

Projet de dossier de création

Mai 2012

5. ÉTUDE ÉNERGIE RENOUVELABLE

4.5

équipe de maîtrise d'oeuvre :

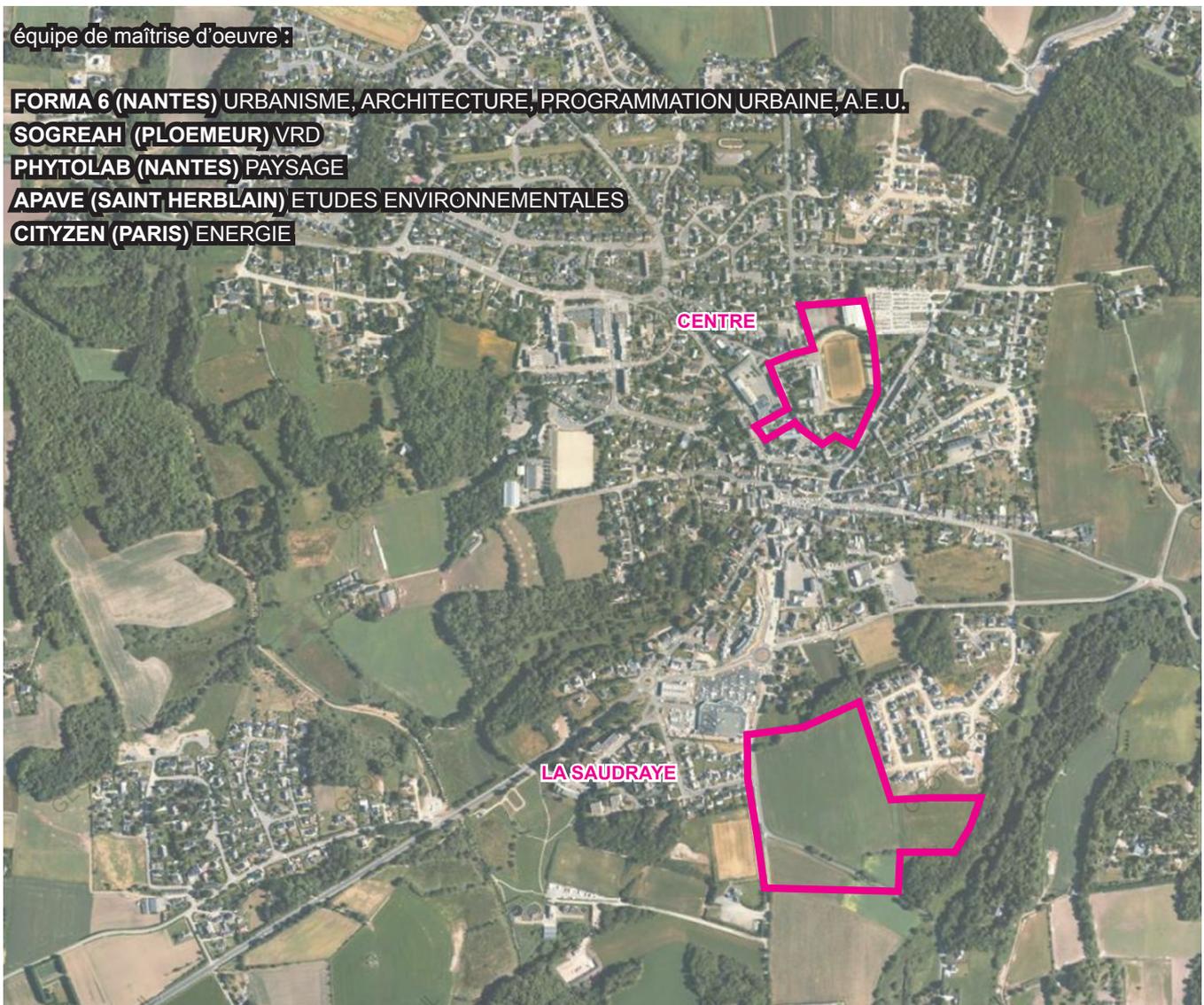
FORMA 6 (NANTES) URBANISME, ARCHITECTURE, PROGRAMMATION URBAINE, A.E.U.

SOGREAH (PLOEMEUR) VRD

PHYTO LAB (NANTES) PAYSAGE

APAVE (SAINT HERBLAIN) ETUDES ENVIRONNEMENTALES

CITYZEN (PARIS) ENERGIE



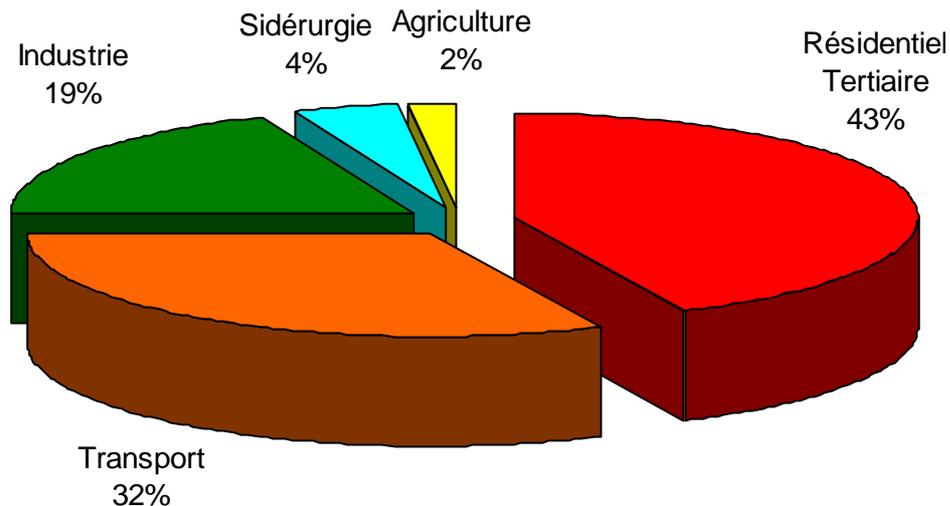
SOMMAIRE

1.	OBJECTIF ET ENJEUX DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE	2
2.	BESOIN ENERGETIQUE DU PROJET.....	4
3.	POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES	8
3.1.	SOLAIRE	9
3.1.1.	SOLAIRE THERMIQUE	9
3.1.2.	SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE	12
3.2.	GEO THERMIE	14
3.3.	AEROTHERMIE	18
3.4.	EOLIEN	19
3.5.	BIOMASSE	21
4.	RESEAU DE CHALEUR BOIS.....	23
4.1.	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE CHAUDIERE AUTOMATIQUE	23
4.2.	NOTION DE DENSITE ENERGETIQUE POUR UN RESEAU DE CHALEUR.....	24
4.3.	MONTANT DES AIDES ET COUT DE L'INVESTISSEMENT	24
4.4.	ANALYSE DU SITE.....	26
5.	SYNTHESE.....	28

1. OBJECTIF ET ENJEUX DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE

Actuellement l'habitat est le premier poste de consommation d'énergie, devant le transport et l'industrie, mais aussi le troisième poste d'émission de Gaz à Effet de Serre (GES) en France.

Depuis 1974 l'Etat fixe des limites de consommation d'énergie dans le bâtiment. L'objectif est d'arriver en 2020 à les réduire de 40 % par rapport à 2000, en mettant en place des Réglementations Thermiques de plus en plus contraignantes afin de diminuer l'émission de gaz à effet de serre.



