



Département des Landes – Conseil Général

PLAN DÉPARTEMENTAL DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

ÉTUDE DES FILIERES ÉNERGIES RENOUVELABLES

2008



AXENNE



DAIGREMONT ● ● ●
consultants


explicit
expertise énergie environnement

MAITRE D'OUVRAGE

Conseil Général des Landes

23 rue Victor Hugo
B.P. 259
40 025 Mont-de-Marsan



GROUPEMENT

AXENNE

2, petite rue de la Rize
69 100 VILLEURBANNE
Tél. : 04 37 44 15 80



EXPLICIT

13, rue du Faubourg Poissonnière
75 009 PARIS
Tél. : 01 47 70 47 21



DAIGREMONT CONSULTANTS



SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| SYNTHESE | 7 |
| 1. BILAN ENERGIE | 7 |
| 1.1. PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE | 7 |
| 1.2. PRODUCTION D'ELECTRICITE | 10 |
| 2. POSITIONNEMENT DU TERRITOIRE | 11 |
| 2.1. AU REGARD DES OBJECTIFS NATIONAUX 2010 | 11 |
| 2.2. AU REGARD DES OBJECTIFS EUROPEENS 2020 | 13 |
| 2.3. PAR RAPPORT A D'AUTRES TERRITOIRES | 14 |
| 3. PERSPECTIVES | 15 |
| 4. BILAN ENVIRONNEMENTAL | 18 |
| LE BOIS ENERGIE | 19 |
| 5. BILAN DE L'EXISTANT | 19 |
| 5.1. LE BOIS ENERGIE DANS L'HABITAT | 19 |
| 5.2. LES SECTEURS COLLECTIF ET TERTIAIRE | 20 |
| 5.3. LE SECTEUR INDUSTRIEL | 22 |
| 5.4. LES PROJETS EN COURS | 23 |
| 5.5. LA FILIERE BOIS ENERGIE EXISTANTE | 23 |
| 6. RESSOURCES DISPONIBLES | 26 |
| 6.1. RESSOURCES FORESTIERES | 26 |
| 6.2. CULTURES DEDIEES | 37 |
| 6.3. PRODUITS CONNEXES DES INDUSTRIES DE TRANSFORMATION DU BOIS | 50 |
| 6.4. BOIS DE REBUT | 53 |
| 6.5. ÉLAGAGE DES BORDS DE ROUTE | 54 |
| 6.6. POTENTIEL GLOBAL DE LA FILIERE | 55 |
| 7. BILAN ECONOMIQUE DES CHAUFFERIES BOIS | 58 |
| 7.1. RENTABILITE ECONOMIQUE D'UN PROJET DE CHAUFFERIE BOIS | 58 |
| 7.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES | 61 |
| 8. RENTABILITE MACRO-ECONOMIQUE DE LA FILIERE BOIS ENERGIE | 63 |

| | |
|--|------------|
| 8.1. ÉQUILIBRE ECONOMIQUE DE LA FILIERE | 63 |
| 8.2. EXTERNALITES | 67 |
| 9. BILAN ENVIRONNEMENTAL | 69 |
| 9.1. A L'ECHELLE D'UN BATIMENT | 69 |
| 9.2. A L'ECHELLE DE LA FILIERE | 71 |
| <u>LE PETIT EOLIEN</u> | 73 |
| 10. PRECONISATIONS TECHNIQUES | 73 |
| 10.1. CONTEXTE | 73 |
| 10.2. LA TECHNOLOGIE | 74 |
| 11. BILAN DE L'EXISTANT | 78 |
| 12. RESSOURCE / POTENTIEL DE LA FILIERE | 78 |
| 13. BILAN ECONOMIQUE | 79 |
| 13.1. RENTABILITE ECONOMIQUE | 79 |
| 13.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES | 83 |
| 14. BILAN ENVIRONNEMENTAL | 84 |
| 14.1. A L'ECHELLE D'UN BATIMENT | 84 |
| 14.2. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT | 84 |
| <u>L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE</u> | 85 |
| 15. PRECONISATIONS TECHNIQUES | 85 |
| 15.1. LA TECHNOLOGIE | 85 |
| 15.2. REGLEMENTATION | 91 |
| 15.3. CONSEILS DE MISE EN ŒUVRE | 96 |
| 16. BILAN DE L'EXISTANT | 99 |
| 16.1. INSTALLATIONS INDIVIDUELLES | 99 |
| 16.2. INSTALLATIONS COLLECTIVES | 102 |
| 16.3. BILAN DE LA FILIERE EXISTANTE | 104 |
| 17. RESSOURCE | 105 |
| 17.1. DONNEES CLIMATIQUES | 105 |
| 17.2. CARTOGRAPHIE DE L'ENSOLEILLEMENT | 107 |
| 17.3. PRODUCTION DANS LE CAS D'EXEMPLES TYPES | 107 |

| | |
|--|------------|
| 18. BILAN ECONOMIQUE | 108 |
| 18.1. RENTABILITE ECONOMIQUE | 108 |
| 18.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES | 115 |
| 19. POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT : LES CIBLES | 117 |
| 19.1. DANS L'HABITAT | 117 |
| 19.2. AUTRES SECTEURS | 120 |
| 20. BILAN ENVIRONNEMENTAL | 121 |
| 20.1. A L'ECHELLE D'UN BATIMENT | 121 |
| 20.2. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT | 122 |
| L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE | 123 |
| 21. PRECONISATIONS TECHNIQUES | 123 |
| 21.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT | 123 |
| 21.2. INTERET DE L'OPERATION | 125 |
| 21.3. CARACTERISTIQUES TECHNICO-ECONOMIQUES | 126 |
| 21.4. REGLEMENTATION | 128 |
| 21.5. CONSEILS DE MISE EN ŒUVRE | 130 |
| 22. BILAN DE L'EXISTANT | 135 |
| 22.1. INSTALLATIONS RACCORDEES AU RESEAU | 135 |
| 22.2. INSTALLATIONS EN SITE ISOLE | 136 |
| 22.3. PROJETS EN COURS | 137 |
| 23. RESSOURCE | 137 |
| 23.1. DONNEES CLIMATIQUES ET ENSOLEILLEMENT | 137 |
| 23.2. PRODUCTION MOYENNE | 138 |
| 24. BILAN ECONOMIQUE | 138 |
| 24.1. RENTABILITE ECONOMIQUE | 138 |
| 24.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES | 143 |
| 25. POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT : LES CIBLES | 144 |
| 25.1. DANS L'HABITAT ET L'HEBERGEMENT | 145 |
| 25.2. DANS LES SECTEURS COLLECTIF, TERTIAIRE ET INDUSTRIEL | 146 |
| 26. BILAN ENVIRONNEMENTAL | 147 |
| 26.1. A L'ECHELLE D'UNE INSTALLATION | 147 |

| | |
|---|------------|
| 26.2. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT | 148 |
| LA GEOTHERMIE | 149 |
| 27. BILAN DE L'EXISTANT | 149 |
| 27.1. GEOTHERMIE BASSE ENERGIE | 149 |
| 27.2. GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE | 150 |
| 28. POTENTIEL DE LA FILIERE | 150 |
| 28.1. LES APPLICATIONS ENVISAGEABLES | 151 |
| 28.2. REHABILITATION DE FORAGES EXISTANTS | 151 |
| 29. ASPECTS REGLEMENTAIRES | 154 |
| 29.1. REGLEMENTATION RELATIVE A LA RECHERCHE OU L'EXPLOITATION D'UN GITE GEOTHERMIQUE | 154 |
| 29.2. REGLEMENTATION RELATIVE A LA REALISATION D'UN FORAGE ET/OU D'UN PRELEVEMENT DANS LES EAUX SOUTERRAINES | 156 |
| 29.3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES CONCERNANT LA REALISATION ET L'EXPLOITATION DES SONDAGES | 160 |
| 29.4. IMPOSITIONS DIVERSES | 161 |
| ANNEXES | 162 |
| A.1 POSITIONNEMENT DES ACTEURS DE LA FILIERE BOIS VIS-A-VIS DU BOIS ENERGIE | 162 |
| A.2 AIDES PRAE 2007 | 168 |
| A.3 RENTABILITE DES INSTALLATIONS – HYPOTHESES | 174 |
| A.4 POLE DE COMPETITIVITE : INDUSTRIES ET PIN MARITIME DU FUTUR | 179 |
| A.5 LA GEOTHERMIE – QUELQUES DEFINITIONS | 180 |
| A.6 CARTE DU RELIEF DES LANDES | 183 |
| A.7 JACHERE - DEFINITION | 184 |
| A.8 LISTE DES DIFFERENTS ACTEURS CONTACTES | 185 |

SYNTHESE

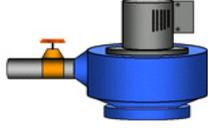
1. BILAN ENERGIE

1.1. PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE

Le tableau suivant présente le bilan fin 2006 des installations connues utilisant les énergies renouvelables dans les Landes : nombre, puissance ou surface installée, production d'énergie et quantité de dioxyde de carbone évitée.

Ce bilan est arrêté en 2006 pour toutes les filières ; de nouveaux projets importants devraient voir le jour fin 2007 ou en 2008, notamment dans les filières photovoltaïque (2 x 10 MWc) et bois énergie (17 MW). Ceux-ci modifieront de manière importante le bilan actuel.

| Bilan des énergies renouvelables 2006 | | Landes |
|---------------------------------------|--|--|
| Production de chaleur | Bois énergie (<i>chaudières automatiques</i>) nb installations puissance installée (kW) tonne de bois valorisé par an production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  15 27 450 kW 22 414 70 250 MWh/an 6 042 14 050 |
| | Chauffage individuel au bois tonne de bois valorisé par an production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  11 131 33 393 MWh/an 2 872 6 679 |
| | Géothermie (<i>hors PAC - non exhaustif</i>) nb installations puissance installée (kW) production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  6 7 741 kW 56 739 MWh/an 4880 976 |
| | Solaire thermique (<i>yc moquettes solaires</i>) nb installations nombre de m ² production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  426 3 710 m ² 1 515 MWh/an 130 303 |
| | | |

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Production d'électricité | Photovoltaïque <i>(y compris sites isolés)</i> nb installations nombre de m ² puissance installée (kWc) production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  26 866 m ² 87 kWc 114 MWh/an 9,8 7 |
| | Hydroélectricité nb installations puissance installée (kW) production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  nc 2 900 kW 5 900 MWh/an 507 472 |
| | Eolien nb de parc éolien production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) |  0 0 MWh/an 0 0 |
| | TOTAL TOUTES ENERGIES RENOUVELABLES production annuelle (MWh/an) équivalent tep/an rejet de CO ₂ évité (t _{CO2} /an) | 167 911 MWh/an 14 440 22 486 |

