



SCI HAURRAK MENDY

3 Avenue d'Alegera
Centre européen de fret
64990 MOUGUERRE

ETUDE D'IMPACT

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

Commune de Bénésse-Maremne (40230)

**Projet d'aménagement de deux lots
destinés à des activités économiques**

« Zone d'activités des Pins »

ANNEXE V

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

Juin 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
www.cabinetnouger.com

Dossier n°21-008

SOMMAIRE DU DOCUMENT

1 - OBJET DU DOCUMENT - CONTEXTE REGLEMENTAIRE	4
2 - DESCRIPTION DU PROJET	4
2.1 Situation géographique	4
2.2 Description des aménagements	7
3 - ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES EN ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES	8
3.1 Aire d'étude – Contexte général	8
3.1.1 Territoire étudié	8
3.1.2 Sources d'approvisionnement énergétique actuelles	8
3.1.3 Démarches entreprises par MACS	8
3.2 Analyse des ressources locales en énergies renouvelables disponibles	10
3.2.1 Biomasse : le bois-énergie	10
3.2.2 Biomasse : la méthanisation	13
3.2.3 Le solaire photovoltaïque et thermique	15
3.2.4 L'énergie hydraulique	19
3.2.5 La géothermie	21
3.2.6 L'éolien	24
3.2.7 L'aérothermie	25
3.2.8 Synthèse sur les gisements d'énergies renouvelables disponibles sur le territoire	26
4 - APPLICATION AU PROJET	27
4.1 Utilisation/création d'un réseau de chaleur	27
4.1.1 Utilisation d'un réseau de chaleur existant	27
4.1.2 Création d'un réseau de chaleur	27
4.2 Analyse des sources d'énergies renouvelables applicables au projet	27
5 - CONCLUSION	30

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : localisation du projet à l'échelle communale (source : Premier Plan, PA1, 2021)	5
Figure 2 : localisation du projet à l'échelle cadastrale (source : Premier Plan, PA2, 2021)	6
Figure 3 : sources énergétiques du territoire de MACS (source : PCET MACS, sept 2014).....	8
Figure 4 : exemple de projection TEPOS (source : PCET MACS, sept 2014)	9
Figure 5 : schéma de principe de la méthanisation (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018)	13
Figure 6 : schéma de panneaux solaire hybrides (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018)	17
Figure 7 : ensoleillement moyen du département des Landes (source : PCET de MACS, sept 2014)	17
Figure 8 : gisements et potentiels régional des énergies marines (source : PCET MACS, sept 2014)	19
Figure 9 : gisement d'énergies marines, GIP Littoral (source : PCET MACS, sept 2014).....	20
Figure 10 : synthèse des filières d'énergies renouvelables disponibles sur le territoire de MACS et contraintes associées (source : PCET MACS, sept 2014).....	26

LES TABLEAUX

Tableau 1 : liste des parcelles cadastrales du projet (source : Premier plan, PA2, 2021)	4
Tableau 2 : description de l'aménagement projeté	7
Tableau 3 : exemple de dispositifs bois énergie - avantages et inconvénients	10
Tableau 4 : types de ressources en géothermie (source PCET MACS, sept 2014)	22
Tableau 5 : étude de faisabilité de mise en œuvre d'énergies renouvelables sur le projet	28

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'aménagement de deux lots dédiés à des activités économiques sur la commune de Bénésse-Maremne.

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

Les terrains du projet sont situés sur la partie Ouest du territoire de la commune de Bénésse-Maremne (40).

La Figure 1 et la Figure 2, présentées en pages suivantes, permettent de localiser le projet à l'échelle communale et cadastrale.

Les parcelles concernées par le projet sont listées dans le Tableau 1 suivant.

Section	Parcelles	Contenance
AR	228	0ha05a75ca
AR	258	1ha78a27ca
AO	324	0ha03a26ca

Tableau 1 : liste des parcelles cadastrales du projet (source : Premier plan, PA2, 2021)

A noter que l'emprise cadastrale totale représente 18 728 m² alors que l'emprise mesurée est de 18 579 m².



Figure 1 : localisation du projet à l'échelle communale (source : Premier Plan, PA1, 2021)

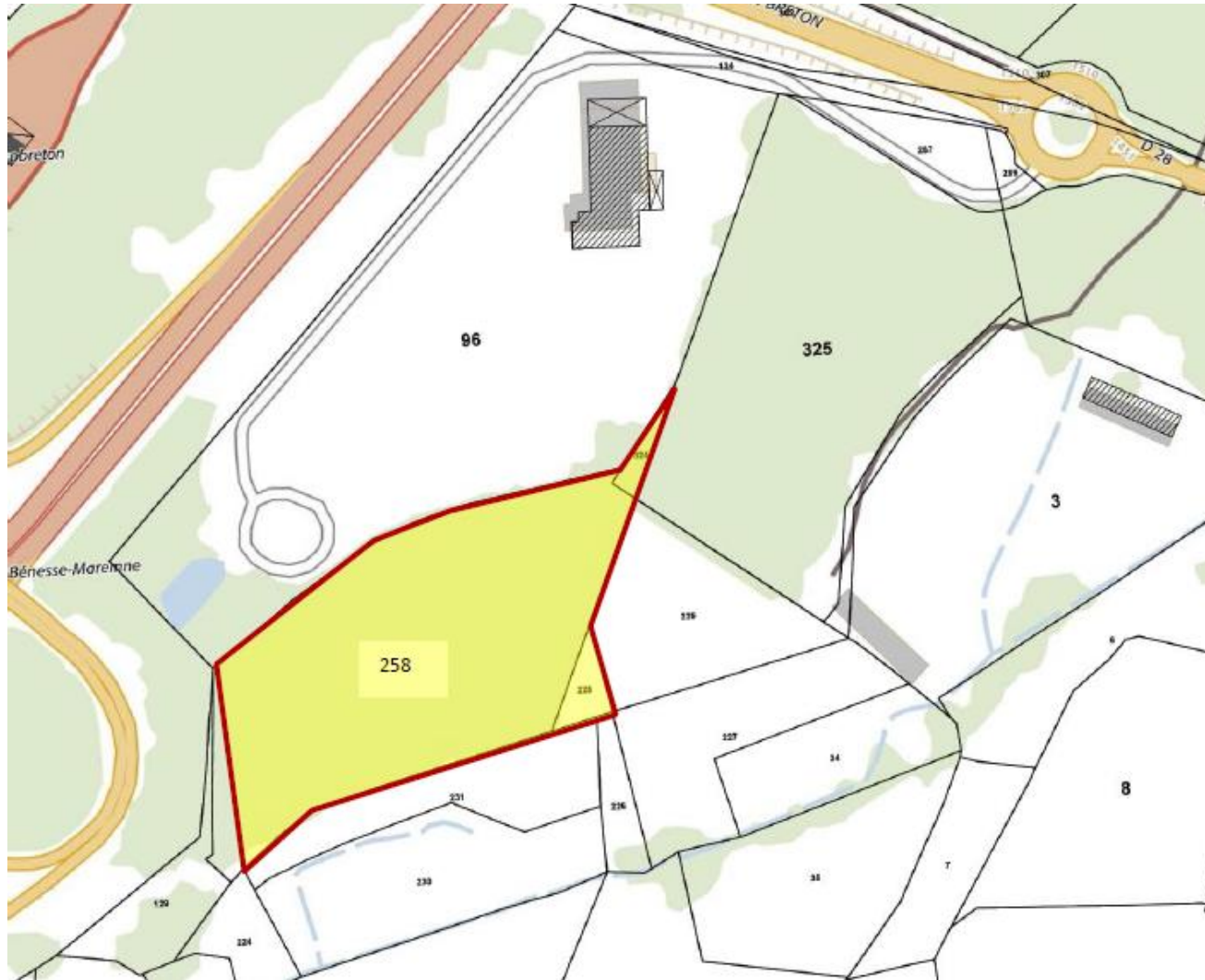


Figure 2 : localisation du projet à l'échelle cadastrale (source : Premier Plan, PA2, 2021)

2.2 Description des aménagements

Le Tableau 2 suivant présente une synthèse des caractéristiques du projet.