Les objectifs du Grenelle de l'environnement sont de renforcer la Réglementation Thermique tous les 5 ans :

- RT2012 : La consommation d'énergie primaire est en moyenne de 50 kWhep/m².an pour les logements individuels (Bâtiment Basse Consommation) et de 57,5 kWhep/m².an pour les logements collectifs.
- RT2020 : Toute nouvelle construction sera mise en œuvre selon le concept de Bâtiment à Energie POSitive ou passive (BEPOS)

Actuellement la consommation moyenne annuelle d'énergie dans le secteur du bâtiment est de 260kWhEP/m².an.

Dans l'optique d'atteindre les objectifs de maîtrise des consommations énergétiques et de réduction des gaz à effet de serre dans les bâtiments existants, le Grenelle 2 de l'environnement impose la réalisation d'un Diagnostic de Performance Energétique.

Ce DPE a pour objectif:

- D'**informer** sur la consommation énergétique du logement, ainsi que sur le coût moyen.
- De **sensibiliser** aux conséquences de sa consommation en énergie sur le climat.
- De **maîtriser** sa consommation sous forme de recommandation.

Les enjeux de cette étude sont:

- La réduction de la consommation d'énergie et des gaz à effet dans le secteur de l'habitat.
- La préservation des ressources naturelles.
- La diminution de notre dépendance aux énergies fossiles par les énergies renouvelables.

L'objet de ce document est de réaliser une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables dans le cadre de la création d'une Zone d'Aménagement Concerté sur la commune de Guidel (56).

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

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

2. BESOIN ENERGETIQUE DU PROJET

Dans l'état d'avancement actuel de l'étude portant sur la création d'une ZAC sur la commune de GUIDEL, il est difficile de donner une quantification précise des besoins énergétiques de l'opération. Néanmoins, il est possible de faire une estimation quantitative afin de donner un ordre de grandeur des besoins.

Dans le cadre de cette étude, il a été retenu un programme sur l'ensemble du projet, répartis sur deux zones de la manière suivante :

- **Secteur urbain du centre ville**

- Equipements publics : une réserve foncière pour un équipement public, salle de sport existante,
- Surface commerciale : 1 200 m²
- Nombre de logements : environ 270 dont 30% de logements sociaux.
 - logements intermédiaires (R+1+A à R+2+A)
 - logements collectifs (R+2+A à R+3+A).

- **Secteur de la Saudraye**

- Une réserve foncière pour équipements publics : collège, groupe scolaire,...
- Nombre de logements : environ 300 dont 30% de logements sociaux.
 - logements individuels (RDC à R+1)
 - logements intermédiaires (R+1+A à R+2+A)
 - logements collectifs (R+2+A à R+3+A).



-  Périmètre de ZAC : 7,5 ha
-  Equipements
-  Ilots mixtes
logements individuels / intermédiaires /
collectifs
-  Voies de desserte principales
-  Voies de desserte secondaires
-  Liaisons douces

Nous étudierons séparément, les besoins en chauffage et en électricité des deux zones concernées.

Les besoins en chauffage

Pour les logements individuels et les locaux commerciaux, la consommation retenue est de 55 kWhep/m².an et pour les logements intermédiaires et collectifs il a été retenu une consommation de 62,5 kWhep/m².an. Ces valeurs correspondent aux exigences de la Réglementation Thermique 2012 dans le Morbihan (zone climatique H2a).

Cette consommation en énergie primaire intègre l'ensemble des dépenses énergétiques, y compris l'éclairage et la ventilation. Une consommation uniquement pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire est alors estimée à 45 kWhep/m².an pour les logements individuels et de 52,5 kWhep/m².an pour les logements intermédiaires et collectifs (la consommation d'énergie primaire pour la ventilation et l'éclairage est estimée à 10kWhep/m².an dans cette hypothèse).

- Dans cette première approche, le secteur urbain du centre ville comprend 19 110 m² SHON de logements intermédiaires et collectifs et 1 200 m² SHON de locaux commerciaux.
Nous estimons à 1 500 m² SHON la salle de sport, 100 m² SHON l'office du tourisme et 100 m² SHON la salle paroissiale.
Il a donc été estimé une consommation énergétique de 1 210 MWhep/an.
- Le secteur urbain de la Saudraye comprend 1 900 m² SHON de logements individuels, 17 080 m² SHON de logements intermédiaires et collectifs et 8 000 m² de bâtiments scolaires.
Pour les mêmes raisons que précédemment nous ne prendrons pas en considération les besoins des bâtiments sportifs.
Il a donc été estimé une consommation énergétique de 1 340 MWhep/an.

La consommation d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire est exprimée en énergie primaire (kWhep). L'énergie primaire est la quantité d'énergie brute nécessaire pour produire une quantité d'énergie finale. Il faut :

- *2,58kWhep d'énergie primaire pour produire 1 kWh d'électricité*
- *1kWhep pour produire 1kWh utile issu du fioul, bois ou gaz de ville*

Les besoins en électricité

L'ADEME estime que les besoins en électricité (hors chauffage et Eau Chaude Sanitaire) sont d'environ 3000 kWh/an par logement. Les besoins électriques des logements du centre ville et du secteur de la Saudraye sont d'environ 1 600 MWh.

3. POTENTIEL EN ENERGIES RENOUVELABLES

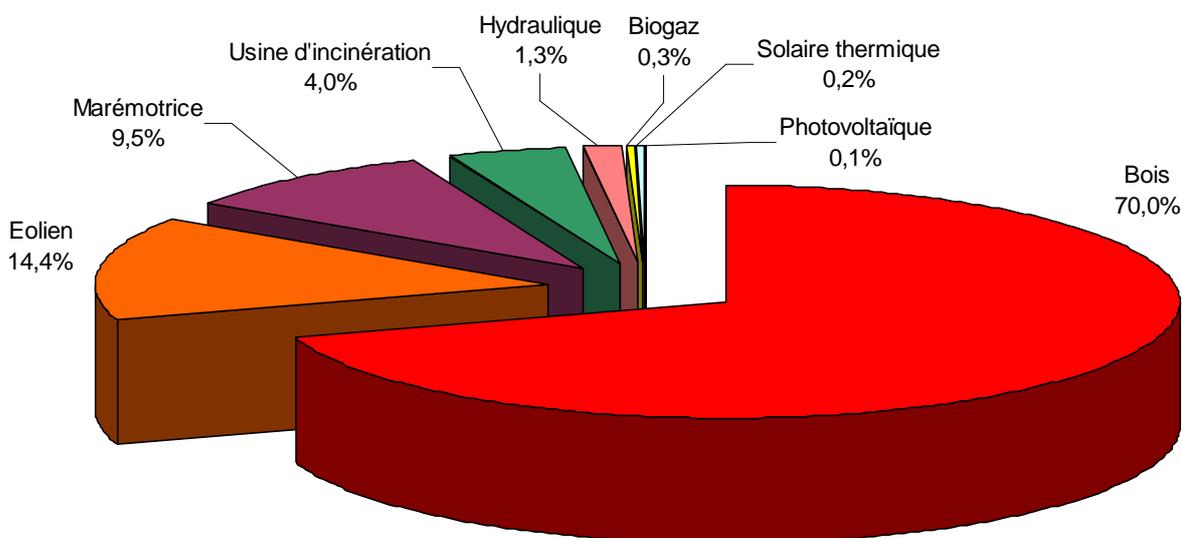
Définition:

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

Les différentes filières sont:

- l'éolien
- l'énergie solaire
- la géothermie
- l'aérothermie
- l'hydraulique
- la biomasse
- la valorisation des déchets (méthanisation...)