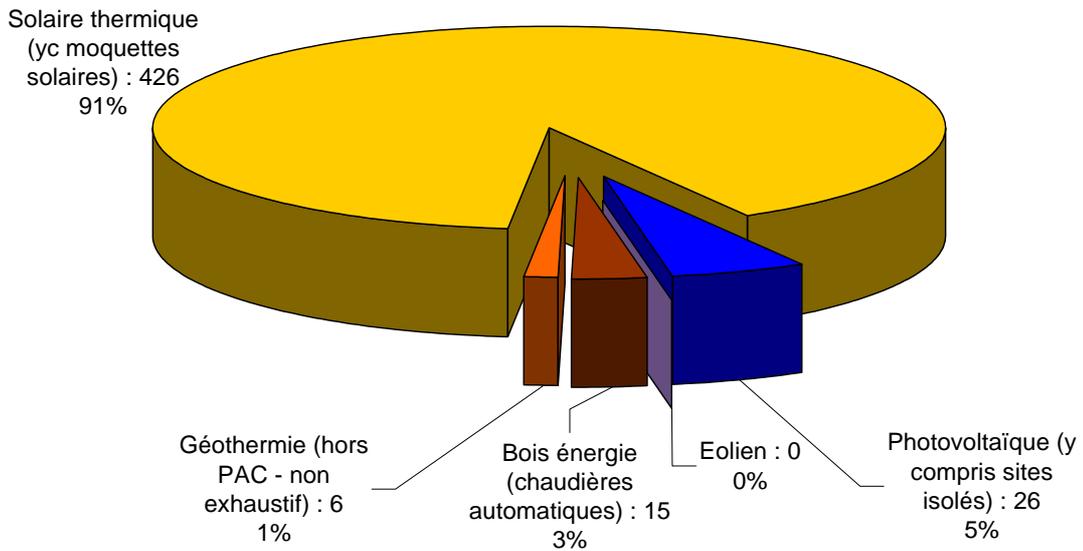
Sources : ADEME, CG40, DRIRE, INSEE, DRE, EDF

Remarques :

- Bois énergie : les chaudières automatiques des particuliers ne sont pas prises en compte car non recensées ; dans le secteur de l'industrie du bois, les données ne sont pas forcément exhaustives (il n'y a pas de recensement de ces installations puisqu'elles ne peuvent bénéficier de financements publics).
- Chauffage individuel au bois : les appareils de chauffage individuels au bois non performants (cheminées, poêles) sont comptabilisés pour le bilan total.
- Géothermie : les installations prises en compte sont des forages sur nappe réalisées dans les secteurs collectif et privé. Les données ne sont pas exhaustives en raison de l'inexistence d'un recensement systématique.

La plupart des installations utilisant des énergies renouvelables sont des installations solaires thermiques ; cependant, en terme de production d'énergie, ce sont les chaudières bois et les installations géothermiques (bien que non exhaustives) qui sont prépondérantes.

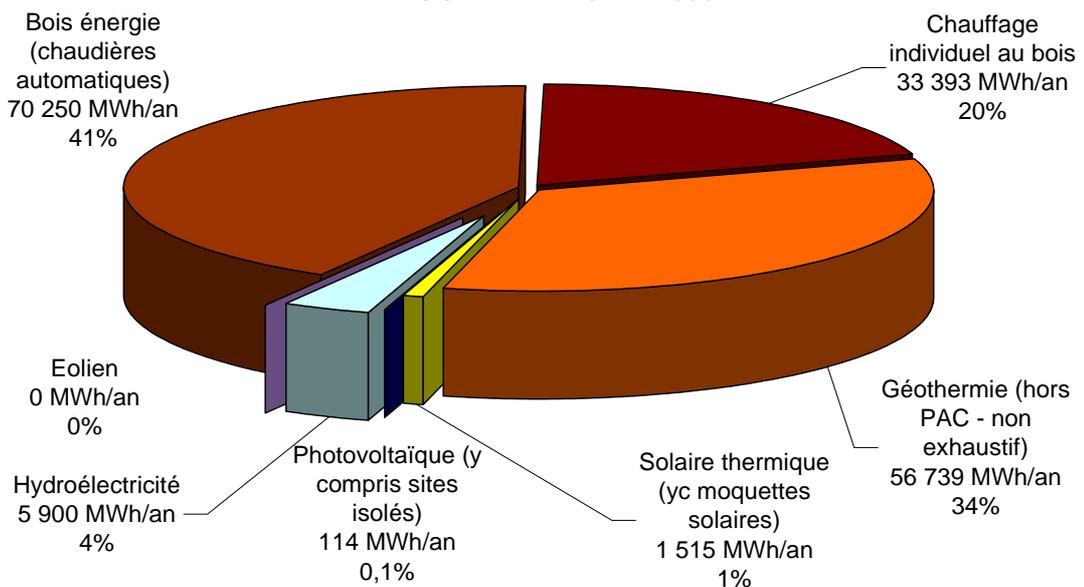
NOMBRE D'INSTALLATIONS ENR EXISTANTES EN 2006



Graphique 1 : Nombre d'installations utilisant les énergies renouvelables dans les Landes (hors appareils individuels au bois)

Attention : Les cheminées et appareils de chauffage au bois non performants ne sont pas pris en compte sur ce graphique ; ils représenteraient plus de 98 % du graphique. Le nombre d'installations hydroélectriques n'apparaît pas ; en effet, seule la production totale est connue, le nombre d'installations ne nous a pas été communiqué.

PRODUCTION DES INSTALLATIONS ENERGIES RENOUVELABLES EN 2006



Graphique 2 : Production des installations énergies renouvelables dans les Landes

Pour comparaison, les consommations d'énergie dans les Landes (hors transport) atteignent en 2006 environ 8 200 GWh toutes énergies confondues¹. Cela signifie que la production d'énergie à partir de sources renouvelables représente environ 2 % de la consommation d'énergie (hors transport) dans le département.

1.2. PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Le tableau suivant présente les productions d'électricité dans les Landes en 2006, toutes filières confondues.

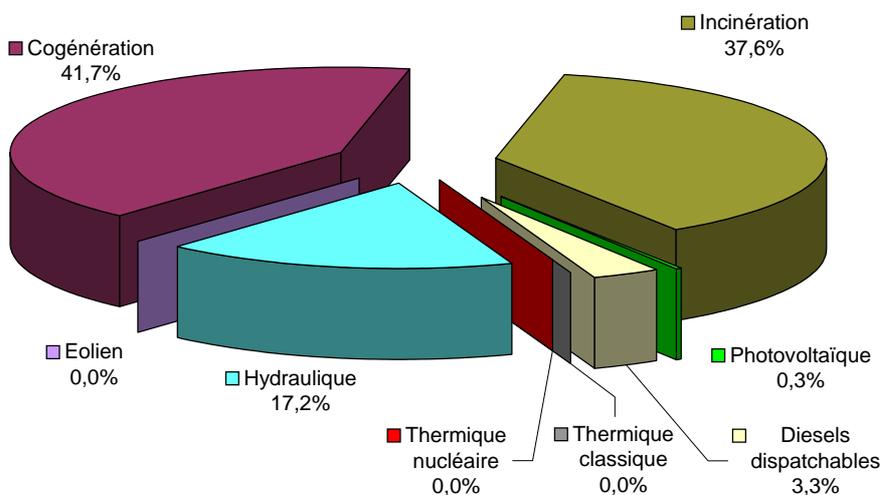
La production « Diesels dispatchables » représente des producteurs propriétaires de centrales de pointe qui ont conclu avec EDF des contrats dits « dispatchables » d'une durée de quinze années.

| | Département des Landes | |
|-----------------------|------------------------|------------------|
| | Puissance (MW) | Production (GWh) |
| Thermique classique | - | - |
| Thermique nucléaire | - | - |
| Hydraulique | 2,9 | 5,9 |
| Eolien | - | - |
| Cogénération | 4,0 | 14,4 |
| Incinération | 2,4 | 13,0 |
| Photovoltaïque | 0,07 | 0,09 |
| Diesels dispatchables | 21,4 | 1,1 |
| TOTAL | 30,8 | 34,5 |

Source : EDF sauf incinération (SVDU) et cogénération

Tableau 1 : La production d'électricité dans les Landes

Graphique 3 :
Répartition de la
production d'électricité
par énergie



¹ Source : Observatoire Régional de l'Énergie – Bilan énergie / effet de serre de la région Aquitaine (1999) et ADEME - Chiffres clé du bâtiment 2004 (augmentation de 1,1% par an en moyenne depuis 1983 de la consommation finale énergétique)

L'électricité consommée dans le département des Landes atteint 4 200 GWh en 2005². La production d'électricité est donc largement déficitaire, cela s'explique par l'absence de moyens de production d'électricité importants tels que le nucléaire ou encore les grandes centrales hydroélectriques.

La part des énergies renouvelables produisant de l'électricité sur la production totale représente 17,5 % mais reste anecdotique sur la consommation d'électricité du territoire (0,14 %).

2. POSITIONNEMENT DU TERRITOIRE

2.1. AU REGARD DES OBJECTIFS NATIONAUX 2010

La France s'est donné un certain nombre d'objectifs à atteindre à court terme en ce qui concerne les productions d'énergie électrique et thermique à partir de sources renouvelables. Ceux-ci sont mentionnés dans la PPI 2006 (Programmation Pluriannuelle des Investissements pour la production d'électricité) et dans la loi POPE (loi de Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique – 13 juillet 2005).

Pour les filières de production d'électricité, les objectifs sont clairement chiffrés ; il s'agit de couvrir 21 % de la consommation d'électricité par le biais des filières énergies renouvelables en 2010. Pour la production de chaleur, seule la mention suivante est indiquée : « développement des énergies renouvelables thermiques pour permettre d'ici 2010 une hausse de 50 % de la production de chaleur d'origine renouvelable ».

Il est particulièrement intéressant de comparer ces objectifs avec le bilan de l'existant à l'échelle nationale pour mesurer le chemin qu'il reste à parcourir jusqu'à l'atteinte des objectifs. En divisant ces objectifs par le nombre d'habitants de France, il est possible de ramener les objectifs nationaux à l'échelle d'un territoire, ce qui permet d'effectuer la même comparaison pour ce territoire.

Les tableaux et le graphique suivants représentent en bleu foncé les objectifs nationaux, en bleu plus clair les réalisations en France en 2006 et en rouge les données concernant les Landes.

Les chiffres sont donnés en MW ou W/habitant sauf pour la filière solaire thermique pour laquelle l'unité est le m² de capteur solaire ou le m²/1 000 habitants.

² DGEMP – Production/distribution de l'énergie électrique en France et dans les régions en 2004/05 et Schéma de développement du réseau public de transport d'électricité 2003/2013 – Aquitaine

| Filière | OBJECTIFS NATIONAUX | | REALISATIONS FRANCE (total jusqu'en 2006) | | POSITION DES LANDES | | |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Capacité installer en 2010 (en MW) | Objectif national 2010 en W/habitant | Réalisé national --> 2006 MW | Réalisé national 2006 en W/habitant | objectif Landes 2010 en MW | Réalisé Landes --> 2006 en MW | Réalisé Landes 2006 en W/habitant |
| Eolien ⁽¹⁾ | 7 500 | 125 | 1 388 | 23 | 45 | 0 | 0 |
| Chaudière bois ⁽²⁾ | 1 840 | 31 | 1 227 | 20 | 11 | 7 | 21 |
| Photovoltaïque ⁽³⁾ | 35 | 1 | 11,7 | 0,20 | 0,21 | 0,09 | 0,24 |
| Géothermie ⁽⁴⁾ | 1 657 | 28 | 1 105 | 18,41 | 9,9 | 7,74 | 22 |
| Hydroélectricité* | 2550 | 42,50 | 2000 | 33,33 | 15,2 | 2,90 | 8 |

| Filière | Capacité installer en 2010 (en m²) | objectif national en m² pour 1000 habitants | Réalisations nationales m² | Réalisé m² pour 1000 habitants | objectif Landes en m² | Réalisation Landes -->2006 en m² | Réalisation Landes -->2006 en m² pour 1000 habitants |
|----------------------------------|------------------------------------|---|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| Solaire thermique ⁽⁵⁾ | 881 250 | 15 | 587 500 | 10 | 5 243 | 3 710 | 10,4 |