Le cas échéant, se référer à l'étude d'impact qui décrit précisément les aménagements projetés et au plan de composition joint en ANNEXE VI de l'étude d'impact.

Tableau 2 : description de l'aménagement projeté	
Thème	Description des aménagements prévus
Surfaces - Composition	<p>Surface totale : 18 579 m²</p> <p>Composition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 lots destinés à accueillir des activités artisanales, commerciales ou de services (à priori un GEDIMAT et un concessionnaire autos/motos) ; - une voirie permettant l'accès à ces deux lots créés ; - des espaces verts. <p>La surface totale de plancher sera de 9 900 m².</p>
Accès - Voirie	<p>L'accès aux deux lots créés sera réalisé depuis le rond-point du supermarché LIDL, qu'il longera, puis via le Village artisanal de la propriété ZELAIA en cours d'aménagement (servitudes de passage).</p> <p>Une voie desservant les lots sera réalisée, comportant une aire de retournement en bout d'impasse.</p>
Gestion des eaux pluviales et des eaux usées	<p>Les eaux pluviales de la ZAE seront traitées par infiltration, de la façon suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les eaux pluviales de la chaussée seront récoltées via une noue au Sud et dirigées vers un bassin d'infiltration à l'Est, dimensionné pour une pluie centennale selon la méthode des pluies ; - Les eaux pluviales des surfaces privées (toitures et surfaces imperméabilisées) seront retenues sur chaque lot par des ouvrages d'infiltration à la charge de l'acquéreur. <p>Les eaux usées seront traitées par des dispositifs d'assainissement autonome, mis en place par les acquéreurs des lots.</p>

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 de MACS (Maremne Adour Côte Sud), à laquelle la commune de Bénésse-Maremne appartient.

3.1.2 Sources d'approvisionnement énergétique actuelles

D'après le document « Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014 », le total des approvisionnements s'établit à 1 350 GWh par an, avec la répartition suivante (hors consommations d'énergie liées à au transport autoroutier).

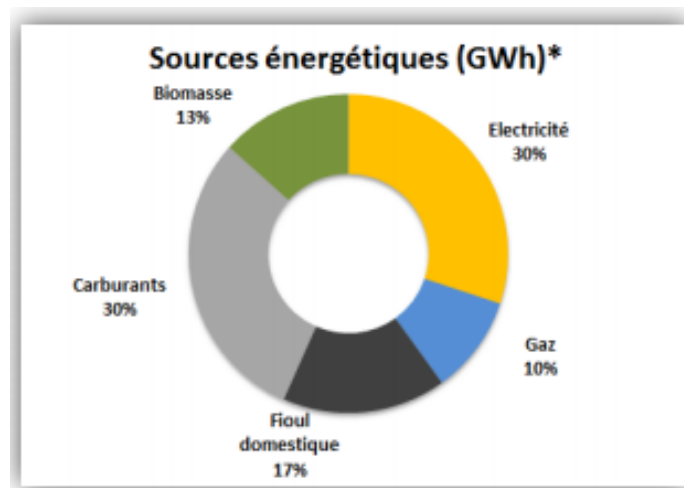


Figure 3 : sources énergétiques du territoire de MACS (source : PCET MACS, sept 2014)

→ Actuellement, seule 13% de l'énergie consommée provient de sources renouvelables dont la quasi-totalité provient du bois énergie. Le solaire représente moins de 1% de la consommation globale d'énergie.

A noter que l'électricité représente 30% de l'approvisionnement énergétique du territoire.

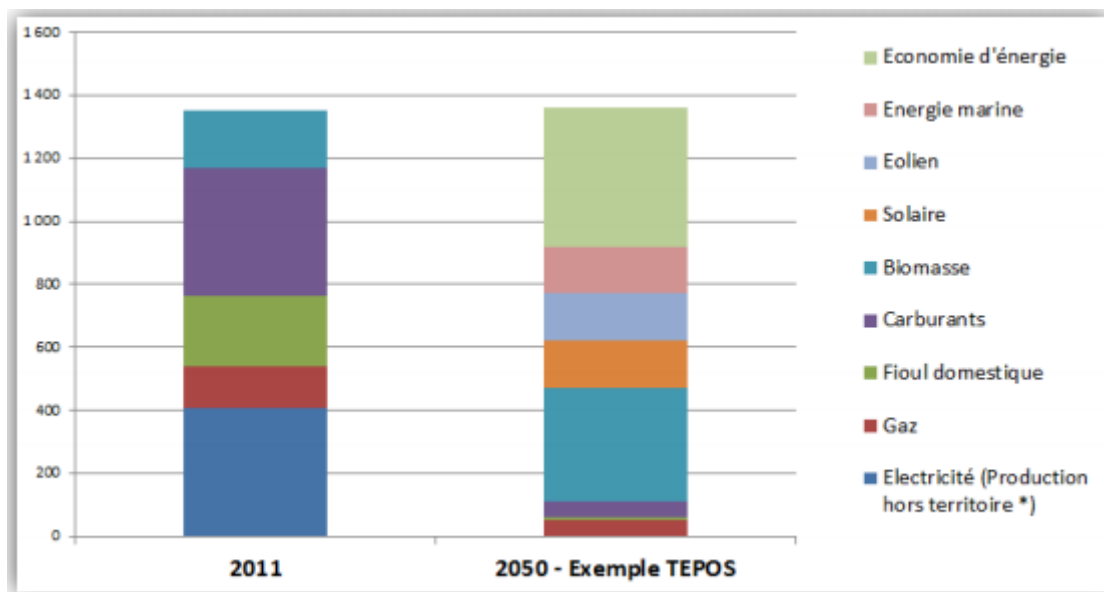
3.1.3 Démarches entreprises par MACS

La Communauté de communes MACS s'est engagée en 2014 dans une démarche de transition énergétique visant un territoire à énergie positive (TEPOS)¹.

Un Territoire à énergie positive (TEPOS) est un territoire qui vise l'objectif de réduire ses besoins d'énergie au maximum, par la sobriété et l'efficacité énergétiques, et de les couvrir par les énergies renouvelables locales (100% renouvelables et plus).