En Bretagne, les énergies renouvelables ne représentent que 6,3% de la consommation régionale d'énergie finale (source : bretagne-environnement).



Production d'énergies renouvelables en Bretagne en 2009

Ne sera pas abordé dans cette étude :

- Le potentiel sur la houlomotricité et l'hydraulique, car aucun fleuve ni océan ne sont présents dans le périmètre d'étude de la ZAC
- La valorisation des déchets, car l'installation d'un méthaniseur ou d'un incinérateur nécessite d'importants investissements et au minimum 3,2 tonnes de déchets par an (environ 12 000 habitants).

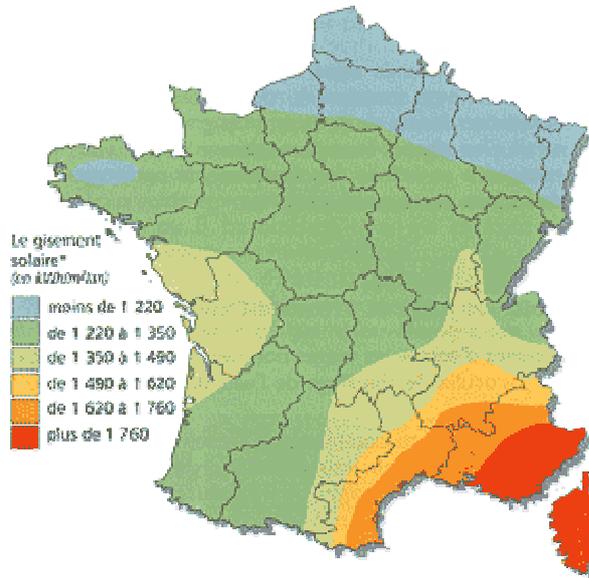
Nous aborderons donc l'énergie solaire, la géothermie, l'éolien et la biomasse.

3.1. SOLAIRE

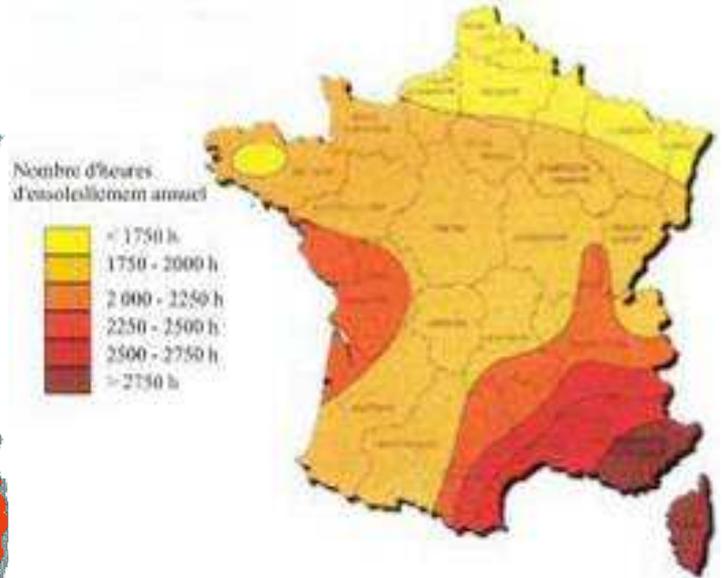
L'énergie solaire est une énergie inépuisable et gratuite.

Cette énergie peut être exploitée pour produire de l'eau chaude sanitaire ou de l'électricité.

Le département du Morbihan présente un ensoleillement annuel de 1850 heures en moyenne. Un mètre carré de capteur reçoit une quantité d'énergie entre 1220 et 1350 kWh/m².



Gisement solaire en France (Source ADEME)

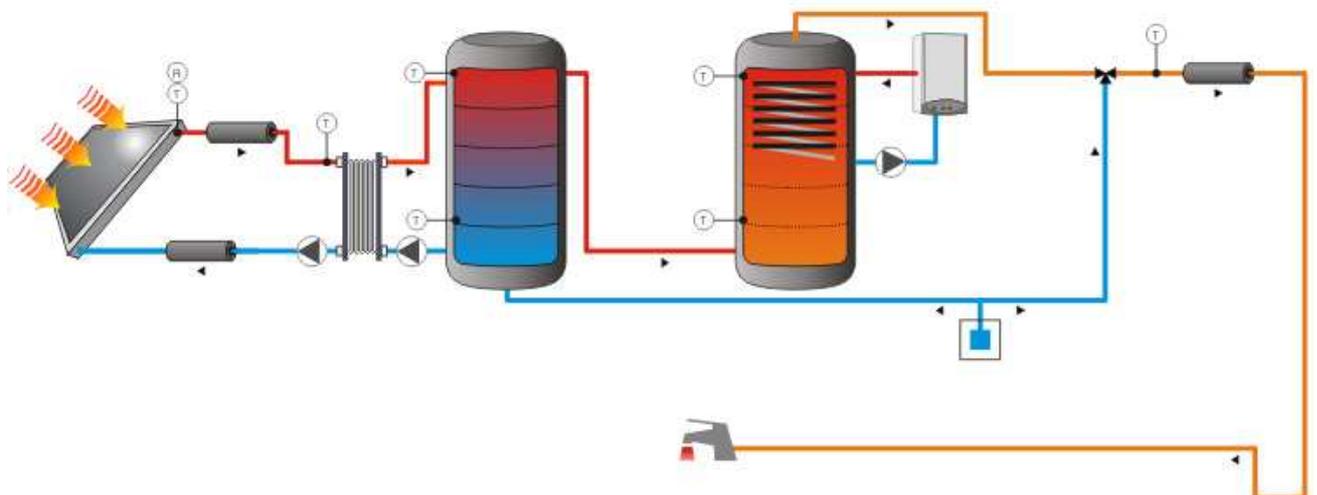


Nombre d'heures d'ensoleillement annuel (Source ADEME)

3.1.1. SOLAIRE THERMIQUE

Une installation solaire thermique permet de récupérer environ 40 à 60% du rayonnement global provenant du soleil.

Le schéma suivant présente une installation simplifiée de type solaire collectif pour la production d'ECS.



A Guidel, dans le Morbihan, pour une installation solaire collective, nous avons besoin d'environ 1,6 m² par logement pour subvenir à 50 % des besoins d'Eau Chaude Sanitaire sur une année.

Exemple sur le secteur du centre ville sur une ensemble composé de 3 immeubles de 14 logements chacun : 22,5m² de capteur permettraient de subvenir à 50% des besoins d'ECS d'un immeuble.



Exemple d'installation solaire collective

Pour les chauffe-eaux solaires individuels, il est nécessaire de prévoir une superficie d'environ 1m² par personne soit 2 à 4 m² par logement (un capteur a une surface utile de 2,5 m²). Ils permettent de réaliser environ 50% d'économie sur les besoins énergétiques en ECS.



Exemple d'installation solaire individuelle

En revanche, les locaux tertiaires et les commerces ont généralement de faibles besoins en ECS, il n'est donc pas judicieux de prévoir d'installation de capteurs solaires pour ces bâtiments.

En augmentant d'une fois et demi à deux fois la surface de captage, l'installation solaire permet de faire des économies d'énergie de 30 % environ sur le chauffage et 60 à 65% sur l'ECS.

Ce système doit être raccordé à des radiateurs basse température ou à un plancher chauffant. Les avantages du chauffage solaire thermique sont principalement performants en automne et au printemps.

