production en fonction de la demande, ou alors stockée dans des zones prévues à cet effet, utilisant des batteries, de l'hydrogène ou de l'air comprimé.

Pour une implantation en milieu urbain, il existe 2 catégories d'éoliennes :

- ✓ Le micro éolien, d'une puissance inférieure à 1kW ;
- ✓ Le petit éolien, d'une puissance inférieure à 36 kW.

Les toitures et les candélabres peuvent accueillir ces installations.

La mise en œuvre des micros et petites éoliennes se heurte à un certain nombre de contraintes :

- ✓ Traitement des vibrations transmises au bâti ;
- ✓ Création d'un système de stockage énergétique (le cas échéant) ;
- ✓ Mise en place d'un système de sécurité pour le voisinage ;
- ✓ Permis spécifique.

De plus, les points identifiés comme nuisances sont les suivants : le visuel, le bruit, les impacts sur les oiseaux.

Pour une éolienne « résidentielle » classique, il faut compter en moyenne un investissement de 5 000 €HT/kW installé et des frais de raccordement de 1 500 €HT/kW installé.

Une petite éolienne d'une puissance de 1,5 kW représente un investissement entre 12 000 et 15 000 € HT. La production annuelle d'une éolienne de ce type varie entre 2500 et 5000 kWh, selon l'exposition au vent. Le temps de retour sur investissement sera compris entre 25 et 50 ans.

Le moyen et grand éoliens peuvent mesurer plus de 20 mètres de hauteur et sont implantables uniquement dans des zones dédiées, éloignées des habitations.

## 3.2.6 L'aérothermie

### 3.2.6.1 Principe et coûts

La technologie des pompes à chaleur de type eau/eau a été abordée lors de l'étude des gisements géothermiques, mais ces dispositifs peuvent également fonctionner en puisant les calories dans l'air, via une pompe à chaleur aérothermique.

Cette chaleur peut alors être restituée de deux façons :

- ✓ En chauffant de l'eau : pompe à chaleur « air-eau ». La pompe chauffe de l'eau qui ensuite circule dans un plancher chauffant ou des radiateurs ;
- ✓ En propulsant de l'air : pompe à chaleur « air-air ». La pompe à chaleur est reliée à des ventilo-convecteurs qui brassent l'air frais de la pièce, le réchauffe, avant de le pulser à nouveau dans l'habitation.

Un modèle réversible peut également permettre de rafraîchir l'air.

Le prix de telles installations est, pour une maison de 100 m<sup>2</sup>, de :

- 9 000 à 12 000 € TTC pour une pompe « air eau » (avant crédit d'impôt) ;
- 5 000 à 8 000 € TTC pour une pompe air-air.

Un entretien, à minima annuel, est à prévoir.

L'installation de pompes à chaleur peut s'adapter aux besoins de logements individuels comme à ceux d'entreprises.



## 4 - APPLICATION AU PROJET

### 4.1 Utilisation/création d'un réseau de chaleur

#### 4.1.1 Utilisation d'un réseau de chaleur existant

Il n'existe pas de réseau de chaleur mobilisable dans le secteur du projet.

#### 4.1.2 Création d'un réseau de chaleur

Un réseau de chaleur est constitué d'une chaufferie centrale, d'un réseau primaire et d'un réseau secondaire.

Pour mémoire, la fréquentation du PRL est et continuera à être essentiellement saisonnière (mai à octobre) et durant les weekends.

Compte tenu du nombre relativement faible d'habitations légères de loisirs (102 sur l'ensemble du PRL dont extensions) et du type de fréquentation saisonnière, afin qu'une éventuelle chaudière fonctionne à son meilleur rendement, il faudrait que d'autres logements alentour soient raccordés au réseau de chaleur du PRL et que l'ensemble des habitants acceptent d'être chauffés par ce réseau de chaleur. Ce raccordement des habitations existantes alentour à un réseau de chaleur créé serait en outre très onéreux.

→ Aussi, aucun réseau de chaleur ne sera envisagé ici, et l'analyse sera orientée sur les solutions d'énergies renouvelables « individuelles ».

### 4.2 Analyse des sources d'énergies renouvelables applicables au projet

Le tableau suivant dresse un bilan de l'utilisation possible des énergies renouvelables sur le projet d'extension du Parc résidentiel de loisirs « LE DOMAINE DU TENO ».

La légende des couleurs est la suivante.