¹ Sources PLUi MACS

Le territoire de MACS, d'une densité de 93 habitants/km² dispose des ressources suffisantes pour se projeter vers un territoire à énergie positive à l'horizon 2050²



(*) Sources de production électrique en Aquitaine : 86% nucléaire, 8% hydraulique, 2% biomasse, 2% combustibles fossiles, 2% solaire photovoltaïque

Figure 4 : exemple de projection TEPOS (source : PCET MACS, sept 2014)

Dans ce cadre, la Communauté de communes MACS a mis en place une « Feuille de route 2016-2020 » qui constitue le programme opérationnel du Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) dans lequel elle s'est engagée. Celle-ci décline les grands axes de la stratégie TEPOS à l'échelle du territoire, à travers 17 actions regroupées sous les 3 thématiques suivantes : « Sobriété, efficacité, économie circulaire », « Exemplarité des collectivités » et « Approvisionnement énergétique 100% renouvelable et local ».

→ D'après ce document, les sources d'énergies renouvelables présentes sur le territoire et à développer sont la biomasse (bois énergie et méthanisation), l'énergie solaire photovoltaïque, l'éolien mais également les énergies marines avec l'hydrolien (estuaires de Capbreton/Hossegor et Vieux-Boucau) et le houlomoteur (énergie des vagues).

² Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

3.2 Analyse des ressources locales en énergies renouvelables disponibles

3.2.1 Biomasse : le bois-énergie

3.2.1.1 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.

Il est possible de mettre en place plusieurs types de dispositifs.

Tableau 3 : 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"> - Coût entre 3000 et 4000 €HT - Bon rendement - Approvisionnement facile et coût du bois peu élevé - Pas besoin d'électricité pour fonctionner - Silencieux (pas de ventilateur) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentation manuelle - Stockage et manutention - Nettoyage fréquent - Appoint nécessaire avec une autre énergie - Appareils polluants quand ils fonctionnent au ralenti (particules fines)
Poêle à granulés	85 à 92%	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 3000 et 6000 €HT - Très bon rendement - Autonomie, facilité d'utilisation (recharge peu fréquente : 1 sac par jour en moyenne) - Régulation et programmation possible - Diffuse une chaleur constante sur une plus longue période que le poêle à buche - Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé - Faibles émissions de polluants - Silencieux (pour les poêles à convection naturelle) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bruyant (pour les poêles avec ventilateur) - Exige de l'électricité pour fonctionner - Nettoyage fréquent
Chaudière à granulés	80 à 90%	<ul style="list-style-type: none"> - Très bon rendement - Autonomie, facilité d'utilisation - Régulation et programmation possible - Chauffage homogène - Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé - Faibles émissions de polluants 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 7000 et 20 000 €HT - Exige de l'électricité pour fonctionner - 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) - Nettoyage fréquent - Entretien obligatoire par un professionnel une fois par an

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.

3.2.1.2 Exploitation sur le territoire de MACS

La forêt représente la part majeure de l'occupation du sol du territoire de MACS et elle assure déjà plusieurs fonctions : filière bois, réservoir de biodiversité³.

Il y a un fort potentiel pour développer l'usage local du bois énergie, qui représente déjà 13% des besoins en énergie de l'ensemble du territoire et 37% des consommations du secteur résidentiel⁴.

Actuellement, ce sont 32 000 tonnes de bois qui sont utilisées sous forme de bois-bûche. Certaines industries du bois utilisent leurs propres produits connexes pour alimenter leur process en chauffage. Le lycée de St-Vincent-de-Tyrosse et le collège de St-Geours-de-Maremne sont par exemple équipés de chaufferies bois.

Le SYDEC (Syndicat d'équipement des communes des Landes) s'est engagé à réaliser des études d'opportunités relatives à la création de chaufferies bois avec ou sans réseau de chaleur pouvant desservir plusieurs clients. Les principales opportunités à étudier sont les projets de chaufferies centrés autour des consommateurs de chaleur réguliers et importants, tels que les maisons de retraite, EHPAD, centre aquatique communautaire « Aygueblue », et plus généralement les bâtiments collectifs dédiés à l'habitat.

→ Le développement de la valorisation bois énergie doit être accompagné afin d'optimiser la valorisation locale dans le respect de l'ensemble des filières de l'industrie du bois. Les perspectives de valorisation énergétique de la biomasse sont les suivantes :

- ✓ Développement des équipements individuels pour l'habitat. Le remplacement des foyers ouverts par des équipements performants permet un développement important à consommation constante de bois ;
- ✓ Développement de chaufferies collectives, qui doivent s'accompagner d'une structuration de l'approvisionnement dans une logique de circuits courts.

³ Source : PLUi de MACS

⁴ Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

3.2.1.3 Application potentielle au projet

Concernant les bâtiments des entreprises s'installant sur les lots, l'utilisation d'une telle énergie apparaît compliquée :

- ✓ Installer une chaudière par bâtiment pour le rendre indépendant serait une solution très onéreuse (coûts d'installation puis d'exploitation/maintenance élevés) et qui nécessiterait beaucoup de place (le local technique de chaque bâtiment devrait être en mesure d'accueillir une chaudière bois, une chaudière de secours et un silo pour stocker le bois) ;
- ✓ La mise en place d'une installation centralisée propre à l'ensemble de la ZAE permettrait de mutualiser silo et aires de livraisons, et ainsi de réduire les coûts de génie civil, les investissements liés aux équipements, les frais de maintenance et les coûts d'approvisionnement en bois (moins de trajet si un seul site à fournir que plusieurs), mais présenterait les contraintes suivantes :
 - un réseau de chaleur devrait être mis en place, ce qui serait onéreux ;
 - l'installation d'une chaufferie biomasse nécessiterait une emprise et des travaux importants en termes de livraison et de stockage du bois. En effet, le silo de stockage est généralement dimensionné pour offrir, en période hivernale, une autonomie d'une à trois semaines ;
 - Enfin, il faudrait également prévoir dans la surface foncière, et en fonction de l'emplacement de la chaufferie, une aire de livraison voire une zone de retournement pour le camion.

Aussi, du fait de l'emprise foncière insuffisante pour la mise en place d'une telle chaufferie et du coût élevé de raccordement à un éventuel réseau de chaleur, cette solution paraît peu pertinente pour le projet.

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 biocarburant⁵ : 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.