Vouloir surdimensionner son installation peut s'avérer moins rentable que prévu :

- Les subventions de l'Ademe (logement collectifs notamment) sont liées à un rendement minimum de 350 kWh/m².an ce qui conduit à limiter le nombre de capteur ;
- L'investissement d'une installation solaire bien dimensionnée est toujours mieux rentabilisé ;
- Des risques de surchauffe (en mi-saison et en été) du fluide caloporteur sont réduits ce qui pérennise l'installation.

Le chauffe-eau solaire collectif et individuel pour subvenir aux besoins d'ECS apparaît comme une solution envisageable pour le projet de la ZAC de Guidel.

D'autre part, il est nécessaire de rappeler que la Réglementation Thermique 2012, en vigueur dans les bâtiments d'habitation au 1^{er} janvier 2013 imposera, pour les logements individuels, l'utilisation d'énergie renouvelable pour la production d'eau chaude sanitaire. Le solaire est, à ce titre, l'une des sources a privilégié pour répondre à cette exigence.

3.1.2. SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

L'installation de panneaux photovoltaïques pourrait être envisagée afin de produire de l'énergie électrique localement (avec possibilité de revente à EDF).

L'Etat accorde toujours des aides financières pour l'énergie photovoltaïque, il est donc intéressant d'en étudier l'opportunité.

Pour bénéficier d'un tarif de rachat optimal, il est judicieux d'intégrer les capteurs au bâtiment.

Type d'installation		Tarifs d'achat prévu* du 01/07/2011 au 30/09/2011**	
Résidentiel	Intégration au bâti	[0-9kWc]	42,55 c€/kWh
		[9-36kWc]	37,23 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[0-36kWc]	27,46 c€/kWh
		[36-100kWc]	26,09 c€/kWh
Enseignement ou santé	Intégration au bâti	[0-9kWc]	36,74 c€/kWh
		[9-36kWc]	36,74 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[0-36 kWc]	27,46 c€/kWh
		[36-100 kWc]	26,09 c€/kWh
Autres bâtiments	Intégration au bâti	[0-9kWc]	31,85 c€/kWh
		[0-36kWc]	27,46 c€/kWh
	Intégration simplifiée au bâti	[36-100kWc]	26,09 c€/kWh
Tout type d'installation		[0-12MW]	11,688 c€/kWh

Pour les bâtiments collectifs une possibilité serait d'intégrer des panneaux à membrane amorphe permettant également de satisfaire à l'étanchéité des toitures.



Exemple de membranes amorphes

Pour une surface équivalente, ces modules sont moins performants que des modules classiques mais le coût de ces solutions et l'intérêt technique de mutualiser l'étanchéité rend ce produit adapté à certains projets. La seconde solution repose sur des modules à base de silicium polycristallin, généralement bien adaptés aux maisons individuelles. Ces systèmes peuvent être posés sur tous types de support.



Exemple de panneaux polycristallins

Pour couvrir les besoins en énergie électrique (éclairage et électricité spécifique) d'un immeuble de 14 logements 45 kWc sont nécessaires, soit une surface d'environ 800 m² en membrane amorphe ou 380 m² de panneaux polycristallins. Le retour sur investissement est d'environ 13 ans (sans déduction du coût d'étanchéité pour les membranes amorphes).

Pour une maison individuelle, 25m² de panneaux polycristallins sont nécessaires pour subvenir aux besoins en énergie électrique (éclairage et électricité spécifique) soit 3 kWh. Le retour sur investissement est d'environ 12 ans avec les 22% de crédit d'impôt.

Sachant que la durée de vie d'une installation est de 20 ans, cette solution est envisageable. Cependant il est fondamental de ne pas négliger la sobriété énergétique des bâtiments au profit de l'investissement photovoltaïque.

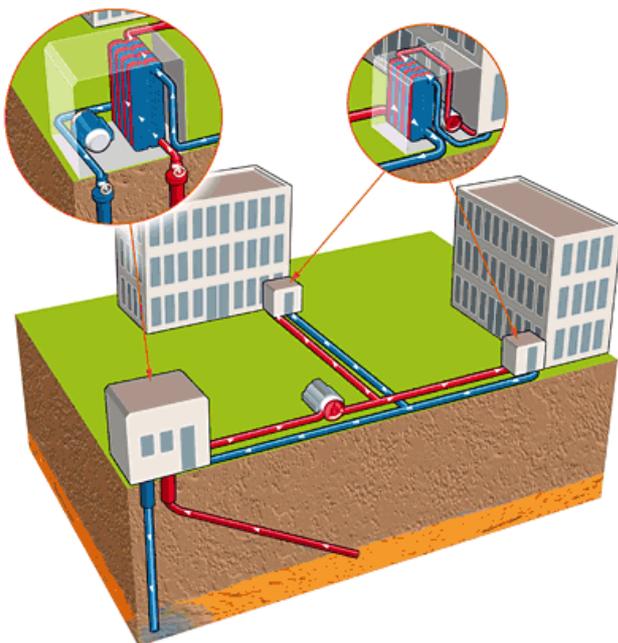
3.2. GEOTHERMIE

La géothermie désigne les processus qui visent à l'exploitation de la chaleur interne de la Terre pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur. A la différence des énergies fossiles ces réserves ne sont pas situées dans quelques sites précis, l'énergie de la Terre est présente partout, elle est néanmoins plus ou moins facile à extraire.

La géothermie haute énergie nécessite d'être sur une zone volcanique ce qui n'est pas le cas de la ZAC à Guidel.

La géothermie basse énergie repose sur l'utilisation directe de la chaleur de l'eau contenue dans les aquifères profonds. Elle consiste en l'extraction d'eau à moins de 90°C à une profondeur allant de 1000 à 2500 m de profondeur. Dans notre cas aucune étude de sol à de telle profondeur ont déjà été réalisées. Cette étude coûte entre 30 000 et 75 000 € pour un seul forage sans garantie de résultat.

Dans notre projet nous nous intéresserons uniquement à la très basse énergie.



Source : geothermie-perspectives.fr

GEOOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE

Pour la ZAC de Guidel une géothermie de très basse énergie est possible. Elle permet de récupérer l'énergie de l'eau d'une nappe phréatique à l'aide d'une PAC (Pompe A Chaleur). Cette énergie est ensuite transférée grâce à un échangeur. Très performant ce système peut satisfaire aux besoins de chauffage de l'ensemble des logements.

L'exploitation des eaux fait appel à trois démarches administratives :

- Déclaration de sondage au titre de l'article 131 du Code Minier (transmettre à la DRIRE les informations sur les caractéristiques du sous-sol) ;
- Obtention du permis d'exploitation imposé par le code minier pour des forages au-delà de 100 mètres ;
- Déclaration de réinjection pour des débits supérieurs à 8 m³/h.

Les exploitations géothermiques dispensées du permis d'exploitation, sont celles considérées de minime importance :

- Température inférieure ou égale à 150°C ;
- Débit calorifique inférieur à 232kWh/h ;
- Une profondeur de forage inférieure à 100 mètres.



Plusieurs géothermies sur nappe phréatique sont déjà présentes aux alentours et dans notre périmètre d'étude (profondeur allant de 65 à 100 mètres).

Les sondes sur eau de nappe nécessitent un double forage :

- 1 pour le captage
- 1 pour le rejet de l'eau des nappes.

Le coût des forages pour l'installation de capteurs verticaux s'amortit plus rapidement sur les logements de type immeuble collectif.