(1) Raccordé au réseau, on-shore et off-shore

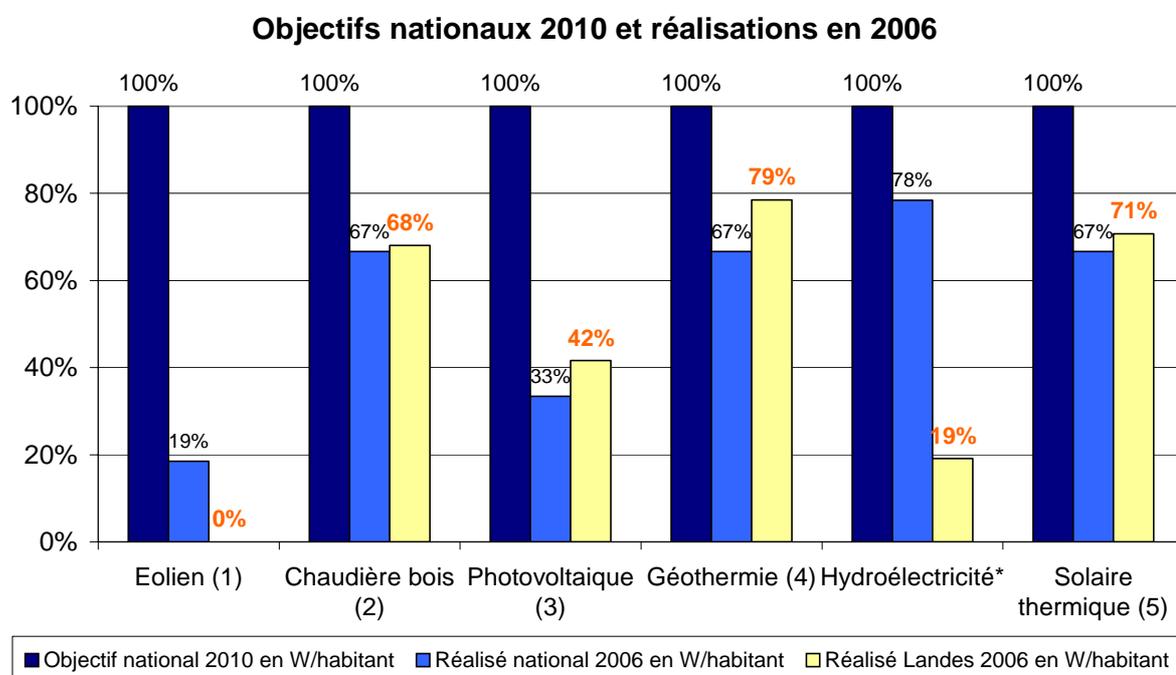
(2) Secteurs tertiaire et résidentiel collectif uniquement

(3) Raccordé au réseau, hors DOM

(4) Production de chaleur (usage urbain et agricole) - Le chiffre des réalisations sur le département n'est pas exhaustif

(5) Hors DOM

Tableau 2 : Objectifs nationaux et réalisation en 2006



Graphique 4 : Comparaison entre les objectifs nationaux et les réalisations en 2006

Le relativement bon positionnement des Landes par rapport aux réalisations sur l'ensemble du territoire français ressort de cet exercice : les puissances ou surfaces installées sont toujours plus importantes, ramenées au nombre d'habitants, que les moyennes nationales. L'éolien et l'hydroélectricité font exception à ce tableau, étant donné l'inexistence de parcs éoliens et la faible production d'énergie hydroélectrique.

Comparé aux objectifs nationaux, le bilan du département des Landes est plutôt bon en ce qui concerne les filières bois énergie (chaudières collectives), géothermie et solaire thermique. Puisque ces filières sont celles qui présentent un potentiel intéressant sur le département, il semble pertinent de les pousser jusqu'à atteindre, puis dépasser les objectifs nationaux, en cherchant à compenser le faible potentiel du territoire sur les autres filières.

2.2. AU REGARD DES OBJECTIFS EUROPEENS 2020

Le Grenelle de l'Environnement a recadré des objectifs concernant les énergies renouvelables à un horizon plus lointain :

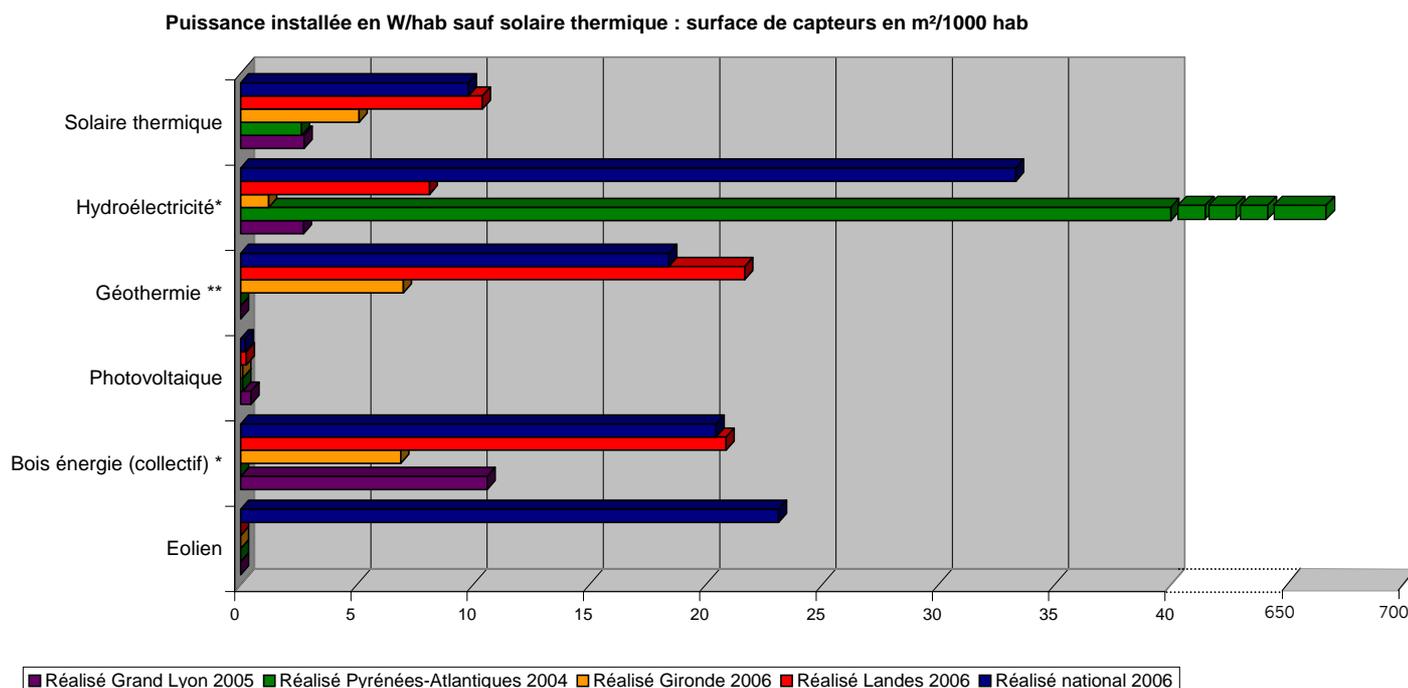
- En 2020, la part des énergies renouvelables dans leur ensemble sur la consommation totale (hors transport) doit atteindre 20 %.
- La part de l'électricité produite par les énergies renouvelables sur la consommation d'électricité doit être de 26 % en 2020 (proposition du Syndicat des Énergies Renouvelables citée à plusieurs reprises dans le rapport « *Lutter contre les changements climatiques et maîtriser la demande d'énergie* ».)

| Objectifs retenus lors du Grenelle de l'environnement pour 2020 : | Situation du département des Landes en 2006 : |
|--|---|
| La part des énergies renouvelables dans leur ensemble sur la consommation totale (hors transport) doit atteindre 20 % d'ici 2020. | La part des énergies renouvelables sur la consommation totale est de 2 % . |
| La part de l'électricité produite par les énergies renouvelables sur la consommation d'électricité doit être de 26 % en 2020. | La part de l'électricité produite par les énergies renouvelables sur la consommation d'électricité sur le territoire est de 0,14 % . |

Tableau 3 : Positionnement du territoire en 2006 vis-à-vis des objectifs du Grenelle de l'environnement.

2.3. PAR RAPPORT A D'AUTRES TERRITOIRES

Le graphique ci-dessous permet de situer le département des Landes (357 000 habitants) par rapport à d'autres territoires français en termes de réalisation d'installations utilisant les énergies renouvelables : territoire national (62 900 000 habitants), département de la Gironde (1 376 000 habitants), département des Pyrénées Atlantiques (628 000 habitants) et Communauté Urbaine du Grand Lyon (1 217 500 habitants).



* Bois énergie (hors particuliers) : non connu pour les Pyrénées Atlantiques

** Géothermie : non exhaustif pour les Landes et la Gironde, non connu pour les Pyrénées Atlantiques et le Grand Lyon

Attention : Les bilans national, Landes et Gironde sont arrêtés en 2006, Grand Lyon en 2005 et Pyrénées Atlantiques en 2004.

Graphique 5 : Positionnement des Landes par rapport à d'autres territoires : réalisations

Si l'on compare uniquement avec les territoires pour lesquels le bilan a été arrêté en 2006 (national et Gironde), le département des Landes se positionne de manière très avantageuse : il est celui qui a le meilleur bilan pour toutes les filières, excepté l'éolien, pour lequel tous les territoires étudiés présentent un bilan nul.

3. PERSPECTIVES

Cette étude porte plus spécifiquement sur les filières les plus à même de se développer sur le Département.

Bois énergie

Le bois, et notamment le pin maritime, est une des richesses des Landes ; il est très largement exploité pour le bois d'œuvre et les industries papetières et panetières. Les bois issus de la forêt, les connexes de scierie et les bois de rebut sont également des ressources déjà très bien captées.



Cependant, il existe une marge de manœuvre possible pour l'émergence de filières locales d'approvisionnement en bois énergie : différentes possibilités s'offrent pour la mise à disposition de ressources que ce soit en parallèle ou en concurrence de l'exploitation actuelle :

| <i>Ressource</i> | <i>Quantité totale</i> | <i>Quantité théorique disponible pour le bois énergie</i> | <i>Commentaire</i> |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Pin maritime – coupes d'exploitation | Prod. biologique : 5 600 000 tonnes[1] Prélèvements : 4 700 000 tonnes[2] | Jusqu'à 5% de la production biologique soit 280 000 tonnes. Ce qui conduirait à prélever 90% de la production biologique. | Exploitation actuelle = 84%[3] de la production biologique. Possibilités : - Sylviculture mixte, - Diversification. |
| Pin maritime – branches et souches | Branches : 100 000 tonnes dans les Landes Souches : 160 000 t dans les Landes[4] | | Potentiel visé par les projets CRE2 – en cours d'étude |
| Pin maritime - éclaircies | Non connu | | Déjà en partie valorisées pour le bois d'industrie |
| Feuillus – coupes d'exploitation | Prod. biologique : 540 000 tonnes[5] Prélèvements : - 2005 : 90 000 t - 1999 : 170 000 t[6] | 20% de la production biologique soit 110 000 tonnes. | Exploitation très faible : entre 19% (2005) et 36% (1999) de la production biologique. Ce qui laisse une marge de manœuvre importante. |
| Rémanents | Non connu | | Déjà en partie récoltés |
| Connexes de scierie | 660 000 tonnes en 2005[7] | 15 400 tonnes disponibles car non commercialisées en 2005[7] | 60% de la production de connexes sont commercialisés pour la trituration. |
| Bois de rebut | 12 500 tonnes[8] | | Déjà valorisés en grande partie, notamment pour la trituration. |
| Bois d'élagage | 1 800 arbres par an[9] | | Valorisé en bois énergie si l'opération est intéressante financièrement. |
| Cultures dédiées | 8 à 13 t/ha par année suivant les essences. | | Éventuellement sur les bords de nouvelles routes, ou sur des parcelles forestières. |

Sources :

[1] Source : IFN – Landes – IV^e Inventaire 1999 : 5 087 940 m³

[2] Source : EAB – Chiffre année 1999 : 4 276 552 m³

[3] La production biologique est environ la même qu'en 1999 (peu de variations en général, pas d'influence de la tempête de 1999) et les prélèvements sont à peu près revenus au niveau de 1999 (baisse suite à la tempête de 1999).