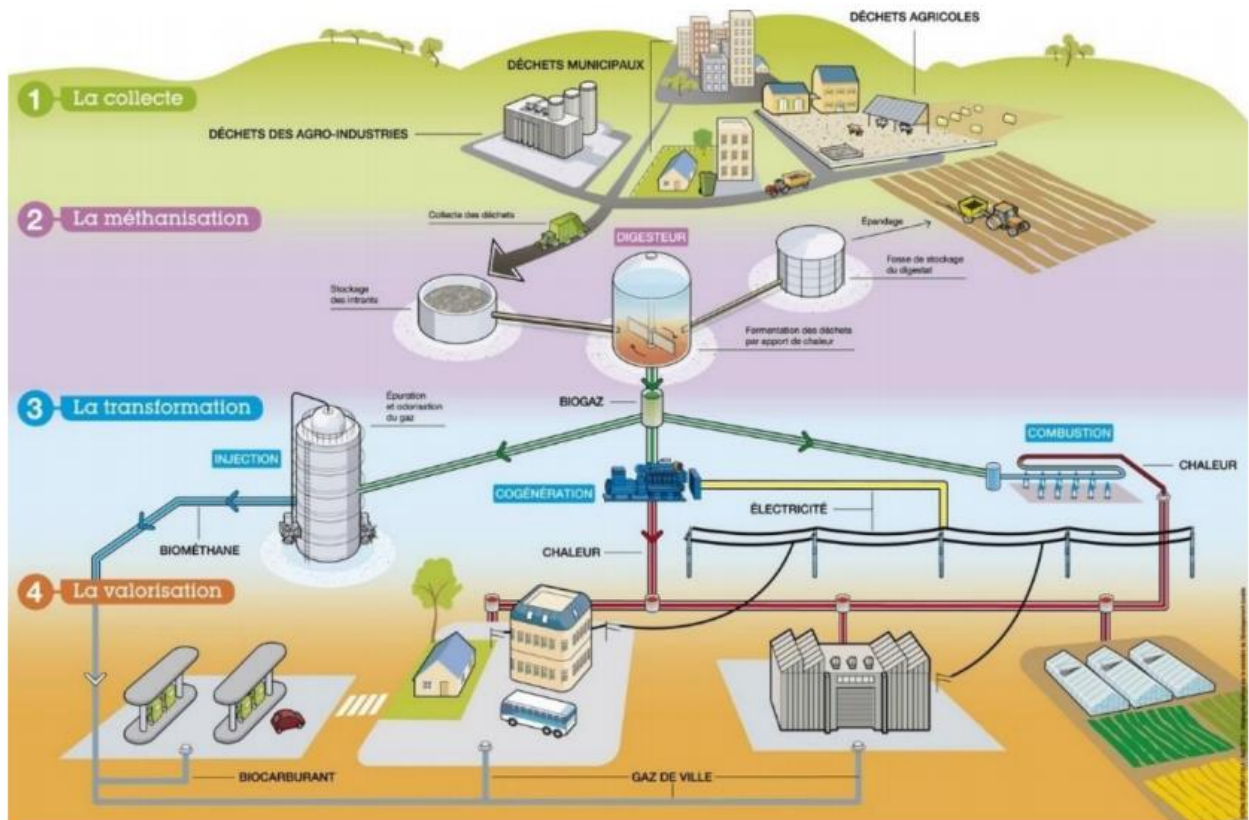


Figure 5 : schéma de principe de la méthanisation (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018)

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.

⁵ Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

3.2.2.2 Exploitation sur le territoire de MACS

→ Les gisements majoritaires à solliciter pour cette production d'énergie renouvelable sont les sous-produits agricoles et les déchets organiques (industries agroalimentaires, exploitations agricoles, ménages, restauration, commerces), ressources largement présentes sur le territoire de MACS⁶.

Ainsi, sur le territoire de MACS, les ressources mobilisables totales sont évaluées entre 15 000 et 30 000 MWh/an. Les résidus de culture représentent la moitié du gisement et les déjections d'élevage plus du quart; viennent ensuite les fractions fermentescibles des ordures ménagères (FFOM) pour moins de 10%.

La méthanisation apparaît comme une filière à privilégier au niveau local, en conservant une vue d'ensemble à l'échelle supra-communale.

Pour mémoire, le département des Landes comprend 4 unités de méthanisation dont la plus grande de France, située à Hagetmau, qui affiche une puissance de 37 800 000 kWh. Une unité de méthanisation exploitée par BIOGASCONHA a été mise en service en 2019 sur la commune de Bénesse-Maremne. Il est prévu qu'elle produise jusqu'à 48 600 MWh, soit la consommation de 14 300 habitants. Elle permet ainsi d'une part de produire de l'énergie renouvelable locale, et d'autre part, d'améliorer les conditions de traitement des résidus organiques locaux.

3.2.2.3 Application potentielle au projet

Compte tenu du coût d'implantation et d'entretien d'une installation de méthanisation (plusieurs millions d'euros), il n'est pas envisageable de mettre en place un tel dispositif sur le site du projet.

Précisons également qu'une telle installation nécessite beaucoup de place, pour le digesteur et le stockage des déchets organiques notamment, ce qui n'est pas compatible avec le foncier disponible sur le site du projet.

Rappelons en outre que l'unité de méthanisation exploitée par BIOGASCONHA, située à environ 680 m au Nord-ouest des terrains du projet, réalise une injection directe du méthane produit sur le réseau de GRDF. Les entreprises s'implantant sur la commune pourront donc à priori bénéficier de cette production locale.

⁶ Source : PLUi de MACS

3.2.3 Le solaire photovoltaïque et thermique

3.2.3.1 Principe et coûts

3.2.3.1.1 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 optimaux.

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 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/m² (pour une surface de capteurs supérieure à 100 m²).

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. Le bâtiment est alors équipé d'un échangeur indépendant, assurant le chauffage et la production terminale d'ECS.

3.2.3.1.2 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. 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.

3.2.3.1.3 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.

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

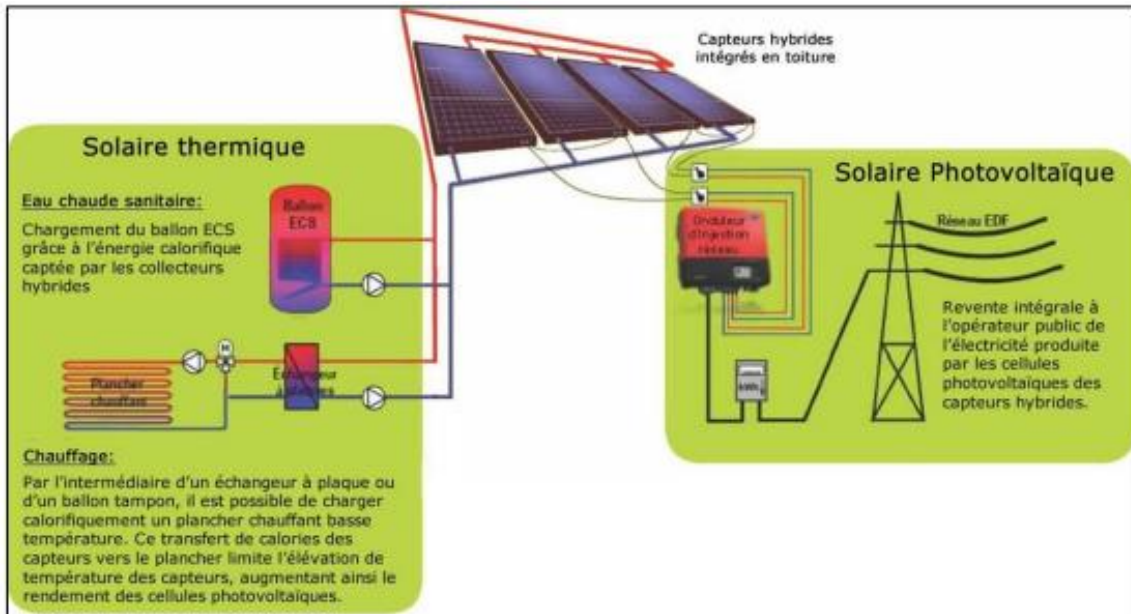


Figure 6 : schéma de panneaux solaire hybrides (source : Alliance Energie, étude commune de Villevêque, déc. 2018)

3.2.3.2 Exploitation sur le territoire de MACS

Le territoire de MACS dispose d'un bon niveau d'ensoleillement⁷. Il permet une utilisation pertinente et intéressante d'installations solaires sur le département.