La géothermie très basse énergie avec captage de chaleur sur nappe phréatique est envisageable.

Néanmoins une étude complémentaire est nécessaire afin de connaître précisément le potentiel énergétique de la nappe.

Géothermie à capteurs horizontaux

La géothermie très basse énergie avec capteurs horizontaux nécessite une surface de captage (vierge de toute plantation) de 1,5 à 2 fois la superficie de chauffage.

Cette solution est envisageable pour les pavillons sur parcelle libre, mais en aucun cas pour l'ensemble de la ZAC. Dans notre projet, l'investissement pour chaque logement est de l'ordre de 8 à 14 000 €.



Géothermie à capteurs verticaux

Pour la géothermie très basse énergie à capteurs verticaux, la sonde est enterrée verticalement dans un forage entre 50 et 100 m. L'avantage de cette solution est que les sondes peuvent être enterrées sous la maison. Le prix du forage est d'environ 50 €/ml, ajouter à la pompe à chaleur (11 à 14000 €), l'investissement pour chaque logement représente 15 à 18 000 €.

Dans le cas de construction d'immeuble collectifs, nécessitant des pieux à grandes profondeurs, il est possible d'utiliser ces pieux pour capter l'énergie. Les capteurs sont ainsi noyés dans les fondations.

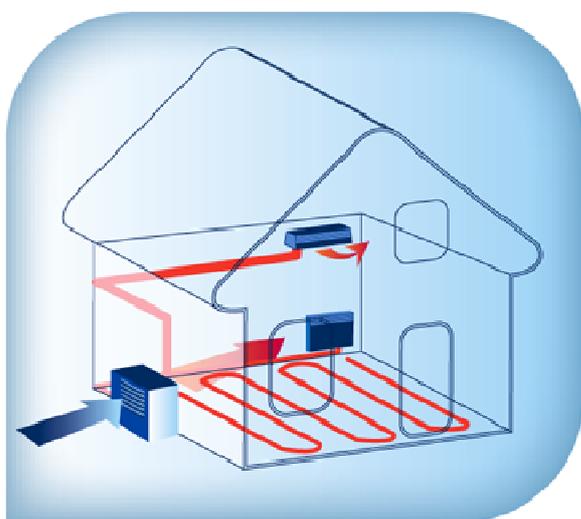


3.3. AEROTHERMIE

Le principal avantage de ce système est sa simplicité d'installation. Néanmoins il nécessite l'implantation d'un groupe extérieur muni d'un ventilateur pouvant générer des nuisances acoustiques, en particulier dans le cas d'un habitat dense comme c'est le cas dans notre projet.

Le prix d'investissement pour chaque logement est de l'ordre de 5 000 € pour une pompe à chaleur air/air et de 8 000 € pour une pompe à chaleur air/eau.

Cependant le coefficient de performance diminue au fur et à mesure que la température extérieure chute. En dessous de -10°C, la pompe à chaleur s'arrête et un appoint électrique doit satisfaire en totalité les besoins en chauffage du logement.

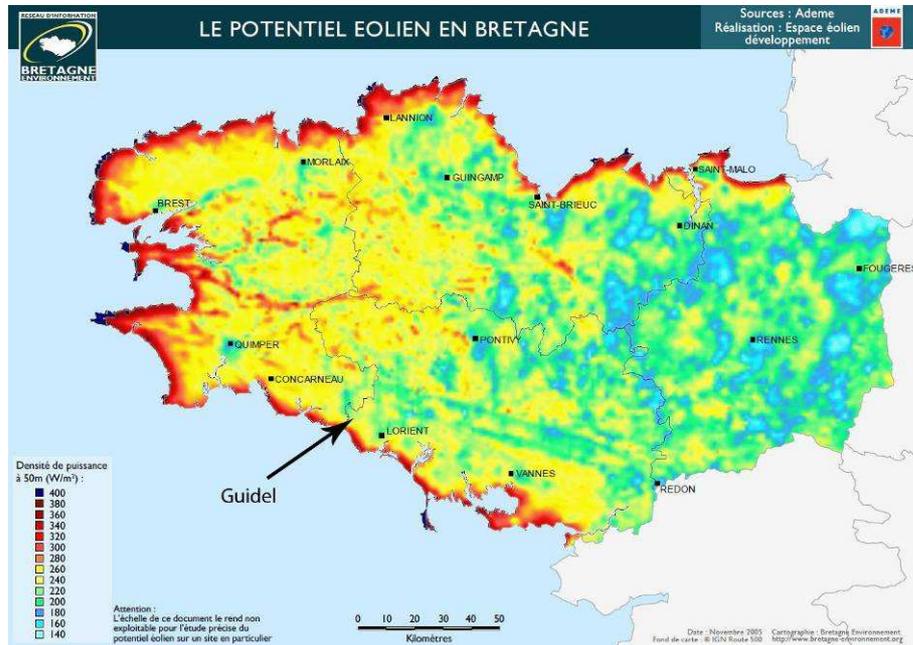


Pompe à chaleur

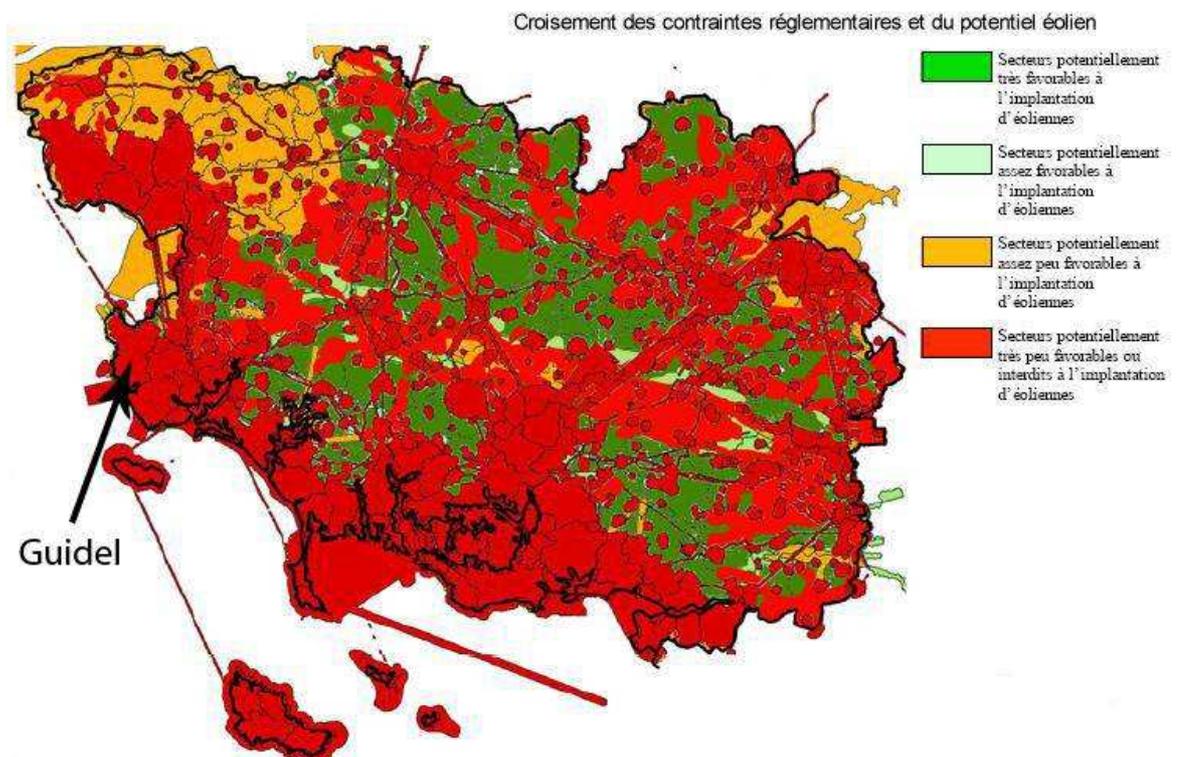
La pompe à chaleur air/air ou air/eau est envisageable pour les maisons individuelles.