Applicable au projet	Peu applicable au projet	Non applicable au projet
----------------------	--------------------------	--------------------------

Tableau 3 : étude de faisabilité de mise en œuvre d'énergies renouvelables sur le projet				
Energie renouvelable	Ex. de dispositif permettant d'utiliser l'énergie	Avantages	Inconvénients	Application au projet
Bois énergie	Poêle à bois buches	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 3000 et 4000 €HT</li> <li>- Bon rendement</li> <li>- Approvisionnement facile et coût du bois peu élevé</li> <li>- Pas besoin d'électricité pour fonctionner</li> <li>- Silencieux (pas de ventilateur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentation manuelle</li> <li>- Stockage et manutention</li> <li>- Nettoyage fréquent</li> <li>- Appoint nécessaire avec une autre énergie</li> <li>- Appareils polluants quand ils fonctionnent au ralenti (particules fines)</li> </ul>	Peu applicable au projet car coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.
	Poêle à granulés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 3000 et 6000 €HT</li> <li>- Très bon rendement</li> <li>- Autonomie, facilité d'utilisation (recharge peu fréquente : 1 sac par jour en moyenne)</li> <li>- Régulation et programmation possible</li> <li>- Diffuse une chaleur constante sur une plus longue période que le poêle à buches</li> <li>- Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé</li> <li>- Faibles émissions de polluants</li> <li>- Silencieux (pour les poêles à convection naturelle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bruyant (pour les poêles avec ventilateur)</li> <li>- Exige de l'électricité pour fonctionner</li> <li>- Nettoyage fréquent</li> </ul>	
	Chaudière à granulés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très bon rendement</li> <li>- Autonomie, facilité d'utilisation</li> <li>- Régulation et programmation possible</li> <li>- Chauffage homogène dans toute la maison</li> <li>- Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé</li> <li>- Faibles émissions de polluants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 7000 et 20 000 € HT</li> <li>- Exige de l'électricité pour fonctionner</li> <li>- Encombrement (réservoir à l'intérieur de la chaudière ce qui la rend volumineuse ou à l'extérieur en silo ce qui nécessite de la place)</li> <li>- Nettoyage fréquent</li> <li>- Entretien obligatoire par un professionnel une fois par an</li> </ul>	
	Chaufferie biomasse centralisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très bon rendement</li> <li>- Permet de mutualiser les coûts d'installation, de fonctionnement et d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'installation élevé</li> <li>- Appoint nécessaire avec une autre énergie (chaudière au gaz)</li> <li>- Encombrement (nécessite un local qui accueille la chaudière biomasse et la chaudière de secours, ainsi que le combustible)</li> <li>- Contraintes d'approvisionnement (nécessite des aires de livraisons)</li> <li>- Nécessite la création d'un réseau de chaleur</li> </ul>	Non applicable au projet car : <ul style="list-style-type: none"> <li>- foncier nécessaire non disponible (local de stockage, aires de livraison, etc.)</li> <li>- coût de création d'un réseau de chaleur élevé.</li> </ul>
Méthanisation	Installation de méthanisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Double valorisation de la matière organique et de l'énergie</li> <li>- Diminution de la quantité de déchets organiques à traiter</li> <li>- Un traitement possible des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état</li> <li>- Une limitation des émissions d'odeurs du fait de digesteurs hermétiques et de bâtiments clos équipés de traitement d'air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'installation élevé</li> <li>- Encombrement : surface pour le digesteur et le stockage des déchets organiques</li> <li>- Les déchets entrants doivent être disponibles sur la durée afin de créer une filière rentable et pérenne</li> <li>- La valorisation énergétique possible du biogaz doit être utilisée préférentiellement sur site. L'injection dans le réseau de gaz naturel peut être compliquée ou impossible</li> <li>- Le biogaz est volumineux et doit être consommé au fur et à mesure de sa production car difficile à stocker</li> <li>- Entretien des installations important et régulier</li> <li>- Nécessite la création d'un réseau de chaleur</li> </ul>	Non applicable au projet car : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pas de raccordement possible à une installation existante proche,</li> <li>- coût trop élevé d'installation et d'entretien, au regard de l'utilisation sur le PRL.</li> <li>- coût de création d'un réseau de chaleur élevé.</li> </ul>
Solaire	Solaire thermique Chauffe-eau solaire individuel – CESI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 4000 à 7000 €HT.</li> <li>- Facilité de mise en œuvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appoint nécessaire avec une autre énergie pour les périodes non ensoleillées</li> <li>- Nécessite un espace technique pour l'installation d'une pompe et d'un ballon de stockage.</li> </ul>	Peu applicable au projet car coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.