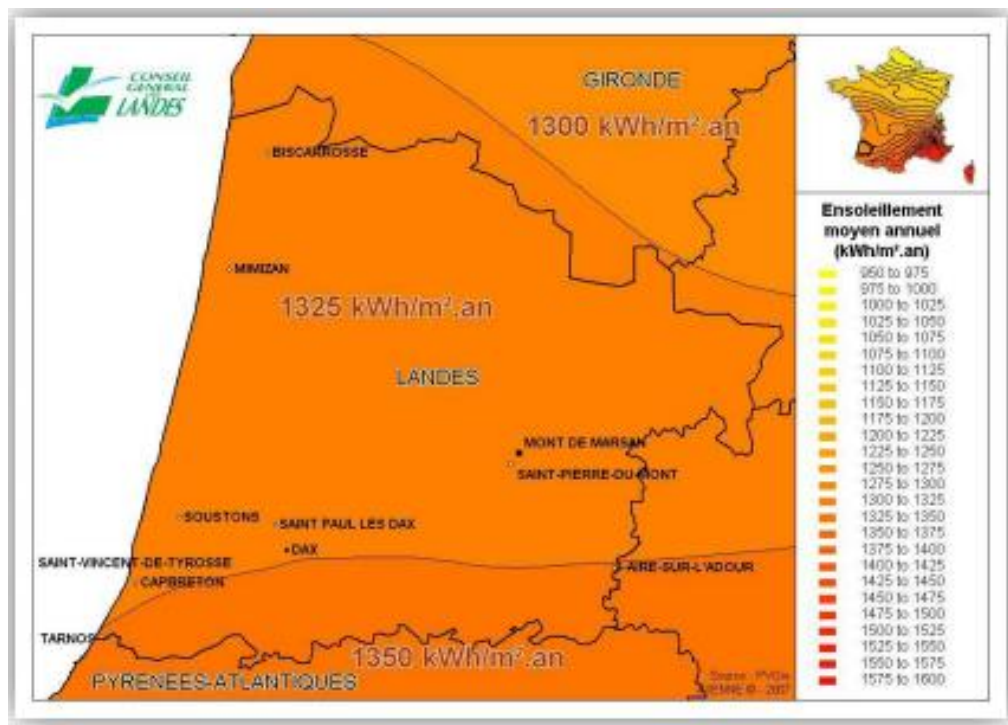


Figure 7 : ensoleillement moyen du département des Landes (source : PCET de MACS, sept 2014)

⁷ Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

La production d'électricité d'origine renouvelable issue de la filière **solaire photovoltaïque** est actuellement de 9 GWh. Deux centrales photovoltaïques sont présentes sur le territoire, à Magescq et à Azur.

Une étude a été réalisée en juillet 2016 sur l'évolution du potentiel solaire photovoltaïque de la Communauté de communes MACS. La puissance actuellement installée est de 17,64 MW et correspond à 1,45 millions de m² de panneaux solaires (1 336 000 m² de panneaux en toiture et 115 000 m² au sol). Le potentiel brut de l'ensemble des surfaces des toitures et des zones déjà urbanisées du territoire est estimé à 185 MW, soit 10 fois la puissance actuellement installée. Il se répartit de la façon suivante :

- ✓ 50% sur des toitures de bâtiments professionnels (industriels, tertiaires, agricoles) ;
- ✓ 43% sur les toitures des bâtiments résidentiels ;
- ✓ 7% sur les parkings et autres surfaces.

Cela représente 38% des objectifs de développement d'énergies renouvelables à réaliser d'ici 2050 pour atteindre l'objectif de « Territoire à Energie Positive » (TEPOS).

Le **solaire thermique**, pour la production d'eau chaude sanitaire, doit être envisagé sur les bâtiments utilisés régulièrement et en été.

A titre indicatif, le potentiel théorique de production d'eau chaude solaire est de 60 000 m² pour les besoins des résidences principales soit 30 GWh de production annuelle. Le secteur résidentiel touristique présente également un gisement important.

→ Le potentiel de développement de l'utilisation de l'énergie solaire est donc le suivant :

- ✓ Solaire photovoltaïque : en priorité sur les toitures de bâtiment ou les sols artificialisés ;
- ✓ Solaire thermique : en priorité pour la production d'eau chaude sanitaire sur les bâtiments utilisés régulièrement et en été.

3.2.3.3 Application potentielle au projet

L'utilisation de l'énergie solaire apparaît ici pertinente.

Il faudra toutefois étudier l'orientation et l'inclinaison des toitures pour optimiser l'utilisation de cette ressource.

3.2.4 L'énergie hydraulique

3.2.4.1 Principe

L'énergie hydraulique utilise le mouvement de l'eau pour générer de l'énergie qui sera ensuite transformée en électricité (à partir de chutes d'eau, cours d'eau, marées, vagues, etc.).

La mer et les estuaires sont riches en flux, qui peuvent être exploités sous diverses formes. Il existe trois principaux gisements au niveau régional : l'éolien en mer, l'hydrolien fluvial qui exploite les courants et le houlomoteur, qui capte l'énergie des vagues.

3.2.4.2 Exploitation sur le territoire de MACS

Le GIP⁸ Littoral a réalisé une étude du potentiel des énergies marines du littoral aquitain (houlomoteur, hydrolien et éolien) parue en novembre 2012⁹.

L'approche comparative réalisée met en avant un potentiel important en matière d'énergie houlomotrice, du fait même des conditions naturelles liées à l'Océan Atlantique (houle annuelle et bathymétrie favorable), ainsi que des potentiels hydroliens fluviaux avérés mais très localisés (estuaires, piles de ponts notamment), et des possibilités d'implantation éolienne au large de l'estuaire de la Gironde. Les résultats apparaissent sur la Figure 8 et la Figure 9 suivantes.

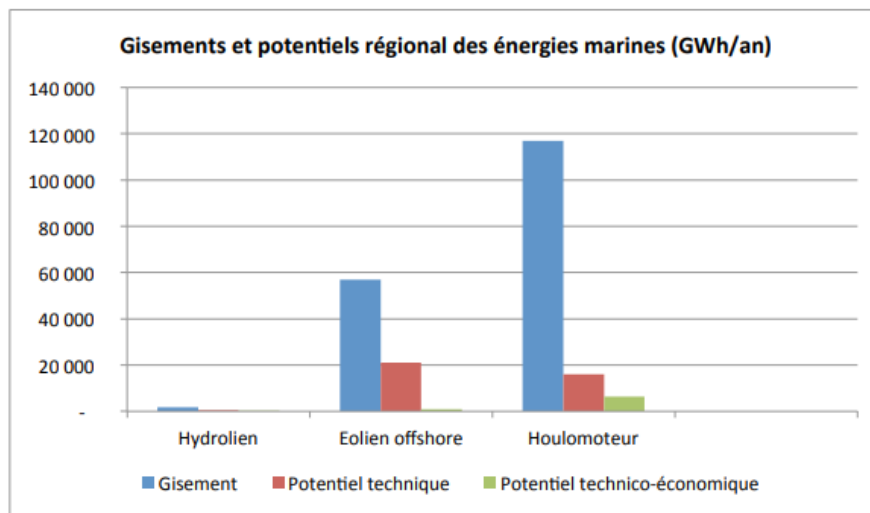


Figure 8 : gisements et potentiels régional des énergies marines (source : PCET MACS, sept 2014)