[4] Source : FCBA - FIF 3-2007 - n°756

[5] Source : IFN - Landes - IV^e Inventaire 1999 : 486 580 m³

[6] Source : EAB - 2005 : 93 851 m³ et 1999 : 173 551 m³. Attention, les chiffres sont basés sur les déclarations des exploitants forestiers titulaires d'une carte délivrée par le Ministère et peuvent être sous évalués (non prise en compte de l'autoconsommation, notamment bois de chauffage).

[7] EAB 2005 (AGRESTE)

[8] Déchets bois récupérés par les 5 syndicats de récupération des déchets des Landes.

[9] Campagne d'élagage 2007 du CG40.

Dans le tableau ci-dessus, parmi les ressources « Pin maritime » et « Feuillus », se trouvent les ressources issues des forêts communales : celles-ci représentent environ 50 000 hectares, soit +/- 500 000 tonnes de production biologique par an.

D'autres pistes, pour lesquelles la rentabilité financière reste parfois à prouver, ne doivent pas être oubliées :

- Les dépressages ;
- Les zones à fomes (sauf si infectées depuis peu) ;
- Les volumes exportés, essentiellement en Espagne, représentant 15 % de la récolte forestière.

A partir des données récoltées au cours de cette étude sur la ressource potentiellement récupérable pour le bois énergie et des scénarios réalisés en terme de besoins, on voit qu'il est possible d'alimenter une filière bois énergie développée dans le département des Landes à partir des ressources locales, sans déstabiliser la filière industrielle existante. Le scénario le plus ambitieux de développement de la filière prévoit une consommation de bois de l'ordre de 30 000 tonnes de plaquettes par an (27 500 m³) ainsi que 13 000 tonnes de sciure. Pour comparaison : la récolte annuelle de pin maritime sur le département des Landes se monte à presque 4 millions de m³ par année.

L'enjeu est économique d'une part (la production de bois énergie est-elle suffisamment rémunératrice ?) et politique d'autre part (les maîtres d'ouvrage publics souhaitent-ils favoriser la filière qui présente des avantages environnementaux, économiques, sociaux, etc. ?).

Il est alors nécessaire de créer des filières locales d'approvisionnement en bois énergie, reliant ressources et besoins, et pour cela de mettre sur pied une structure d'animation, de coordination et de conseils dédiée au bois énergie.

Projets

Plusieurs projets collectifs sont en cours de réflexion dont le plus avancé est celui de la maison de retraite intercommunale de Sore : 150 kW, 50 t/an (granulés ou plaquettes).

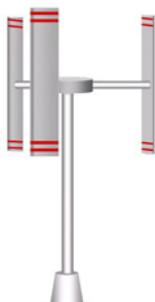
D'autre part, sept projets, dont deux dans les Landes, ont été déposés en région Aquitaine dans le cadre des appels d'offres CRE2 : ceux de Tembec à Tartas (40), ainsi que SMURFIT à Fature (33) et Biolacq à Lacq (64) ont finalement été retenus ; ces projets mobiliseront plusieurs centaines de milliers de tonnes.

Éolien

La région Aquitaine et son littoral sont d'une manière générale peu propices au développement du grand éolien on shore ; ce n'est par ailleurs pas le souhait du Conseil Général. Cependant, un développeur éolien s'intéresse au territoire littoral et souhaite y implanter des mâts de mesure. De plus, la Région Aquitaine réalise une étude de potentiel éolien ainsi qu'un guide concernant les Zones de Développement de l'Éolien (ZDE).



En ce qui concerne le « petit » éolien, le gisement n'est finalement pas le principal frein, puisqu'à l'heure actuelle ce type de machine n'est pas rentable économiquement quelle que soit la vitesse du vent.



La filière des petites éoliennes à axe vertical est au stade d'émergence et il est nécessaire de la subventionner très fortement si l'on souhaite la voir se développer.

Il serait également nécessaire qu'un tarif d'achat adapté à cette filière voie le jour dans les années à venir, le tarif d'achat des parcs éoliens traditionnels ne l'étant pas.

La mise en place de petites éoliennes dépend de la volonté des maîtres d'ouvrage publics du territoire.

Solaire thermique et photovoltaïque

Le département bénéficie d'un ensoleillement plutôt bon par rapport à la situation nationale. L'implantation de capteurs solaires, thermiques ou photovoltaïques, est tout à fait pertinente, comme d'ailleurs sur la plus grande partie du territoire français. Les principales difficultés ne se situent pas au niveau de la ressource, mais plutôt sur des considérations économiques et techniques.



Le potentiel d'installations solaires thermiques s'élève à 4 000 m² par an, d'ici 2015, si l'on équipe seulement 20 % de la cible (immeubles et maisons neufs et existants) pour laquelle une installation serait intéressante financièrement.

Le potentiel d'installations photovoltaïques est quant à lui de 2 900 kWc par an d'ici 2015 si 5 % des maisons et immeubles neufs et existants sont équipés.



Projets

Deux projets de centrales au sol de 20 MWc au total sont en cours de développement (commune d'Aire-sur-l'Adour, Villeneuve de Marsan et Losse).

4. BILAN ENVIRONNEMENTAL

Le tableau ci-dessous reprend les quantités de CO₂ qui pourraient être évitées par la mise en place des installations solaires thermiques, photovoltaïques et bois énergie envisagées à l'horizon 2020.

| 2020 | Cible | Quantité de CO ₂ évité (t) |
|-------------------|-------|---------------------------------------|
| Solaire thermique | 20% | 11 700 |
| Photovoltaïque | 5% | 1 800 |
| Bois énergie | 5% | 15 000 |
| | | 28 500 |

LE BOIS ENERGIE

5. BILAN DE L'EXISTANT

5.1. LE BOIS ENERGIE DANS L'HABITAT

D'après le RP99³, 2 342 maisons individuelles et 40 logements en immeuble collectif étaient chauffés au bois en 1999 :

| Type de logement | Type de chauffage | Nbre de logements équipés | % du parc de logements |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Maison individuelle | Chauffage central individuel | 2 325 | 1,8 % |
| | Chauffage central collectif | 17 | 0,013 % |
| Logement en immeuble collectif | Chauffage central individuel | 27 | 0,02 % |
| | Chauffage central collectif | 13 | 0,01 % |

Tableau 4 : Logements chauffés au bois

La part de logements utilisant le bois comme énergie principale de chauffage est globalement très faible.

Le RP99 ne donne pas d'indication quant au type d'appareil utilisé (chaudière automatique ou non, poêle, insert, foyer fermé ou ouvert) ; les chauffages centraux collectifs sont forcément alimentés par une chaudière automatique.

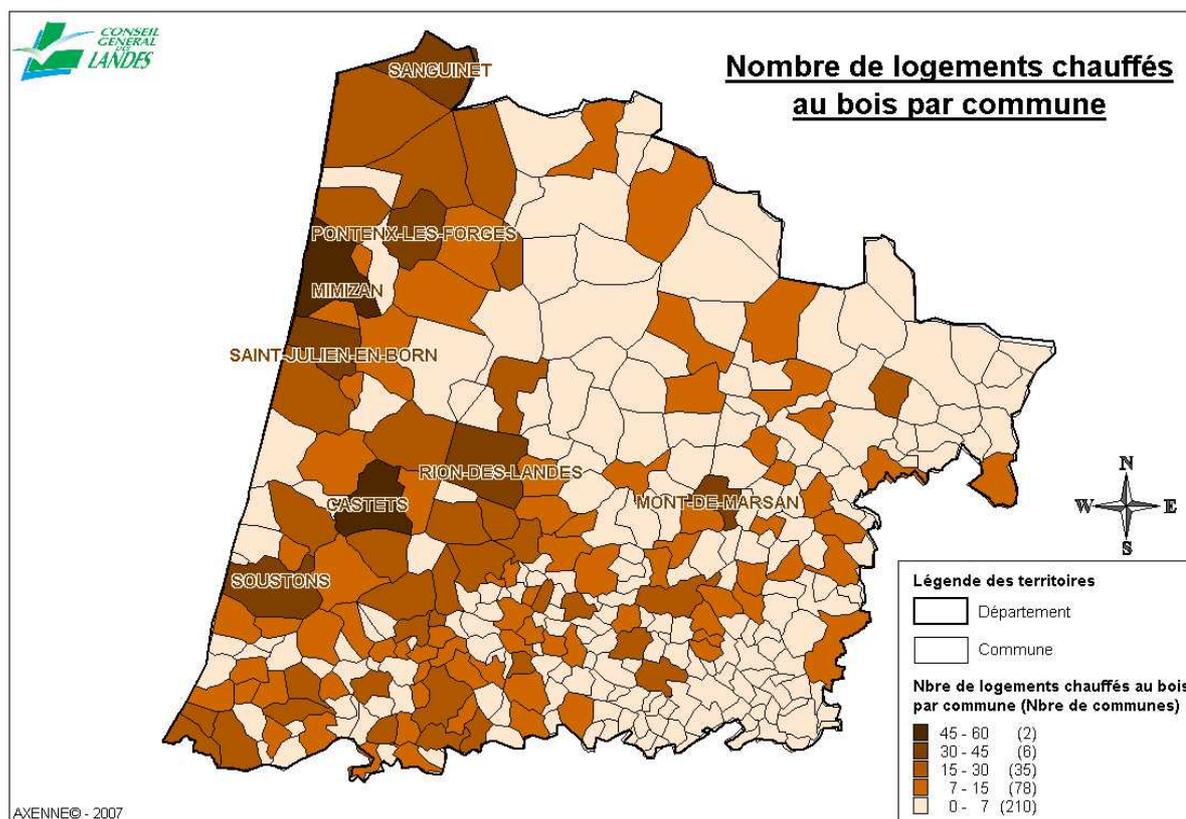
Entre 1999 et 2005, 19 397 logements individuels et 9 512 logements en immeuble collectif ont été construits ; si l'on considère que l'énergie principale de ces logements se répartit de la même façon qu'avant 1999, les logements chauffés au bois sont les suivants :

| Type de logement | Type de chauffage | Nbre de logements équipés | % du parc de logements |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Maison individuelle | Chauffage central individuel | 2 674 | 1,8 % |
| | Chauffage central collectif | 19 | 0,013 % |
| Logement en immeuble collectif | Chauffage central individuel | 29 | 0,02 % |
| | Chauffage central collectif | 14 | 0,01 % |

³ RP99 : Recensement de la Population réalisé en 1999 par l'INSEE.

Il est difficile d'estimer la consommation en bois de ces logements étant donné la diversité des combustibles possibles : bûches en majorité pour les maisons, voire granulés, et plaquettes pour les logements collectifs chauffés collectivement ou bûches éventuellement si le chauffage est individuel.