3.4. EOLIEN

Grand éolien



En Bretagne, le potentiel éolien existe et s'avère exploitable à certains endroits. La Région Bretagne se situe en quatrième place en France avec ces 504 MW installés.



Comme on peut le voir sur cette carte de l'Observatoire Départemental de l'Environnement du Morbihan, l'implantation d'éolienne de grosse puissance sur la zone d'étude n'est pas souhaitable pour des raisons de protection du littoral.

De plus ce type d'éolienne est difficile à mettre en place, en raison des contraintes suivantes :

- son implantation ne se situe pas dans une ZDE (Zone de Développement Eolien) permettant la revente au réseau
- nécessité d'une enquête publique

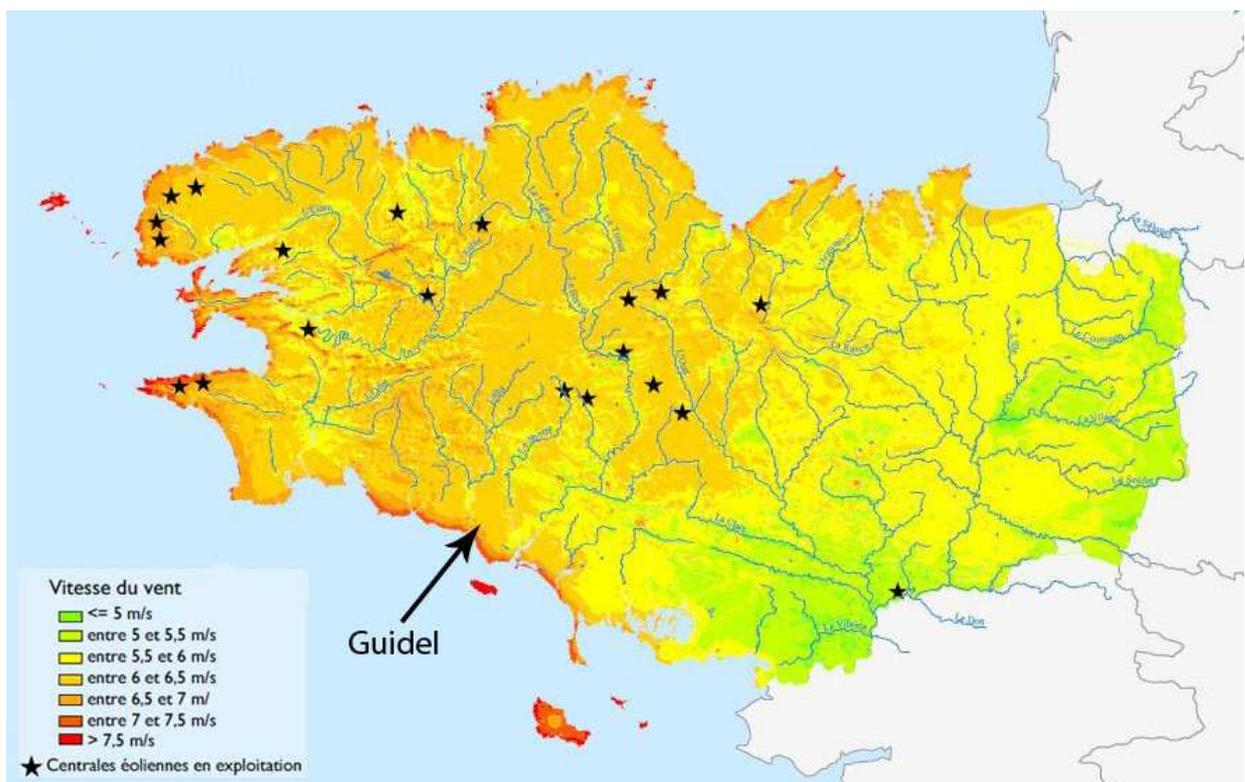
En outre, le Grenelle de l'environnement demande un minimum de cinq mâts pour toute nouvelle installation ainsi qu'un éloignement de 500 mètres entre les éoliennes et les premières habitations.

Petit et moyen éolien

Le petit et moyen éolien est particulièrement bien adapté (de par sa taille et sa puissance) pour l'équipement des particuliers, des entreprises et des bâtiments publics.

Les éoliennes de puissance comprise entre 1 kW et 36 kW sont considérés de petite puissance et entre 36kW et 350kW de moyenne puissance.

Concernant le petit et moyen éolien, si le mât ne dépasse pas 12 mètres de haut, les démarches administratives sont peu contraignantes. De plus le petit et moyen éolien bénéficient d'aides de la part de l'Etat, des Collectivités Territoriales, notamment la Région, ou d'organisme publics tel l'ADEME.



Source : Bretagne-environnement.org

La vitesse de vent moyen à 30m est de 6,5 à 7 m/s. Sachant qu'à partir de 5 m/s la rentabilité est acquise, l'installation d'éoliennes inférieure à 12 mètres est possible.

3.5. BIOMASSE

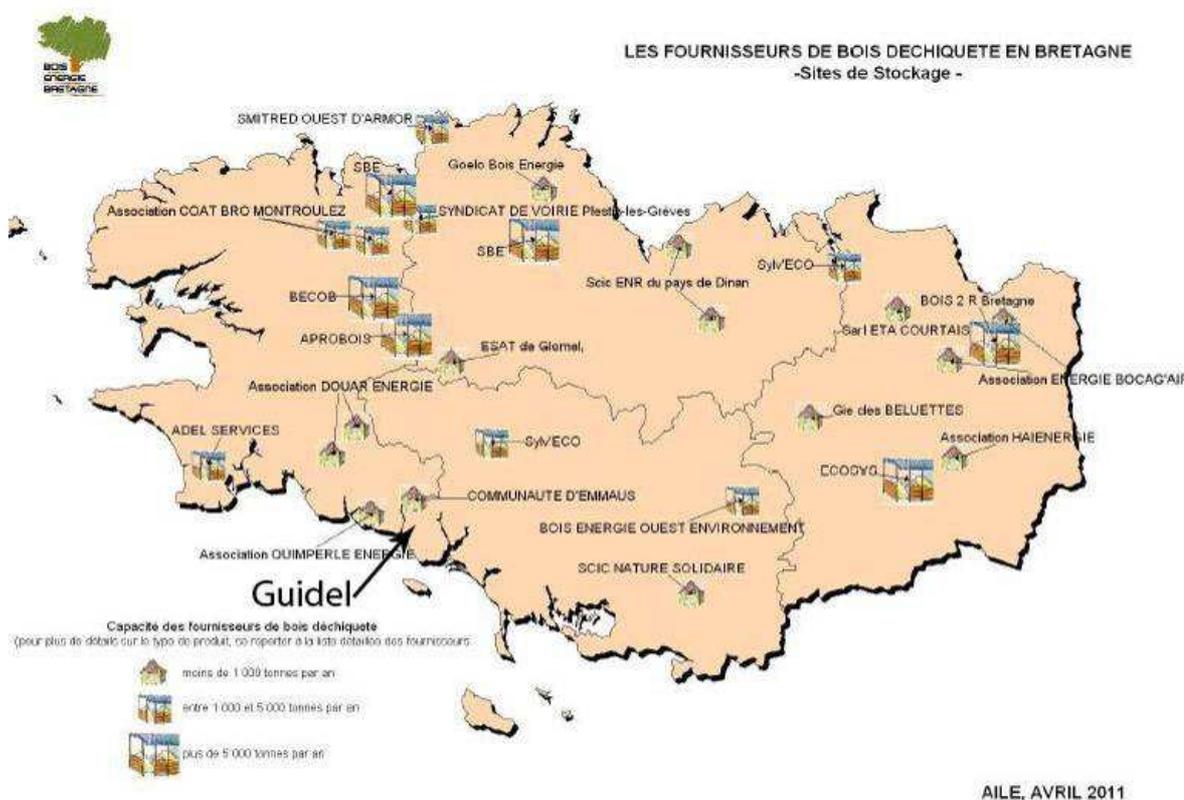
Par biomasse, nous entendons l'ensemble de la filière « bois énergie ».