⁸ GIP = Groupement d'intérêt public

⁹ PLUI MACS

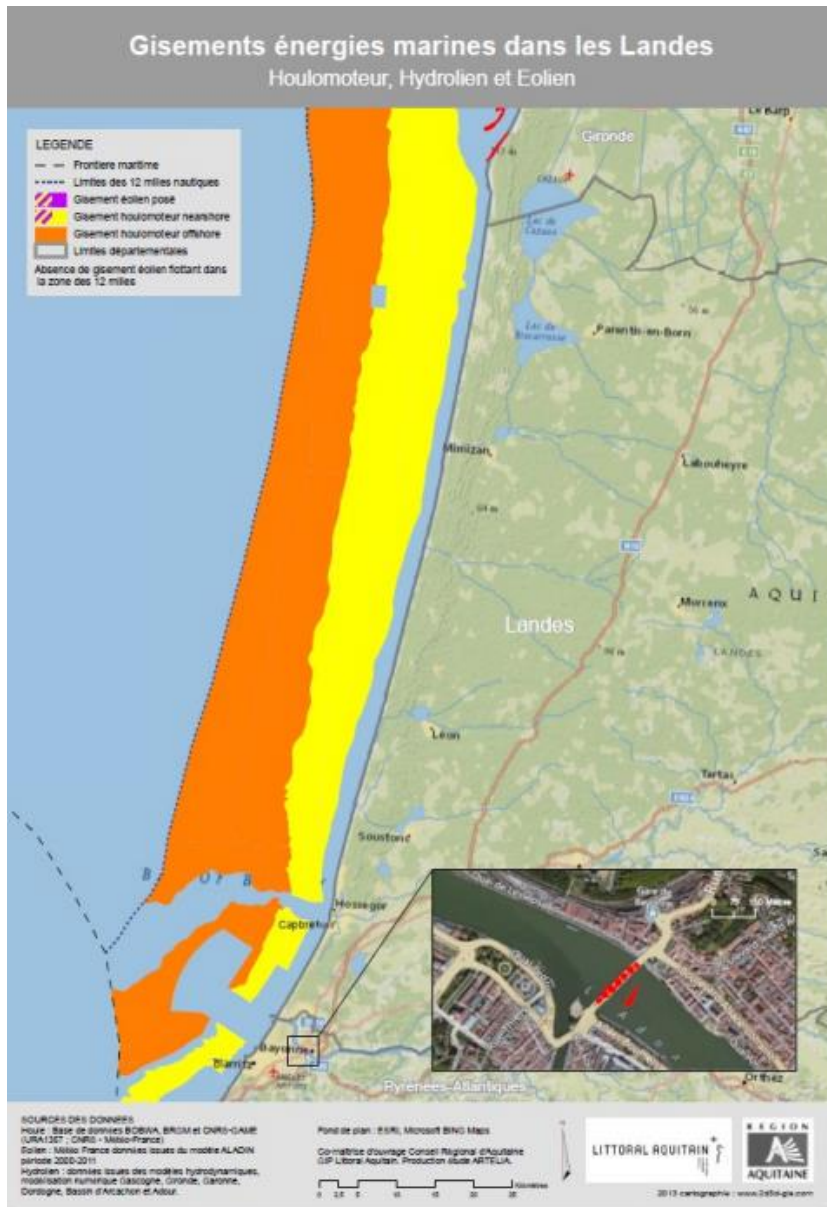


Figure 9 : gisement d'énergies marines, GIP Littoral (source : PCET MACS, sept 2014)

→ Le littoral de MACS ne dispose pas de sites favorables au développement de l'éolien offshore ni de l'hydrolien. En revanche, il dispose d'un important gisement d'énergie houlomotrice.

Ce potentiel est mis en évidence par une étude commanditée par le Conseil régional d'Aquitaine (mai 2014). Les résultats de cette étude de positionnement stratégique sur les filières industrielles de l'hydraulique ont permis à la Région de fixer un cadre d'accompagnement de la filière et de disposer de perspectives pour le développement des projets, notamment à l'échelle du territoire de MACS. Cette étude estime le « gisement houlomoteur du territoire aquitain très élevé » (et tout particulièrement sur la digue Nord de Tarnos). Cependant, les technologies de production d'énergie houlomotrice sont actuellement au stade de développement ; leur maturité est attendue à moyen terme, entre 5 et 10 ans.

3.2.4.3 Application potentielle au projet

Les terrains du projet étant éloignés du littoral, cette ressource d'énergie renouvelable ne sera pas retenue.

3.2.5 La géothermie

3.2.5.1 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 une zone.

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.

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 m² 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.

3.2.5.2 Exploitation sur le territoire de MACS

Dans les Landes, les applications de la géothermie envisageables sont essentiellement la production de chaleur, que ce soit via une pompe à chaleur pour un ou plusieurs bâtiments, ou en direct pour des applications de chauffage diverses (chauffage urbain, eau chaude sanitaire, thermalisme, chauffage de serres, séchage de produits agricoles, etc.)¹⁰. La production d'électricité possède un potentiel plutôt limité.

Le potentiel géothermique est important et seule une infime partie est aujourd'hui exploitée, que ce soit par la géothermie basse énergie ou par les pompes à chaleur. Les gisements identifiés concernent à la fois les réservoirs aquifères et la géothermie de surface.

Les cartes disponibles via géothermie-perspectives indiquent que le potentiel géothermique de l'aquifère au niveau du site du projet est inconnu.

Au niveau local, le gisement de production géothermique a été étudié dans le document de Démarche de Transition Energétique de MACS¹¹. Les résultats de cette analyse sont repris dans le tableau suivant :

Ressource :	Très basse énergie	Basse énergie	Moyenne et haute énergie
Température :	< 30°C	< 90°C	> 90°C
Utilisation :	Production de chaleur par le biais de Pompe à Chaleur (PAC)	Production de chaleur	Production de chaleur ou d'électricité
Potentiel du territoire	Non soumis à des ressources particulières du territoire.	Oui	Incertain

Tableau 4 : types de ressources en géothermie (source PCET MACS, sept 2014)

¹⁰ PLUj MACS

¹¹ Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

Concernant les ressources de la basse et de la moyenne énergie, les informations de l'hydrogéologue du Conseil général sont les suivantes : « Les forages de prospection pétrolière réalisés à partir des années 60 constituent les seules informations directes de la ressource en profondeur. Il en existe plusieurs sur le territoire de MACS dont certains ont atteint un aquifère profond à eau chaude, notamment :

- ✓ le forage Ss2 (sur la commune de Magescq) profond de 2000 m,
- ✓ le forage LF7 (sur la commune de Moliets), profond de 1220 m,
- ✓ le forage L1 (sur la commune de Labenne) profond de 4240 m.

Dans le meilleur des cas (forage de Labenne), la température de l'eau disponible a été estimée à 69°C.

→ La géologie profonde montre que l'aquifère à eau chaude n'est pas à la même profondeur partout : à la faveur de plis ou de dômes (comme à Moliets, Soustons ou Magescq), on peut le trouver aux alentours de 1000 m. Ce sont ces secteurs qui pourraient être étudiés précisément dans un but de géothermie. La température de l'eau serait comprise entre 50 et 60 °C (comme estimé sur le forage Ss2 de Magescq).