Si l'on considère qu'un logement individuel consomme pour ses besoins de chauffage 20 MWh par an et un logement en immeuble 10 MWh par an et que les puissances correspondantes sont respectivement 11 et 6 kW, alors la somme des puissances installées chez les particuliers est de 26 MW et ils produisent 33 GWh.



Carte 1 : Nombre de logements chauffés au bois par commune (RP99)

La carte confirme la faible utilisation du bois comme énergie de chauffage principale.

5.2. LES SECTEURS COLLECTIF ET TERTIAIRE

Les chaufferies bois des secteurs collectif et tertiaire sont au nombre de quatorze. Onze d'entre elles appartiennent au Conseil Général (dont 8 collèges), deux au Conseil Régional (Lycées) et un Établissement Public Autonome (Centre de secours Mixte).

| Commune | Site | Maître d'ouvrage | Année de mise en service | Puissance (kW) | Conso de plaquettes (t) | Production bois (kWh utiles) | Couverture des besoins par le bois |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Biscarosse | Collège J.Mermoz | CG 40 | 1989 | 450 | 131 | 257 285 | 95% |
| Dax | Collège d'Albret | CG 40 | 1992 | 450 | 159 | 300 175 | 97% |
| Mont-de-Marsan | Centre de l'Enfance | CG 40 | 1987 | 300 | 272 | 521 463 | 76% |
| Mont-de-Marsan | Collège J.Rostand | CG 40 | 1989 | 450 | 183 | 348 968 | 81% |
| Mont-de-Marsan | Laboratoire Dptal | CG 40 | 1989 | 250 | 296 | 546 847 | 94% |
| Mont-de-Marsan | Atelier Protégé Dptal | CG 40 | 1991 | 650 | 169 | 274 708 | 88% |
| Mont-de-Marsan | Centre de Secours Mixte | Ets Public Autonome | 1996 | 600 | 459 | 845 110 | 97% |
| St-Paul-les-Dax | Collège J.Oddos | CG 40 | 1989 | 450 | 197 | 385 003 | 81% |
| St-Pierre-du-Mont | Collège Lubet Barbon | CG 40 | 1989 | 450 | 183 | 395 278 | 96% |
| St-Sever | Collège Gap de Gascogne | CG 40 | 1991 | 350 | 127 | 225 453 | 96% |
| St-Vincent-de-Tyrosse | Lycée Polyvalent | Région Aquitaine | 1992 | 1 250 | 211 | 422 342 | 86% |
| Tarnos | Collège L.Wallon | CG 40 | 1989 | 450 | 131 | 242 410 | 87% |
| Tarnos | Lycée Ambroise Croizat | Région Aquitaine | 1992 | 900 | 256 | 460 677 | 86% |
| Tartas | Collège J.Rostand | CG 40 | 1989 | 450 | 177 | 334 618 | 84% |
| TOTAL | | | | 7 450 | 2 836 | 5 349 056 | 89% |

Au total, la puissance des chaufferies se monte à 7,45 MW et leur production à 5 350 MWh/an (moyenne sur les saisons de chauffe 98/99, 99/2000, 2002/03, 2003/04).

Les fournisseurs de ces chaufferies sont pour moitié la CAFSA (Coopérative Agricole et Forestière du Sud Atlantique) et l'entreprise de récupération de matières non métalliques SEOSSE ECO TRANSFORMATION.

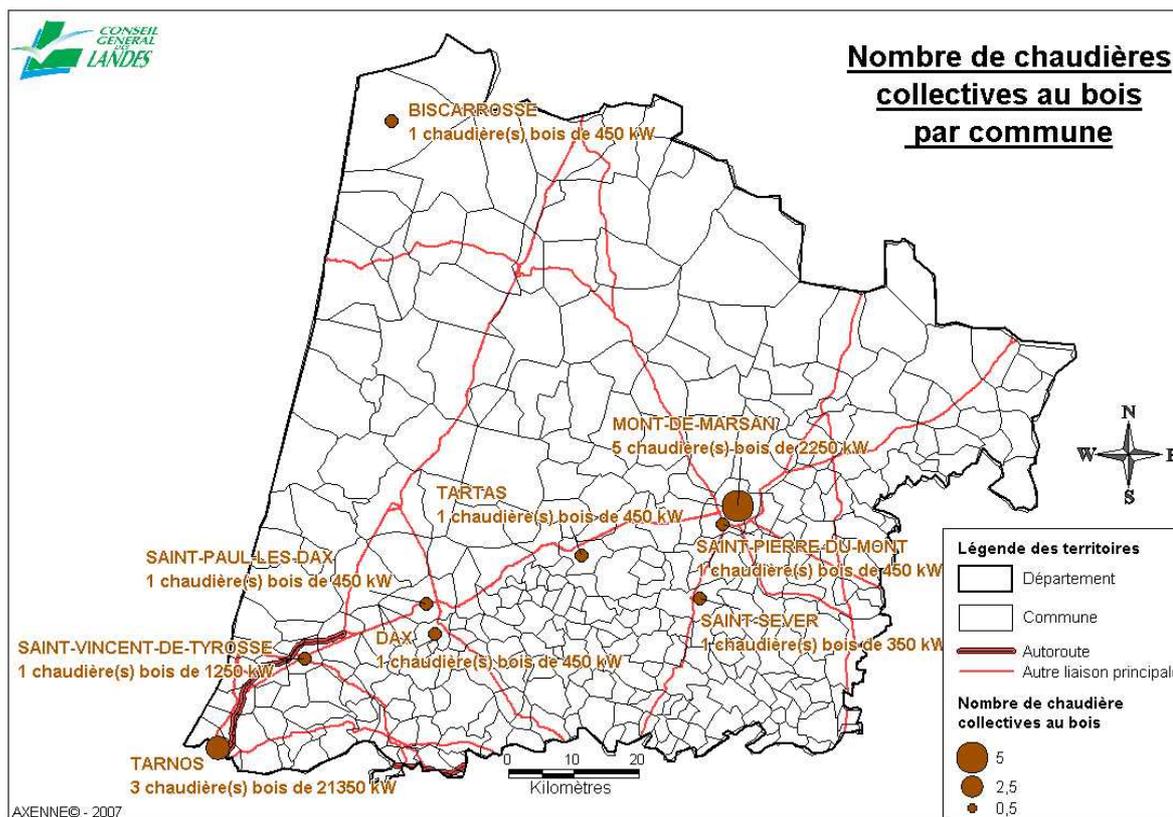
SEOSSE livre un produit déjà sec puisqu'il s'agit de bois de rebut ; la CAFSA livre des plaquettes humides car elle produit ses plaquettes en flux tendu (déchiquetage en forêt).

Le Conseil Général, dans le cadre de sa cellule énergie (qui appartient au service Bâtiment/Énergie), gère l'approvisionnement de toutes les chaufferies mentionnées dans ce paragraphe ; il possède une plate-forme de stockage séchage située à Mont-de-Marsan. Les plaquettes achetées à la CAFSA arrivent en plate-forme depuis le printemps jusqu'à la fin de l'été, et ont ainsi le temps de sécher avant la saison de chauffe. Les plaquettes de SEOSSE sont rentrées vers janvier et peuvent être utilisées tout de suite puisque déjà sèches.



Photo 1 : Vues du hangar de stockage de la plate-forme du CG40 à Mont-de-Marsan

Étant donné l'éparpillement des chaudières sur l'ensemble du département, l'existence d'une seule plate-forme à Mont-de-Marsan est pénalisante en termes de coûts de transport et de coûts de reprise. Le Conseil Général envisage donc de créer une seconde plate-forme dans le sud du département.



Carte 2 : Localisation des chaudières collectives et industrielle

Il faut noter que la filière bois énergie dans le secteur collectif existe grâce à la volonté du Conseil Général qui a choisi le bois énergie pour un certain nombre de ses équipements entre 1987 et 1992. Un essoufflement s'est ensuite fait sentir (dû à la lourdeur des investissements et à quelques difficultés éprouvées au niveau de l'approvisionnement); aujourd'hui, le Conseil Général envisage de nouveau la possibilité du bois énergie à chacun de leur projet immobilier neuf.

5.3. LE SECTEUR INDUSTRIEL

A Tarnos, l'usine RENO de fabrication d'engrais (250 000 tonnes d'engrais/an) a remplacé un sécheur à gaz par un sécheur à bois (20 MW) : 20 000 tonnes de bois sont consommées chaque année, fournies par l'entreprise SEOSSE ECO TRANSFORMATION (voir § Fournisseurs de combustibles bois).

D'autre part, un certain nombre de professionnels de la transformation du bois possède une chaudière bois qu'ils alimentent à partir de leurs rebuts ; cependant, puisque ces projets ne bénéficient pas de financements publics, ils ne sont pas connus et recensés.

5.4. LES PROJETS EN COURS

5.4.1. *Les appels d'offre CRE2*

Afin d'atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables arrêtés dans la PPI (Programmation Pluriannuelle des Investissements) de 2006, le Ministre délégué à l'Industrie a lancé en novembre 2006 un appel d'offres portant sur la réalisation d'installations de production d'électricité à partir de biomasse. La CRE (Commission de Régulation de l'Énergie) est en charge de la mise en œuvre de la procédure. A la suite de l'ouverture des candidatures en août 2007, il s'est avéré que sept projets avaient été déposés en région Aquitaine, dont deux dans le département des Landes.

Ces deux projets sont portés par l'industriel Tembec d'une part et les Papeteries de Gascogne d'autre part : 350 000 tonnes en tout. Les quantités de bois requises pourraient se monter au total à plusieurs centaines de milliers de tonnes. L'approvisionnement de ces projets serait en grande partie réalisé à partir de la récupération des cimes et autres rémanents, ainsi que des souches, potentiels actuellement non utilisés (voir § concernant les ressources potentielles).

A l'issue de la décision du gouvernement en juin 2008, le projet de Tembec a été retenu.

5.4.2. *Autres*

La future maison de retraite intercommunale située sur la commune de Sore (Communauté de Communes du Pays d'Alret) devrait être équipée d'une chaudière automatique au bois (150 kW) ; celle-ci consommerait environ 50 tonnes de bois par an et pourrait utiliser granulés ou plaquettes. De cette façon, la chaudière sera approvisionnée en granulés dans un premier temps, puis un approvisionnement en plaquettes serait mis en place (éventuellement en provenance des forêts communales). La maison de retraite sera également équipée d'un chauffe-eau solaire.

D'autres projets sont également en cours de réflexion : cité scolaire de Morcenx (projet à l'initiative du Conseil Régional d'Aquitaine, dont l'approvisionnement serait géré par le Conseil Général des Landes, pour une cité scolaire comprenant notamment un Lycée et un collège), projet d'éco village à Arjuzanx, Lycée agricole de Dax, réseau de chaleur bois sur la commune de Sabres, collège de Biscarosse et collège de Saint-Geours-de-Maremne (échéance : 2009).

La société Egger Rol a le projet de s'équiper d'une chaudière bois de 50 MW fonctionnant à partir de bois inutilisable dans ses process (mise en service prévue en 2008).