La région Bretagne est la première région française pour la transformation du bois, les ressources mobilisables sont donc importantes (de l'ordre de 550 000 Tonnes).

Un programme de développement de la filière bois a été mis en place en Bretagne, les objectifs du Plan bois énergie sont :

- Faciliter la création de nouvelles chaufferies, en sélectionnant les projets les plus propices,
- Garantir une offre de bois en quantité et qualité, en confortant les structures d'approvisionnements.

La carte suivante montre les plateformes d'approvisionnement en bois déchiqueté.



D'autre part, l'association AILE réalise, entre autre, le recensement des installations mais également des fournisseurs de bois énergie. Elle peut également accompagner les démarches de mise en place dans le cas d'un projet défini.

Pour le bois bûche, de nombreux distributeurs et fournisseurs existent dans le Morbihan et peuvent fournir les besoins individuels.

Pour le bois granulé, il peut être livré en sacs (poêles à granulés) ou en vrac par camion souffleur (chaudières automatiques).

Exemple : L'entreprise CPS bois à Pontivy située à 70 km de Guidel peut satisfaire aux besoins :

- en bois granulé, par sacs ou par camion souffleur
- en bois bûche par palette.

Solution individuelle

L'utilisation du bois dans les logements individuels ou intermédiaires se développe fortement depuis quelques années. Les solutions disponibles permettent généralement de chauffer l'ensemble du logement avec un système simple et performant.

En maison individuelle, les systèmes de chauffage type poêles, ou foyer fermé sont bien adaptés : le logement doit être conçu de manière à ce que la chaleur puisse facilement desservir l'ensemble des pièces. Un des inconvénients pour les particuliers est la nécessité de passer du temps à la manipulation du bois et à l'évacuation des cendres. L'automatisation des poêles à granulés permet d'améliorer le niveau de confort des usagers en limitant la manutention et en offrant la possibilité de programmer des plages de chauffage.

Les chaudières à granulés sont adaptées en maison individuelle à condition :

- d'avoir de la place pour la chaufferie : la chaudière et le silo de stockage représente environ 10 m²
- d'installer un système de chauffage central



Poêle à bois



Chaudière à granulés

Chauffage Collectif

Comme pour le chauffage collectif au fioul ou au gaz, il est possible d'installer une chaudière bois pour desservir des logements collectifs.

Il est dans ce cas nécessaire de prévoir une chaufferie dédiée avec un silo de stockage dimensionné en fonction des besoins et un accès pour le camion de livraison. En termes de maintenance, le contrat doit prévoir le passage régulier d'un agent pour le décendrage et l'entretien annuel de la chaufferie.

Avec des ressources mobilisables importantes, la biomasse est à encourager pour les logements individuels comme pour les logements collectifs.

4. RESEAU DE CHALEUR BOIS

L'un des objectifs de l'étude est de vérifier la possibilité de création ou de raccordement à un réseau de chaleur. La chaufferie bois est une structure qui s'intègre généralement bien architecturalement, cependant elle nécessite une attention particulière des voiries afin de permettre la livraison par poids lourds. Son autonomie dépend de la capacité du stockage.

Aucun réseau n'existe actuellement sur les sites, il ne s'agit donc pas d'un raccordement mais d'une création.

4.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE CHAUDIERE AUTOMATIQUE

Les chaudières automatiques à bois sont des générateurs de chaleur qui sont différents des chaudières bûches traditionnelles. Elles utilisent du bois déchiqueté ou des granulés de bois.

Le combustible est envoyé automatiquement dans le foyer grâce à un système de convoyage (vis sans fin ou tapis convoyeur), supprimant complètement les manipulations quotidiennes de bois nécessaires avec une chaudière à bûches. Le rendement atteint 80 à 90% ce qui a plusieurs conséquences : des cendres très fines produites en faible quantité (1 à 2% en volume) et peu de dégagements de poussières ou de produits de combustion résiduels dans les fumées.

Le bois est stocké dans un silo attenant à la chaufferie, dimensionné en fonction de la consommation de l'installation.

L'un des points clés de la réussite d'une installation de chaufferie bois est l'implantation du silo d'approvisionnement. Ce silo doit être facilement accessible pour les livraisons : il doit permettre un remplissage aisé et être dimensionné pour assurer une autonomie suffisante.

La chaudière pourra être installée au même niveau que le silo. Si ce n'est pas le cas, un système de convoyage spécifique devra être prévu pour amener le combustible au niveau du corps de chauffe.

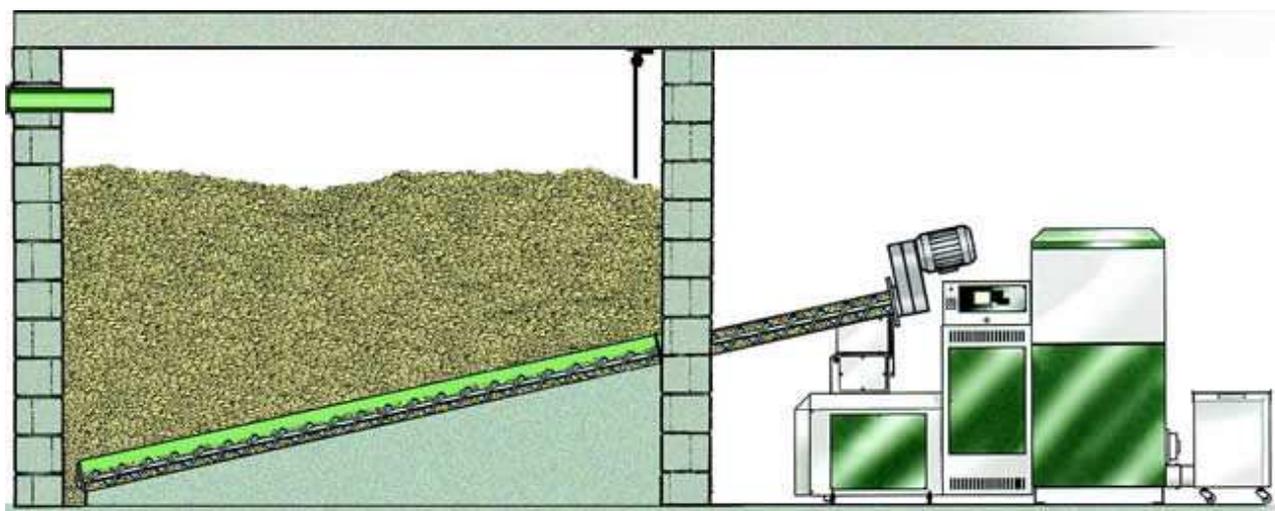


Schéma de principe d'une chaufferie bois.