Sans autre étude ou recherche plus poussée, il semble que l'on ne puisse pas envisager de géothermie à moyenne ou haute énergie sur le territoire. »

Aucune installation géothermique basse énergie n'est recensée sur le territoire de MACS.

Pour ce qui est de la géothermie très basse énergie, aucun recensement n'est disponible concernant les pompes à chaleur existantes en France en général, et dans les Landes en particulier. Cependant, d'une manière générale, le marché des pompes à chaleur connaît une croissance très importante ces dernières années.

3.2.5.3 Application potentielle au projet

La géothermie très basse énergie, qui concerne les gisements d'eau liquide dont la température est inférieure à 30°C, peut être ici utilisée avec une pompe à chaleur pour atteindre des températures supérieures, adaptées au chauffage des bâtiments.

Les basse, moyenne et haute énergies semblent en revanche peu mobilisables compte tenu de l'absence de certitude quant aux gisements et des investissements lourds nécessaires.

3.2.6 L'éolien

3.2.6.1 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.

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.

3.2.6.2 Exploitation sur le territoire de MACS

Le territoire dispose d'un gisement éolien grande hauteur (150m)¹².

→ Cependant le Schéma régional éolien (SRE), approuvé le 15 Novembre 2012, classe quasiment la totalité du territoire en zone de contrainte absolue.

Cette contrainte provient essentiellement de la zone militaire liée au Radar de DAX et des sites inscrits pour la protection des paysages et du patrimoine.

Par ailleurs, le littoral de MACS ne dispose pas de sites favorables au développement de l'éolien offshore alors qu'au niveau régional, il existe un gisement et un potentiel technique pour cette source d'énergie, comme indiqué dans l'étude du GIP Littoral parue en novembre 2012.

Pour mémoire, aucune analyse particulière sur le territoire de MACS ne concerne le micro et le petit éolien.

¹² Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

3.2.6.3 Application potentielle au projet

Les retours d'expérience sur les éoliennes urbaines montrent que les vents permettant le fonctionnement des générateurs (environ 5 m/s) ne sont pas fréquents en milieu urbain ou alors très intermittents. De plus, en construisant des bâtiments à proximité des micros et petites éoliennes, leur rendement s'effondre.

Le recours à l'énergie éolienne ne semble donc pas pertinent ici.

3.2.7 L'aérothermie

3.2.7.1 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 m², 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.

3.2.7.2 Exploitation sur le territoire de MACS

Cette ressource n'a pas fait l'objet d'une étude particulière sur le territoire de MACS.

3.2.7.3 Application potentielle au projet

Chaque bâtiment peut être équipé d'une pompe à chaleur installée en toiture pour permettre de capter les calories de l'air.

Une application au projet est donc possible.

3.2.8 Synthèse sur les gisements d'énergies renouvelables disponibles sur le territoire

La Figure 10 ci-dessous présente une synthèse des filières d'énergies renouvelables disponibles sur le territoire de MACS et les contraintes associées¹³.

Filière	Biomasse	Eolien	Solaire	Géothermie	Énergie marine Houlomoteur	Énergie hydraulique
Gisement brut		 grande hauteur				
Contraintes		 Schéma Régional Éolien (SRE)				
Vecteurs énergétiques	 					
	électricité		chaleur		biogaz	

Figure 10 : synthèse des filières d'énergies renouvelables disponibles sur le territoire de MACS et contraintes associées (source : PCET MACS, sept 2014)

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

- ✓ la biomasse (bois énergie et méthanisation) ;
- ✓ l'énergie solaire ;
- ✓ la géothermie.

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

Est également retenue dans cette analyse, l'aérothermie, non étudiée sur le territoire de MACS, mais qui apparaît pertinente dans le cadre du projet.

¹³ Démarche de transition énergétique de MACS Plan Climat Energie Territorial, sept 2014

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.

La ZAE accueillera des activités économiques, ce qui signifie que ses besoins énergétiques seront concentrés sur des périodes bien déterminées : à priori essentiellement en journée (8h-18h) et du lundi au samedi.

Compte tenu du nombre relativement faible de bâtiments (seuls 2 lots seront aménagés), afin qu'une éventuelle chaudière fonctionne à son meilleur rendement, il faudrait que d'autres bâtiments alentour soient raccordés au réseau de chaleur de la ZAE. Ce raccordement des bâtiments existants 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 de ZAE.

Comme précisé au §3.2.8 page 26, cette étude prend en compte uniquement les énergies définies comme « à développer » sur le territoire de MACS (bois énergie, méthanisation, solaire, géothermie) car les ressources y sont importantes et l'aérothermie, qui apparaît pertinent pour le projet.

La légende des couleurs est la suivante.

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

Tableau 5 : 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"> - Coût entre 3000 et 4000 €HT - Bon rendement - Approvisionnement facile et coût du bois peu élevé - Pas besoin d'électricité pour fonctionner - Silencieux (pas de ventilateur) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentation manuelle - Stockage et manutention - Nettoyage fréquent - Appoint nécessaire avec une autre énergie - Appareils polluants quand ils fonctionnent au ralenti (particules fines) 	Peu applicable au projet car essentiellement adapté pour des logements et non des bâtiments d'activités.
	Poêle à granulés	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 3000 et 6000 €HT - Très bon rendement - Autonomie, facilité d'utilisation (recharge peu fréquente : 1 sac par jour en moyenne) - Régulation et programmation possible - Diffuse une chaleur constante sur une plus longue période que le poêle à buches - Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé - Faibles émissions de polluants - Silencieux (pour les poêles à convection naturelle) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bruyant (pour les poêles avec ventilateur) - Exige de l'électricité pour fonctionner - Nettoyage fréquent 	
	Chaudière à granulés	<ul style="list-style-type: none"> - Très bon rendement - Autonomie, facilité d'utilisation - Régulation et programmation possible - Chauffage homogène dans toute la maison - Approvisionnement facile et coût du combustible peu élevé - Faibles émissions de polluants 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 7000 et 20 000 € HT - Exige de l'électricité pour fonctionner - 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) - Nettoyage fréquent - Entretien obligatoire par un professionnel une fois par an 	
	Chaufferie biomasse centralisée	<ul style="list-style-type: none"> - Très bon rendement - Permet de mutualiser les coûts d'installation, de fonctionnement et d'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'installation élevé - Appoint nécessaire avec une autre énergie (chaudière au gaz) - Encombrement (nécessite un local qui accueille la chaudière biomasse et la chaudière de secours, ainsi que le combustible) - Contraintes d'approvisionnement (nécessite des aires de livraisons) - Nécessite la création d'un réseau de chaleur 	
Méthanisation	Installation de méthanisation	<ul style="list-style-type: none"> - Double valorisation de la matière organique et de l'énergie - Diminution de la quantité de déchets organiques à traiter - Un traitement possible des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état - Une limitation des émissions d'odeurs du fait de digesteurs hermétiques et de bâtiments clos équipés de traitement d'air 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'installation élevé - Encombrement : surface pour le digesteur et le stockage des déchets organiques - Les déchets entrants doivent être disponibles sur la durée afin de créer une filière rentable et pérenne - 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 - Le biogaz est volumineux et doit être consommé au fur et à mesure de sa production car difficile à stocker - Entretien des installations important et régulier - Nécessite la création d'un réseau de chaleur 	Non applicable au projet car : <ul style="list-style-type: none"> - coût trop élevé d'installation et d'entretien, au regard de l'utilisation sur la ZAE. - coût de création d'un réseau de chaleur élevé.
Solaire	Solaire thermique Chauffe-eau solaire individuel – CESI	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 4000 à 7000 €HT. - Facilité de mise en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Appoint nécessaire avec une autre énergie pour les périodes non ensoleillées - Nécessite un espace technique pour l'installation d'une pompe et d'un ballon de stockage 	Application possible, sous réserve d'une bonne exposition (Sud/Nord) et inclinaison de 45° des capteurs.
Solaire	Solaire thermique Chauffe-eau solaire collectif – CESC Décentralisé	<ul style="list-style-type: none"> - 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"> - 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...) - Frais de maintenance importants du fait du nombre élevé d'équipements à entretenir - Appoint nécessaire avec une autre énergie pour les périodes non ensoleillées - Nécessite un espace technique pour l'installation d'une pompe et d'un ballon de stockage - Surtout rentable pour la production d'eau chaude sanitaire sur les bâtiments utilisés régulièrement et en été 	Applicable au projet car bâtiments utilisés même l'été.