5.5. LA FILIERE BOIS ENERGIE EXISTANTE

Fournisseurs de combustibles bois

Plaquettes

Il existe actuellement deux fournisseurs locaux de plaquettes sur le département :

- la CAFSA (Coopérative Agricole et Forestière du Sud Atlantique) qui produit des plaquettes forestières ;

- SEOSSE ECO TRANSFORMATION qui produit du broyat à partir de bois de rebut.

| | |
|--------|--|
| CAFSA | <p>La CAFSA produit 8 000 tonnes de plaquettes forestières par an, dont la moitié à destination du bois énergie pour les chaufferies du CG40 et de l'entreprise Tembec à Tartasse.</p> <p>La production de plaquettes pour le bois énergie de la CAFSA devrait augmenter l'année prochaine en raison d'une augmentation de la demande de l'entreprise Tembec. Dans cette perspective, la CAFSA s'est équipée d'une nouvelle déchiqueteuse mobile.</p> <p>Les plaquettes sont produites en flux tendu, le déchiquetage étant réalisé en forêt. Elles ont donc une humidité comprise entre 40 et 55 % et leur granulométrie est moyenne (cotes moyennes : 50-30-10 mm).</p> <p>Les plaquettes sont produites à partir des produits récupérés lors des dépressages et premières éclaircies. Les rémanents de coupes rases devraient pouvoir être valorisés grâce à la nouvelle machine.</p> <p><i>Perspective</i> : L'équipement de la CAFSA devrait lui permettre de doubler voir tripler sa production de plaquettes, à condition que la demande existe. A l'heure actuelle, le frein au développement de la production de plaquettes est clairement la demande. La ressource ne devrait pas être un problème (rémanents, dépressages, premières éclaircies, éventuellement massifs de feuillus où l'exploitation est plus coûteuse).</p> |
| SEOSSE | <p>Sur les 100 000 tonnes de bois de rebut récupérées par an sur tout le quart sud-ouest, environ 50 000 tonnes sont valorisées pour le bois énergie. Sur le département des Landes, le volume de bois de rebut collecté se monte à environ 1 000 tonnes par mois.</p> <p>La demande en bois énergie va augmenter l'année prochaine puisqu'elle se montera 80 000 tonnes.</p> <p>Les plaquettes sont le plus souvent produites en flux tendu ; elles ont une humidité comprise entre 25 et 40 % et leur granulométrie est moyenne.</p> <p>Les plaquettes sont produites à partir de bois de rebut, mais aussi de rémanents et de résidus de produits connexes.</p> <p><i>Perspective</i> : Le frein au développement de cette ressource pour le bois énergie est double :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'une part, les quantités de bois de rebut mobilisables ne sont pas si importantes sur le département des Landes (peu d'industries et de grandes villes) ; - et surtout, un développement trop important de cette activité poserait des problèmes en termes de logistiques et de transport, les gisements et les débouchés étant très dispersés. |

Plusieurs élagueurs possèdent une déchiqueteuse, mais leur production est très anecdotique.

Granulés

Actuellement, il n'y a pas de fournisseurs de granulés implantés sur le département des Landes ; il est donc nécessaire de recourir aux fournisseurs situés en Dordogne (Sainte-Sabine-en-Born) et dans les Pyrénées Atlantiques (Pau et Bayonne).

Les difficultés d'approvisionnement en granulés sont un des freins les plus importants au développement des chaudières bois chez les particuliers dans les Landes.

Cependant, une usine française de granulés destinés au marché local est en projet ; elle devrait produire 50 000 tonnes de produits finis chaque année (création de 25 emplois – matière première : sciure et déchets verts). D'autres projets de taille moindre sont en réflexion dans la partie sud du département.

A noter : Une usine allemande de granulation pourrait également être mise en place sur le département fin 2008 ; les produits, 120 000 tonnes par an, seront destinés au marchand allemand (création de 50 emplois).

Les ressources nécessaires pour ces projets sont la sciure (issue des scieries) mais également le bois rond, les rémanents, les déchets verts, etc. Cette diversification est due à la prise en compte des besoins des industriels locaux.

Bois bûches

En ce qui concerne le bois bûche, l'offre est importante ; d'autre part, il n'est pas rare que les gens se fournissent eux-mêmes, surtout à la campagne.

Positionnement des différents acteurs

Le Conseil Général, à l'origine de la filière existante, souhaite être un acteur actif de la filière en envisageant la solution bois énergie pour chacun de ses nouveaux projets immobiliers. Il encourage le développement de la filière dans la mesure où elle ne déstabilise pas les industriels de la filière bois.

Le Conseil Régional apporte son soutien politique et financier à de nombreux projets liés à la valorisation énergétique du bois : chaufferies bois, études de ressources, études d'organisation de l'approvisionnement, pôle de compétitivité « Industries et Pin Maritime du Futur ». Il souhaite que l'exploitation raisonnée de la forêt ne soit pas perdue de vue. Il envisage deux développements parallèles de la filière : les projets de tailles importantes sollicitant une ressource nouvelle type souches, et les projets locaux se construisant à l'échelle d'un territoire.

Les industriels de la filière bois sont relativement prudents face à l'émergence possible d'une filière bois énergie ; ils craignent une augmentation des tensions sur les ressources (bois et sciure) qui pourrait entraîner une augmentation des prix et une déstabilisation de leur activité. Dans le même temps, certains d'entre eux utilisent ou ont le projet d'utiliser le bois comme source d'énergie, notamment dans le cadre de l'appel d'offres lancé par la Commission de Régulation de l'Énergie. Le gisement visé pour approvisionner ces projets est en majorité constitué par les souches et cimes dans les massifs de pins maritimes, non encore valorisées.

Les acteurs de la forêt (ONF, CRPF, CAFSA, etc.) ne sont globalement pas opposés au développement de la filière, voire cherche à se positionner sur cette filière, à condition que l'exploitation des ressources forestières reste raisonnable et que la rentabilité économique soit au rendez-vous pour les exploitants.

Les structures locales (Pays, PNR, COFOR, FD CUMA, etc.) ont généralement la volonté de développer la filière bois énergie, localement ; elles réalisent déjà des actions dans ce sens et tentent de mobiliser les différents acteurs locaux. Elles n'agissent pour l'instant pas en collaboration entre elles.

Les récupérateurs de bois de rebut ont globalement la possibilité d'étendre leur activité bois énergie, dans la limite de la dispersion de la ressource (problématique du transport).

Voir en annexe un résumé par acteur de leur positionnement.

Bilan de la filière existante

Actuellement, la filière bois énergie se compose du réseau de chaufferies dont le Conseil Général gère l'approvisionnement plus de quelques chaudières bois installées chez des industriels de la filière. Il n'y a pas à proprement parler de filière d'approvisionnement couvrant le département.

D'autre part, l'organisation de l'approvisionnement mise en place par le Conseil Général souffre de sa centralisation : une seule plate-forme située à Mont-de-Marsan. C'est pourquoi le projet de mise en place d'une seconde plate-forme est amorcé.

D'une manière générale, le développement de la filière bois énergie pose le problème de la disponibilité de la ressource ; les acteurs existants craignent la concurrence de ces nouveaux débouchés. Ce point est approfondi dans le paragraphe suivant.

Enfin, les manques d'information des potentiels maîtres d'ouvrage d'une part et d'animation et de coordination globale de la filière⁴ d'autre part sont autant de freins importants au développement de la filière bois énergie.

6. RESSOURCES DISPONIBLES

6.1. RESSOURCES FORESTIERES

6.1.1. Présentation de la forêt dans les Landes

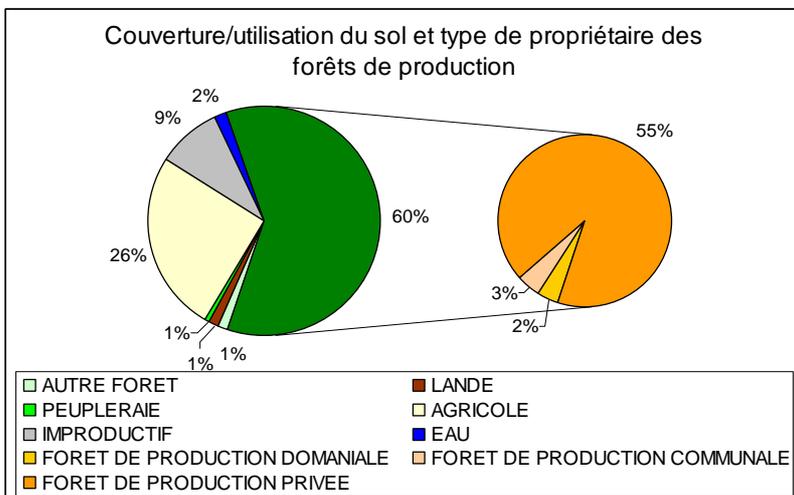
Le département des Landes est le plus boisé en superficie des départements métropolitains, avec une surface boisée de 577 155 hectares. Son taux de boisement (61,7 %) est le premier en France devant le Var et les Vosges (taux de boisement moyen en France : 27,1 %, et en Aquitaine : 42,8 %).

Les forêts boisées de production couvrent quasiment la totalité des formations boisées ; elles se répartissent en forêts relevant du régime forestier pour seulement 8,4 % (forêts domaniales, certaines forêts communales et assimilées) et forêts privées pour 91,6 %.

Le type de peuplement le plus représenté est la futaie de pin maritime (85,75 % de la surface), puis le mélange de futaies de feuillus et taillis (5,7 %) et le mélange de futaies de pin maritime et taillis (3,4 %).

⁴ A noter : certains acteurs réalisent ce travail ou une partie de ce travail à l'échelle de leur territoire.

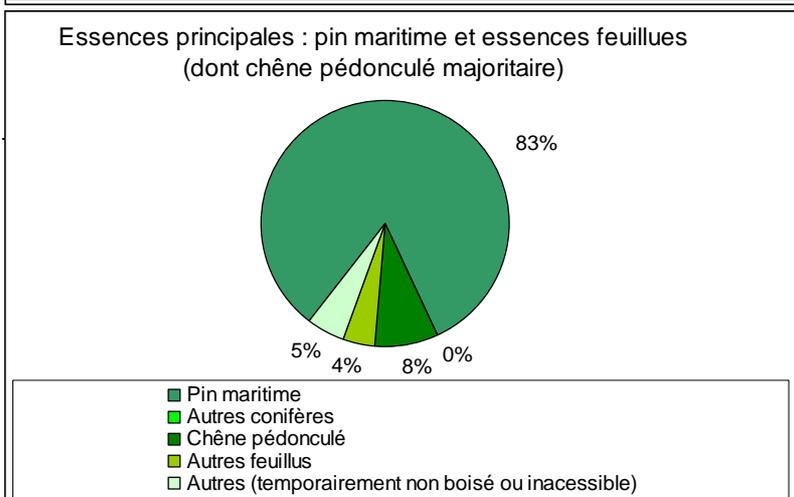
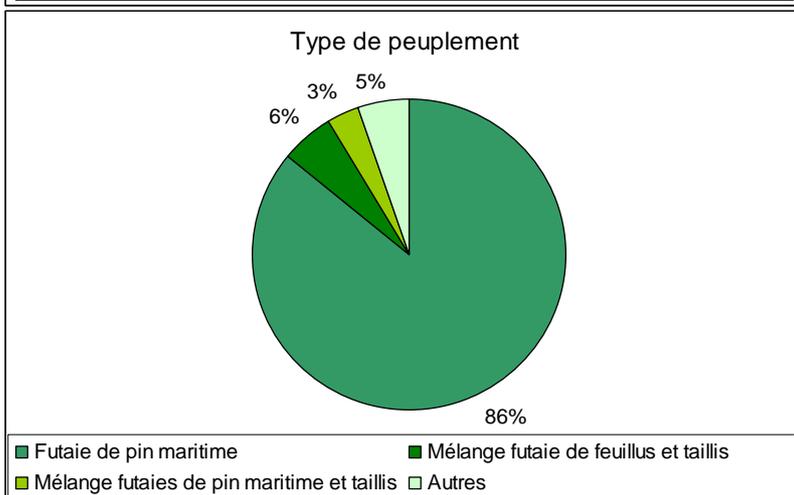
Le pin maritime est très largement majoritaire : il occupe 464 235 hectares comme essence principale et 82,6 % des formations boisées de production. Les essences feuillues sont prépondérantes sur 12,5 % de la surface ; le chêne pédonculé est présent comme essence principale sur 8,3 % de la forêt de production.