4.2. NOTION DE DENSITE ENERGETIQUE POUR UN RESEAU DE CHALEUR

Dans un premier temps, nous allons analyser, à partir des besoins considérés en hypothèse, ce que nous appelons la « densité énergétique » du site. Elle correspond à la quantité d'énergie consommée par les bâtiments par unité de longueur du réseau.

En milieu rural, on considère généralement qu'un réseau est intéressant à partir de 1 000 kWh/ml de réseau par an. La viabilité du réseau est liée à cette densité énergétique. Les zones aux consommations élevées, comme les immeubles collectifs, sont plus adaptées à une chaufferie centralisée que les zones peu consommatrices et diffuses (maisons individuelles).

L'implantation d'une éventuelle chaufferie n'étant pas définie, nous étudions ce réseau non pas à partir de la chaufferie, mais à partir des bâtiments.

4.3. MONTANT DES AIDES ET COUT DE L'INVESTISSEMENT

Montant des aides de l'ADEME :

Le Grenelle de l'Environnement a créé le fonds de chaleur, dispositif de soutien financier aux projets de chaleur renouvelable.

Les réseaux de chaleur peuvent bénéficier de ce fonds, sous certaines conditions :

- Le réseau doit être alimenté à 50% minimum par des énergies renouvelables ;
- Les unités de production de chaleur biomasse devront fournir au moins 100 tep / an de chaleur en sortie de chaudière ;
- La performance énergétique et environnementale du réseau et des installations de production devra être assurées ;
- La densité thermique du réseau devra être au moins égale à 1 500 kWh/an par mètre linéaire. Les kWh sont à considérer "livrés en sous-stations".

Les aides portent aussi bien sur les unités de production de chaleur que sur les réseaux de distribution :

- Sur la partie production, pour la biomasse, l'aide varie entre 300 € / tep et 1 750 € / tep suivant les quantités totales de chaleur biomasse produite ($1 \text{ tep} = 11630 \text{ kWh}$). Dans notre cas (production énergétique < 250 tep / an), en secteur collectif, les aides pourraient être de 1750 € / tep de biomasse en sortie de chaudière.
- Sur la partie distribution, l'aide au réseau de chaleur représente 60 % de l'investissement du réseau avec une aide maxi de 600 € / mètre linéaire (aller + retour) / 2.

En 2009 le taux d'aide moyen accordé par l'ADEME est de 32% de l'investissement total (chaufferie + réseau).

Coût d'investissement :

Les coûts d'investissement du réseau de chaleur bois pris pour hypothèse sont basés sur une étude intitulée « EVOLUTION DES COÛTS D'INVESTISSEMENTS RELATIFS AUX INSTALLATIONS COLLECTIVES BOIS ENERGIE », synthèse de 2009 réalisée pour le compte de l'ADEME.

Les 3 classes de puissance retenues dans l'étude sont les suivantes :

- C1 : entre 100 kW et 299 kW
- C2 : entre 300 kW et 1 200 kW
- C3 : plus de 1,2 MW

Les postes concernés sont la production de chaleur (chaudière, équipements) et le génie civil (chaufferie et VRD).

unité	Classes de puissance					
	C1		C2		C3	
Pbois référence	200		750		4 000	
Postes de coûts	Valeur de référence	dispersion max/min	Valeur de référence	dispersion max/min	Valeur de référence	dispersion max/min
Production de chaleur & Génie Civil €/kW	954	1,9	645	1,9	501	1,5
Distribution €/ml	302	2,5	315	5,3	484	1,4
Honoraires et frais (% coût investissement)	10,30%		11,10%		7,80%	

Extrait du rapport d'étude « EVOLUTION DES COÛTS D'INVESTISSEMENTS RELATIFS AUX INSTALLATIONS COLLECTIVES BOIS ENERGIE » de la société PERDURANCE.

4.4. ANALYSE DU SITE

Le secteur du centre ville :

Compte tenu des besoins en chauffage et eau chaude sanitaire de 1210 MWhep/an et d'une estimation de longueur de réseau de distribution de chaleur de 600 mètres linéaires, ce projet peut être éligible au fond de chaleur :

Densité énergétique	2 000 kWh / ml
Longueur de réseau	600 ml
Production de chaleur	105 tep / an
Puissance de la chaufferie	750 kW
Coût moyen de l'investissement	753 000 €
Montant de l'aide	300 000 €
% d'aide par rapport à l'investissement	40 %

Le secteur de la Saudraye:

Compte tenu des besoins en chauffage et eau chaude sanitaire de 1340 MWhep/an et d'une estimation de longueur de réseau de distribution de chaleur de 700 mètres linéaires, ce projet peut être éligible au fond de chaleur :

Densité énergétique	1 900 kWh / ml
Longueur de réseau	700 ml
Production de chaleur	130 tep / an
Puissance de la chaufferie	1 000 kW
Coût moyen de l'investissement	968 000 €
Montant de l'aide	364 000 €
% d'aide par rapport à l'investissement	38 %

NOTA : Les aides de l'ADEME ne sont pas systématiques. Chaque projet doit faire l'objet d'une demande particulière.



Exemple de chaufferie bois à Saint Denis-lès-Bourg (01) de puissance 800 kW, de surface 200m² et consommant 600 tonnes de bois par an.

Le réseau de chaleur bois est une solution à étudier sur la ZAC de Guidel pour le secteur du centre ville et de la Saudraye.

5. SYNTHÈSE

Concernant la production d'électricité :

Eolien

Sur la commune de GUIDEL, la construction d'une **éolienne de grande puissance** (supérieure à 36kW) n'est **pas envisageable**. La ZAC est située sur une zone de protection du littoral.

L'installation de **petites éoliennes** est **possible**, la vitesse du vent étant favorable à une hauteur de 30 mètres.

Photovoltaïque

Malgré une durée d'ensoleillement inférieure à la moyenne nationale, une part des besoins électriques, pourraient être satisfaits par l'intégration de capteurs photovoltaïques sur les toits des habitations.

Concernant la production d'énergie pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire :

- Le **solaire thermique** est une solution **à privilégier**, que ce soit pour les logements individuels ou collectifs. Il couvrirait jusqu'à 50% des besoins en ECS.

D'autre part il est nécessaire de rappeler que la Réglementation Thermique 2012, en vigueur dans les bâtiments d'habitation au 1^{er} janvier 2013 imposera, pour les logements individuels, l'utilisation d'énergie renouvelable pour la production d'ECS. Le solaire est à ce titre l'une des sources prioritaires.

- La **géothermie** est **envisageable** en raison de la présence d'une nappe phréatique à moins de 100 mètres de profondeur, néanmoins une **étude complémentaire** est nécessaire afin de connaître le potentiel énergétique de cette nappe.

- Le **bois énergie** est une solution **viable** car la Bretagne possède d'importantes ressources.

Réseau de chaleur :

Le **réseau de chaleur bois** représenterait une solution intéressante pour la ZAC de Guidel. Il permettrait de couvrir la majorité des besoins en chauffage et d'ECS à partir d'énergies renouvelables.

L'investissement est important mais des subventions conséquentes de l'Etat peuvent être possibles via le fond de chaleur.