Tableau 5 : 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 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"> - Nécessite la création d'un réseau de distribution de chaleur (coût important) - Nécessite une toiture de plusieurs milliers de m² sur la chaufferie centrale (coût important) 	Non applicable au projet car : <ul style="list-style-type: none"> - nécessite une toiture de plusieurs milliers de m² sur la chaufferie centrale - coût de création d'un réseau de chaleur élevé.
	Solaire thermique Système solaire combiné – SSC	Bon rendement	<ul style="list-style-type: none"> - Coût relativement élevé : en moyenne, près de 10 000€ à 15 000€ selon la surface de capteurs installés - Appoint nécessaire avec une autre énergie pour les périodes non ensoleillées 	Application possible, sous réserve d'une bonne exposition (Sud/Nord) et inclinaison de 60° des capteurs (optimale en hiver, période où le système sera le plus sollicité)
	Solaire photovoltaïque Panneaux photovoltaïques intégrés au bâti	<ul style="list-style-type: none"> - Territoire bénéficiant d'un bon ensoleillement - La vente du surplus de production permet aux propriétaires d'amortir les investissements réalisés lors de l'installation - Les panneaux résistent aux intempéries et au froid - Dispositif silencieux 	<ul style="list-style-type: none"> - L'investissement est compris entre 10 000 et 15 000 €. - L'onduleur doit être remplacé au bout de 10 ans et les panneaux au bout de 25 à 35 ans 	Application possible. L'inclinaison optimale de ces capteurs solaires est de 34°.
	Solaire photovoltaïque et thermique Panneaux hybrides	<ul style="list-style-type: none"> - Économie d'espace en combinant la production électrique et thermique - 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%) - Dispositif silencieux 	Environ 15 000 €.	Application possible. Les panneaux photovoltaïques ne doivent pas dépasser 60 à 70°.
Géothermie	Géothermie sur sondes – Capteurs verticaux (forages entre 80 et 120 m de prof.).	<ul style="list-style-type: none"> - Source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques - Très bons rendements des pompes à chaleur - Nécessite peu d'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé (18 000 à 20 000 €) pour une installation individuelle - Nécessite une étude détaillée afin d'établir un maillage précis pour caractériser la ressource disponible - Les travaux nécessitent l'intervention d'un foreur et un permis spécifique sera demandé en cas de forage supérieur à 100 mètres - Cette solution nécessite une surface foncière importante - 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 vue maintenance et exploitation 	Non applicable au projet car 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 ² chauffés.	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite une surface d'échange d'environ 2 fois la surface de la maison - Les racines des arbres peuvent détériorer le réseau (arbres à enlever) 	Non applicable au projet car la surface d'échange nécessaire est importante au regard de la taille des lots.
	Géothermie très basse énergie (t° inf. à 30°C) avec une pompe à chaleur	<ul style="list-style-type: none"> - Source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques - Très bons rendements des pompes à chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 5 000 à 8 000 € pour une pompe eau-eau - Nécessite un point d'eau ou une nappe à proximité ayant un débit suffisant - Autorisation administrative à solliciter 	Application possible.
	Géothermie sur nappes aquifères	Source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé car nécessite un forage entre 1 000 et 2 500 mètres selon les bassins aquifères - Nécessite une étude détaillée afin d'établir un maillage précis pour caractériser la ressource disponible - Une solution décentralisée n'est pas envisageable si l'on doit réaliser plusieurs forages à ces profondeurs 	Non applicable au projet car la ressource disponible n'est pas précisément connue et coûts et contraintes liés au forage (autorisation)
Aérothermie	Pompe à chaleur air/eau ou air/air	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 5 000 à 8 000 € pour une pompe air-air - Peut produire le chauffage et l'eau chaude sanitaire, ainsi que rafraîchir l'air si modèle réversible - Fonctionne de façon autonome, chauffe rapidement et assure une température stable dans toutes les pièces - Pose simple sur une installation de chauffage ou un plancher chauffant, sans autorisation administrative préalable - Ne nécessite pas d'espace pour stocker le combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût entre 9 000 à 12 000 € pour une pompe air-eau (avant crédit d'impôt) - Nuisances sonores et esthétiques en fonction du modèle - Diminution du rendement en cas de grand froid, nécessite alors un chauffage d'appoint - Pompes air-air non éligibles au crédit d'impôt ni à la TVA à taux réduit 	Application possible.

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 bâtiments existants 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 :

- ✓ Le chauffage et/ou la production d'eau chaude sanitaire par système solaire combiné (SSC) ou chauffe-eau solaire thermique (CESI) sont envisageables. L'énergie solaire dans la région est suffisamment élevée pour subvenir à une partie des besoins des bâtiments ;
- ✓ La production d'électricité par des panneaux solaires photovoltaïques, et l'utilisation de panneaux hybrides peuvent convenir au regard de l'ensoleillement important sur le territoire. Il faudra veiller ici à l'orientation des bâtiments et à l'inclinaison des toits ;
- ✓ La géothermie très basse énergie (t° inf. à 30°C) avec une pompe à chaleur peut être envisagée sous réserve de disposer d'une nappe exploitable et des autorisations d'utilisation nécessaires ;
- ✓ L'aérothermie est une solution pertinente, sous réserve de veiller à une bonne installation des pompes à chaleur pour éviter tout problème acoustique.

→ Les solutions possibles sont donc multiples et l'acquéreur du lot pourra mettre en place le dispositif qu'il souhaitera.

A ce stade des études, il est envisagé, pour le bâtiment du lot dédié à ce jour à un concessionnaire de voitures et motos, de mettre en place des panneaux photovoltaïques pour assurer la production d'eau chaude sanitaire.

Pour le lot dédié au GEDIMAT, les options d'énergies renouvelables n'ont pas encore été retenues.

Précisons en outre que la Réglementation thermique (RT) qui sera en vigueur lors de la construction des maisons et bâtiments sera à priori la RT 2020, qui imposera que toute nouvelle construction doit produire davantage d'énergie qu'elle n'en consomme. Des énergies renouvelables devront donc nécessairement être mises en œuvre.

A noter que toutes les demandes de Permis de construire seront instruites en mairie avec l'obligation de conformité avec la RT en vigueur.