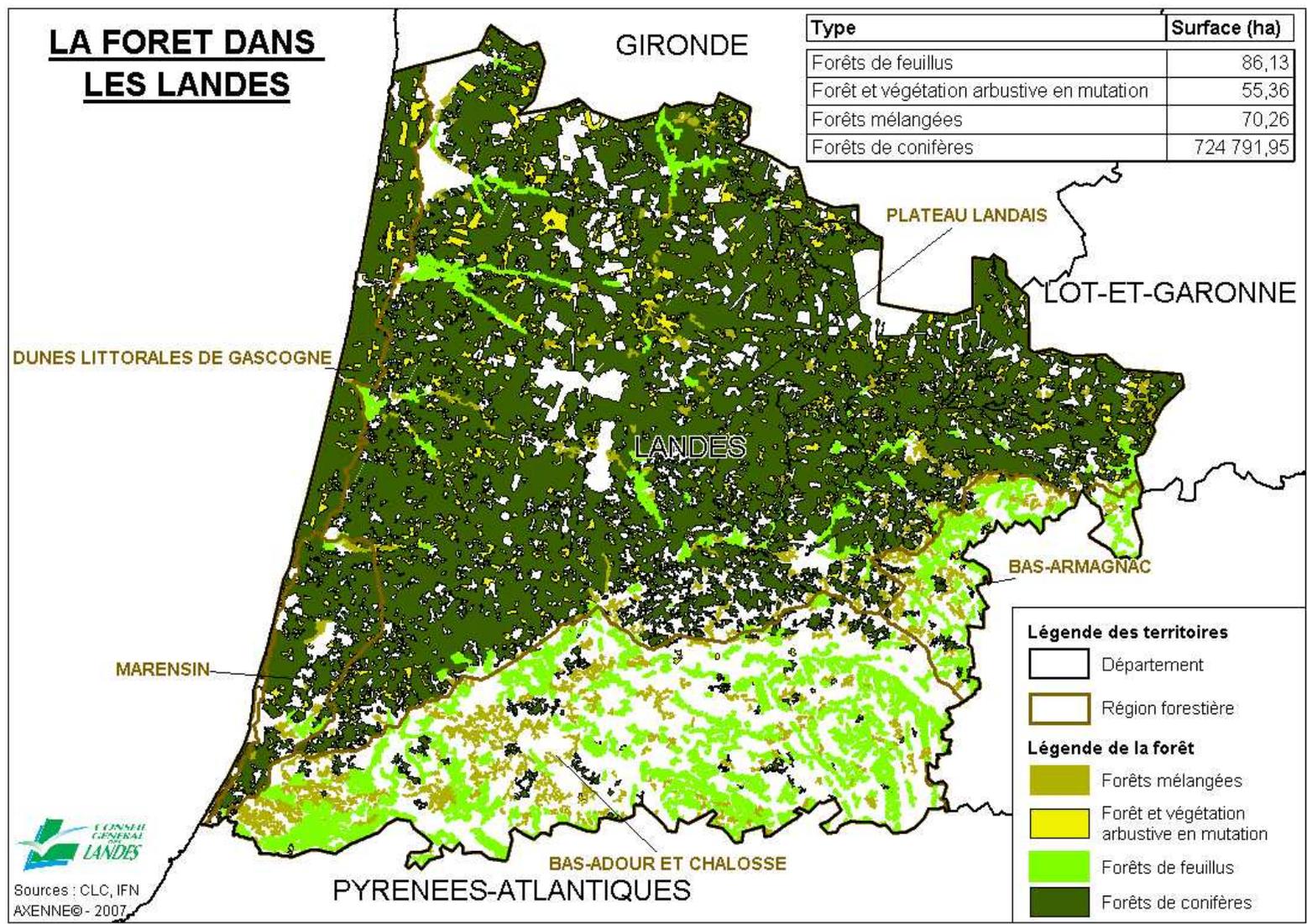
Graphique 6 :
Caractéristiques de la forêt
des Landes (Source : IFN)

Cinq régions forestières⁵ principales composent le département des Landes : le Plateau landais, les dunes littorales, le Bas-Armagnac, le Marensin et la Chalosse.

Les dunes littorales, le Plateau landais et le Bas-Armagnac sont très boisés et essentiellement des pins maritimes ; le Bas-Armagnac et la Chalosse sont beaucoup moins boisés (30 % et 24,9 %) et essentiellement composés de feuillus (chêne pédonculé majoritaire).



⁵ La région forestière telle que définie par l'IFN est une unité territoriale naturelle qui présente globalement pour la végétation forestière des conditions de sol et de climat similaires et qui comporte des types de forêt ou de paysage comparables.



Carte 3 : Type et répartition de la forêt dans les Landes – Régions forestières

6.1.2. Les massifs de pins maritimes

Les massifs de pins maritimes sont déjà très largement exploités à l'heure actuelle : tout le bois mis en vente trouve acquéreur

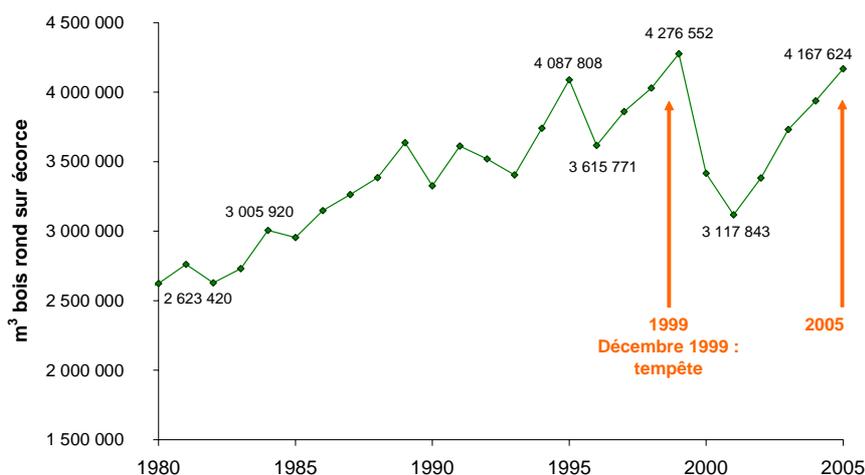
L'inventaire forestier des Landes 1999 (IV^e inventaire), estime les chiffres suivants en ce qui concerne le pin maritime :

- production annuelle nette : 5 087 940 m³ ;
- prélèvements : 4 336 620 m³.

Le chiffre des prélèvements est confirmé par les Enquêtes Annuelles de Branches (EAB) qui donnent le chiffre de 4 276 552 m³ pour 1999. On peut déduire de ces chiffres que la production biologique est prélevée à 85 % dans les massifs de pins maritimes des Landes en 1999.

Ce pourcentage est a priori toujours valable :

- la production annuelle nette est globalement constante chaque année. On observe une légère augmentation due à l'amélioration des techniques sylvicoles et du matériel génétique, mais l'ordre de grandeur est le même. La tempête de 1999 n'a pas eu d'effet particulier sur cette croissance biologique de la forêt ;
- les prélèvements de pin maritime dans le département des Landes ont augmenté jusqu'en 1999, année à partir de laquelle ils ont diminué puis augmenté de nouveau à partir de 2002 (c'est donc en 1999 que le pourcentage de prélèvement de la ressource cité plus haut a été le plus fort) : en effet, après la tempête de décembre 1999, les exploitants forestiers sont allés chercher le bois chablis⁶ des départements voisins plus touchés par la tempête (Dordogne et Sud Gironde) et ont beaucoup moins sollicité les massifs du département des Landes. Ce phénomène est aujourd'hui terminé (tous les chablis ayant été plus ou moins ramassés) et les prélèvements de pin maritime reviennent petit à petit à leur niveau de 1999. D'autre part, de manière globale, la demande de bois dans le département n'a pas augmenté depuis 1999, le tissu industriel étant resté à peu près le même⁷.



Graphique 7 : Évolution des récoltes de pin maritime depuis 1980 (source : EAB)

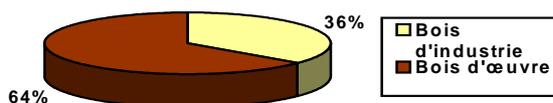
⁶ Un chablis (ou chable) est un arbre déraciné sous l'action de différents agents naturels (vent, foudre, neige, chute d'un autre arbre) ou pour des raisons qui lui sont propres (vieillesse, pourriture, mauvais enracinement), sans intervention de l'homme.

⁷ Source : DRAF / SERFOB

C'est pourquoi on peut affirmer que la production biologique de pin maritime dans le département des Landes est prélevé à environ 85 %, ce qui fait de ce département une exception française (le taux de prélèvement annuel moyen toutes essences confondues, sur l'ensemble des forêts de France, était de 63 % en 1999).

Il reste donc en toute logique 15 % de la production de pin maritime qui ne sont pas captés chaque année. En éliminant les récoltes non rentables et afin de laisser une marge de sécurité suffisante, on peut supposer que 5 %, soit 180 000 tonnes, pourraient être récoltés pour le bois énergie.

Remarque : D'après les chiffres de la DRAF⁸, la production de bois en 2004 s'est répartie comme suit : 36 % à destination du bois d'industrie (trituration exclusivement) et 64 % pour le bois d'œuvre.



Dépressages et éclaircies

Dépressage : Cette opération a pour but de réduire le nombre de tiges d'un peuplement issu d'un semis. Elle a pour effet de libérer de l'espace et de permettre aux arbres restants de bien se développer. On dépresse avec une débroussailleuse à dos. Deux dépressages sont généralement pratiqués (au bout de 3-4 ans et au bout de 5-7 ans).

Éclaircies : Pour un semis, on pratique la première éclaircie après deux dépressages. Il reste alors 1 200 à 1 500 tiges/ha. Dans tous les cas, semis ou plantation, on intervient pour la première fois lorsque l'arbre a atteint environ 50 cm de circonférence.

On éclaircit ensuite chaque fois que la circonférence de l'arbre a augmenté de 15 cm environ, c'est-à-dire tous les 4 à 5 ans en moyenne. On enlève à chaque éclaircie 25 à 30 % du nombre d'arbres.

La dernière éclaircie de mise en place avant la coupe rase a lieu, suivant la richesse du sol, lorsque les arbres atteignent environ 30 ans. La circonférence des arbres est alors de 90 à 100 cm.

La densité finale du peuplement est de 300 et 350 arbres/ha.

Trop tarder à éclaircir ralentit la croissance des arbres.

www.mediaforest.net

Les éclaircies sont actuellement déjà valorisées pour le bois d'industrie, sauf les premières éclaircies qui ne le sont pas toujours. Le changement de destination pour le bois énergie des bois d'éclaircie peut être envisagé s'il est rentable pour l'exploitant ou si celui-ci souhaite diversifier ses débouchés.

Les deuxièmes dépressages pourraient éventuellement être valorisés si les diamètres sont suffisants ; le volume à l'hectare étant très faible et la demande en main d'œuvre importante, les conditions de rentabilité de l'opération doivent être correctement étudiées.

⁸ AGRESTE Aquitaine – Mémento 2006 Landes – DRAF / SRISE.