Tableau 3 : étude de faisabilité de mise en œuvre d'énergies renouvelables sur le projet

Energie renouvelable	Ex. de dispositif permettant d'utiliser l'énergie	Avantages	Inconvénients	Application au projet
Solaire	Solaire thermique Chauffe-eau solaire collectif – CESC Décentralisé	Ne requiert pas la création d'un réseau de distribution de chaleur nécessaire dans le cadre d'une installation centralisée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûts d'installation élevés (création de réseaux propre à chaque bâtiment pour relier les panneaux en toiture aux chaufferies, nombreux équipements nécessaires : chaudières, pompes, échangeurs...)</li> <li>- Frais de maintenance importants du fait du nombre élevés d'équipements à entretenir</li> <li>- Appoint nécessaire avec une autre énergie pour les périodes non ensoleillées</li> <li>- Nécessite un espace technique pour l'installation d'une pompe et d'un ballon de stockage</li> <li>- Surtout rentable pour la production d'eau chaude sanitaire sur les bâtiments utilisés régulièrement et en été</li> </ul>	Peu applicable au projet car coût élevé pour un PRL essentiellement occupé de mai à octobre, et peu en hiver.
Solaire	Solaire thermique Chauffe-eau solaire collectif – CESC Centralisé	La solution qui consiste à créer un unique point de production qui alimenterait l'ensemble des bâtiments via un réseau de chaleur aurait pour avantage de mutualiser les coûts et de diminuer les coûts de maintenance (nombre moins important d'équipements vis-à-vis des solutions précédentes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite la création d'un réseau de distribution de chaleur (coût important)</li> <li>- Nécessite une toiture de plusieurs milliers de m<sup>2</sup> sur la chaufferie centrale (coût important)</li> </ul>	Non applicable au projet car : <ul style="list-style-type: none"> <li>- nécessite une toiture de plusieurs milliers de m<sup>2</sup> sur la chaufferie centrale.</li> <li>- coût de création d'un réseau de chaleur élevé.</li> </ul>
	Solaire thermique Système solaire combiné – SSC	Bon rendement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût relativement élevé : en moyenne, près de 10 000€ à 15 000€ selon la surface de capteurs installés</li> <li>- Appoint nécessaire avec une autre énergie pour les périodes non ensoleillées</li> </ul>	Peu applicable au projet car coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.
	Solaire photovoltaïque Panneaux photovoltaïques intégrés au bâti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Territoire bénéficiant d'un bon ensoleillement</li> <li>- La vente du surplus de production permet aux propriétaires d'amortir les investissements réalisés lors de l'installation</li> <li>- Les panneaux résistent aux intempéries et au froid</li> <li>- Dispositif silencieux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'investissement est compris entre 10 000 et 15 000 €.</li> <li>- L'onduleur doit être remplacé au bout de 10 ans et les panneaux au bout de 25 à 35 ans</li> </ul>	<p>Peu applicable aux HLL car coût élevé pour une occupation de mai à octobre, et peu en hiver.</p> <p>En revanche, application possible pour l'éclairage à créer sur les extensions projetées.</p>
	Solaire photovoltaïque et thermique Panneaux hybrides	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Économie d'espace en combinant la production électrique et thermique</li> <li>- Augmentation de la production photovoltaïque en abaissant la température des cellules. L'échangeur thermique limite la montée en température des cellules et permet donc une production supplémentaire d'électricité photovoltaïque (+40%)</li> <li>- Dispositif silencieux</li> </ul>	Environ 15 000 €.	Peu applicable au projet car coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.
Géothermie	Géothermie sur sondes – Capteurs verticaux (forages entre 80 et 120 m de prof.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques</li> <li>- Très bons rendements des pompes à chaleur</li> <li>- Nécessite peu d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût élevé (18 000 à 20 000 €) pour une installation individuelle</li> <li>- Nécessite une étude détaillée afin d'établir un maillage précis pour caractériser la ressource disponible</li> <li>- Les travaux nécessitent l'intervention d'un foreur et un permis spécifique sera demandé en cas de forage supérieur à 100 mètres</li> <li>- Cette solution nécessite une surface foncière importante</li> <li>- Une installation centralisée nécessiterait un champ de sondes sur un espace trop important. A l'inverse, un fonctionnement indépendant pour chaque bâtiment serait complexe à gérer d'un point de vu maintenance et exploitation</li> </ul>	Non applicable au projet car, compte tenu des faibles besoins de chauffage des HLL, cette solution peut s'avérer difficile à amortir.
	Géothermie sur sondes – Capteurs horizontaux (80 cm prof. Env.)	Le coût de cette technologie est d'environ 110 € TTC par m <sup>2</sup> chauffés.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite une surface d'échange d'environ 2 fois la surface de la maison</li> <li>- Les racines des arbres peuvent détériorer le réseau (arbres à enlever)</li> </ul>	Non applicable au projet car la surface d'échange nécessaire est importante au regard de la taille des emplacements.

Tableau 3 : étude de faisabilité de mise en œuvre d'énergies renouvelables sur le projet				
Energie renouvelable	Ex. de dispositif permettant d'utiliser l'énergie	Avantages	Inconvénients	Application au projet
Géothermie	<b>Géothermie très basse énergie (t° inf. à 30°C) avec une pompe à chaleur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques</li> <li>- Très bons rendements des pompes à chaleur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 5 000 à 8 000 € pour une pompe eau-eau</li> <li>- Nécessite un point d'eau ou une nappe à proximité ayant un débit suffisant</li> <li>- Autorisation administrative à solliciter</li> </ul>	Peu applicable au projet car coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.
	<b>Géothermie sur nappes aquifères</b>	Source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût élevé car nécessite un forage entre 1 000 et 2 500 mètres selon les bassins aquifères</li> <li>- Nécessite une étude détaillée afin d'établir un maillage précis pour caractériser la ressource disponible</li> <li>- Une solution décentralisée n'est pas envisageable si l'on doit réaliser plusieurs forages à ces profondeurs</li> </ul>	Non applicable au projet car la ressource disponible n'est pas précisément connue et coûts et contraintes liés au forage (autorisation)
Eolien	<b>Micro éolien et petit éolien</b>	Les toitures et les candélabres peuvent accueillir ces installations	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement des vibrations transmises au bâti</li> <li>- Création d'un système de stockage énergétique (le cas échéant)</li> <li>- Mise en place d'un système de sécurité pour le voisinage</li> <li>- Permis spécifique</li> <li>- Points identifiés comme nuisances : le visuel, le bruit, les impacts sur les oiseaux</li> <li>- Temps de retour sur investissement sera compris entre 25 et 50 ans.</li> </ul>	Peu applicable au projet car nombreuses contraintes et coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.
Aérothermie	<b>Pompe à chaleur air/eau ou air/air</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 5 000 à 8 000 € pour une pompe air-air</li> <li>- Peut produire le chauffage et l'eau chaude sanitaire, ainsi que rafraîchir l'air si modèle réversible</li> <li>- Fonctionne de façon autonome, chauffe rapidement et assure une température stable dans toutes les pièces</li> <li>- Pose simple sur une installation de chauffage ou un plancher chauffant, sans autorisation administrative préalable</li> <li>- Ne nécessite pas d'espace pour stocker le combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût entre 9 000 à 12 000 € pour une pompe air-eau (avant crédit d'impôt)</li> <li>- Nuisances sonores et esthétiques en fonction du modèle</li> <li>- Diminution du rendement en cas de grand froid, nécessite alors un chauffage d'appoint</li> <li>- Pompes air-air non éligibles au crédit d'impôt ni à la TVA à taux réduit</li> </ul>	Peu applicable au projet car coût élevé pour des HLL essentiellement occupés de mai à octobre, et peu en hiver.

## 5 - CONCLUSION

Aucun réseau de chaleur n'existe à proximité du projet ou ne pourra être créé (coût trop élevé et nécessité de raccorder les habitations existantes alentour). L'étude s'est donc orientée sur l'utilisation d'énergies renouvelables « individuelles ».

L'analyse de l'utilisation potentielle, dans le cadre du projet, des énergies renouvelables disponibles sur le territoire permet de conclure les éléments suivants :

✓ **Concernant les HLL :**

→ Compte tenu de l'occupation non permanente des HLL, il n'est pas envisagé de mettre en place d'énergies renouvelables, dont le coût serait trop élevé par rapport à la fréquence d'utilisation.

✓ **Concernant les espaces communs :**

Les projets d'extensions Nord et Est du PRL ne concernent que la création de nouveaux emplacements destinés à recevoir des HLL, et non d'équipements communs, hormis les voiries et espaces verts.

→ Le maître d'ouvrage a décidé d'alimenter l'éclairage des extensions Nord et Est du PRL par de l'énergie photovoltaïque. Ainsi, les potelets lumineux, qui baliseront les allées, seront équipés de capteurs photovoltaïques.