D'autre part, il semble intéressant d'envisager des sylvicultures en « itinéraire mixte », à savoir une première valorisation des dépressages et éclaircies pour le bois énergie puis une valorisation traditionnelle en bois d'œuvre et d'industrie.

Cultures mixtes

Une possibilité d'utilisation des massifs de pin maritime pour le bois énergie sans créer de conflit d'usage est l'adoption d'une culture mixte (bois énergie puis bois d'œuvre/bois d'industrie) : plantation de semis à forte densité (écartement des lignes deux fois moins important que ce qui est actuellement pratiqué), puis dépressage d'une ligne sur deux au bout de 6-8 ans, les arbres ainsi récoltés étant valorisés pour le bois énergie. La culture reprend ensuite de manière classique. La CAFSA a mis en place des tests depuis cette année pour étudier l'intérêt d'une telle option.

Rémanents

Certains rémanents sont actuellement récupérés pour le bois d'industrie mais dans l'ensemble tous les rémanents ne sont pas valorisés en raison de coûts de récupération élevés.

Les projets proposés en réponse à l'appel d'offres CRE2 s'appuient pour certains sur la récupération des cimes et souches (une étude est actuellement en cours sur la problématique de la récupération des souches : voir plus bas).

Risque d'appauvrissement des sols

La récupération des rémanents peut poser un problème d'appauvrissement des sols. L'AFOCEL réalise une étude, sur les Landes notamment, sur l'impact de la récupération des rémanents sur la fertilité des sols. La démarche est la suivante :

- quantification des intrants et des sortants (bois, rémanents, souches) ;
- tests sur des parcelles avec différents scénarios (entrants et sortants), et analyse de sols avant et après ;
- but : quantifier les flux (en terme de minéralomasse), connaître précisément les risques sur la fertilité, et doser les correctifs à apporter.

L'étude sera menée pendant plus de dix ans ; l'état des lieux des sols à l'heure actuelle devrait être connu d'ici environ deux ans.

L'étude est réalisée sur la base de coupes rases et de la récupération de la moitié des rémanents, ce qui correspond à ce qu'il est techniquement possible de récupérer lors d'une récolte en coupe rase.

En attendant les résultats de cette étude, il est possible de se référer au guide « La récolte raisonnée des rémanents en forêt » édité par l'ADEME et réalisé avec le concours de l'INRA, l'AFOCEL et l'UCFF et l'IDF. Ce guide, réalisé à l'échelle nationale, conseille sur les pratiques sylvicoles à suivre en cas de récolte des rémanents (récolte de 100 % des rémanents considérée) afin de ne pas appauvrir le sol. Dans les Landes, le sol est sableux dans les massifs de pin maritime et limoneux dans les massifs de feuillus ; ces types de sols sont classés comme fortement et moyennement sensibles, suivant le niveau de pH. Les sols limoneux sont faiblement sensibles lorsque leur pH est faiblement acide.

Remarque : Il est préférable de laisser sécher les rémanents avant de les prélever, car c'est ainsi que les minéraux qu'ils contiennent peuvent passer dans le sol. L'essentiel de la minéralomasse se situe dans les aiguilles.

Les zones à fomes

Généralités

Le fomes (*Heterobasidion annosum* au sens large) est l'un des pathogènes les plus dévastateurs des forêts de résineux. Selon les essences, il se comporte comme un redoutable agent de pourriture du bois de cœur ou comme un agent de mortalité (uniquement agent de mortalité pour le pin maritime).

Largement répandu dans l'hémisphère nord, il se rencontre sur près de 170 espèces végétales, mais seuls les résineux en pâtissent. En tout, 100 espèces résineuses y sont sensibles. Les épicéas et le pin sylvestre sont les plus touchés en Europe.

Prolifération

Le fomes se reproduit de manière asexuée en émettant des spores végétatives. Les spores, entraînées par le vent, se déposent au hasard à la surface des souches qui sont réceptives pendant environ un mois après la coupe de l'arbre. Ces spores germent en donnant un mycélium qui va envahir la souche et son système racinaire. Le mycélium pourra ensuite passer dans les racines des arbres voisins à la faveur des contacts racinaires entre des arbres sains et la souche infectée.

Selon les essences, le mycélium du champignon colonisera le bois du cœur de l'arbre en provoquant une pourriture, ou alors les tissus sous-corticaux et l'aubier en entraînant la mort de l'arbre. Dans ce cas, l'arbre dépérit mais la grume reste commercialisable. Les arbres meurent alors de proche en proche et forment des tâches de dépérissement qui s'étalent de manière concentrique.

Le fomes peut donc se propager de deux manières : sur de longues distances grâce aux basidiospores qui sont à l'origine de nouveaux foyers d'infection, et de proche en proche grâce aux contacts racinaires qui permettent l'extension des foyers de la maladie.

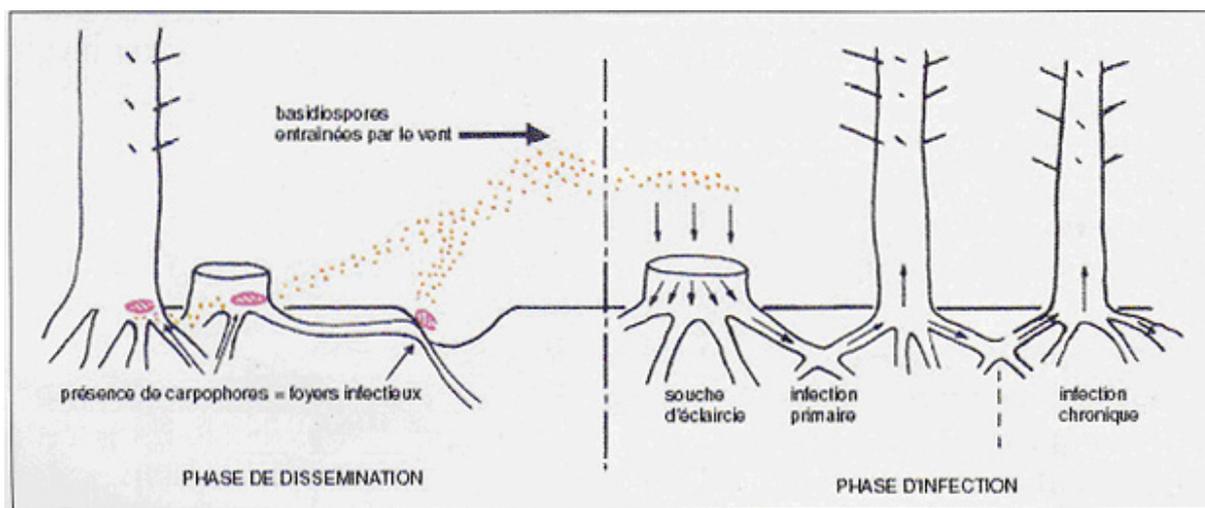


Figure 1 : Cycles infectieux et modes de propagation du fomes

(Source : Département de la Santé des Forêts)

Les souches jouent, d'une part, le rôle de porte d'entrée du champignon dans les peuplements indemnes, et, d'autre part, le rôle de réservoir de mycélium du champignon dans les peuplements contaminés.

Enfin, les blessures d'exploitation forestière aux racines et à l'empatement des arbres sont aussi une porte d'entrée du fomes dans les peuplements.

Dégâts

La sensibilité des essences résineuses est très variée. La vulnérabilité des peuplements dépend aussi des conditions du milieu et du contexte sylvicole. Le pin maritime fait partie des espèces particulièrement sensible au fomes qui provoque la mortalité de l'arbre mais sans pourriture du cœur. Les mortalités se propagent de proche en proche par contacts racinaires, et forment des taches de dépérissement qui s'étendent progressivement de manière concentrique ; le fomes est ainsi, avec l'armillaire (*Armillaria ostoyae* [Romagnesi] Herink) et le rhizina (*Rhizina undulata* Fr.), l'un des agents de la « maladie du rond » qui affecte ces pineraies.

Une fois le boisement contaminé

Dans les peuplements contaminés par le fomes, tout reboisement résineux devient hasardeux. En effet, le champignon est capable de se maintenir plusieurs dizaines d'années dans les souches, et peut ainsi contaminer les arbres nouvellement plantés. Dans ce cas, il faut envisager un reboisement avec une essence feuillue, ou dessoucher avant de reboiser avec une essence résineuse peu sensible au fomes. Lors du reboisement d'une station contaminée par le fomes, il faut ainsi proscrire les épicéas, éviter les pins, et préférer des feuillus chaque fois que possible.

Valorisations possibles

Lorsqu'un boisement est contaminé par le fomes, il est encore possible de le valoriser en bois d'industrie avant la mort des arbres, ou si ceux-ci sont morts depuis très peu de temps. C'est pourquoi des coupes rases anticipées sont pratiquées le plus rapidement possible après découverte du champignon.

Si les arbres sont morts depuis plus longtemps, alors ils ne sont pas valorisables en bois d'industrie et peuvent donc être récupérés pour le bois énergie.

Les souches

D'autre part, le dessouchage étant conseillé avant replantation de résineux sur une parcelle ayant été précédemment contaminée, il est intéressant de récupérer ces souches pour une valorisation énergétique. C'est l'objet d'une étude menée actuellement dans le cadre du Pôle de compétitivité « Industries et Pin Maritime du Futur »⁹.

⁹ Voir en annexe

Les principales problématiques d'une telle pratique sont les suivantes :

| PROBLEMATIQUE | COMMENTAIRE |
|--|--|
| Pertinence sur le plan sanitaire | A prouver |
| Rentabilité économique | |
| Faisabilité technique | |
| Déstructuration des sols | A étudier : il se peut que ce ne soit pas un problème car le sol est sableux et plat. Un dessouchage est déjà pratiqué parfois pour faciliter les travaux sylvicoles. |
| Matériel adapté pour : - récolte, - débardage, - fragmentation des souches, - production de plaquettes, - combustion. | Le sable détériore les couteaux des déchiqueteuses : préférer les déchiqueteuses à marteaux. Réaliser deux passages dans la déchiqueteuse. Le sable est la cause de production de mâchefer et de la vitrification des cendres. Préférer une chaudière à lit fluidisé. |
| Qualité de la souche comme combustible | A étudier |

Remarque : Les souches ne comportant pas beaucoup de minéralomasse, leur récupération ne risque pas d'appauvrir le sol a priori.

Le gisement que représentent ces souches (400 000 tonnes dont 250 000 tonnes économiquement récupérables) fait partie des propositions d'approvisionnement de certains projets montés dans le cadre de l'appel d'offres de la CRE¹⁰.

La récupération des souches implique des chantiers de grandes ampleurs, nécessitant des coûts importants. Cette ressource est plutôt réservée aux gros projets qui peuvent d'une part assumer les coûts de la récolte/transformation et d'autre part valoriser les souches dans leurs chaudières (broyat de souche uniquement utilisable dans de grosses chaudières à cause du sable).

Diversification de la production

La diversification de la destination des bois récoltés est une sécurité pour le propriétaire vis-à-vis des fluctuations des marchés.

6.1.3. Autres massifs

Les régions forestières qui ne sont pas majoritairement constituées de futaies de pin maritime sont la Chalosse et le Bas-Armagnac. Les essences prédominantes sont le chêne pédonculé, puis le pin maritime, les grands aulnes et le robinier faux acacia.

¹⁰ Voir 5.4.1 Les appels d'offre CRE2

Extraits du IV^e inventaire forestier des Landes (1999) – IFN :

Avec un taux de boisement de 24,9 %, la Chalosse est la région la moins forestière du département. Ses 52 616 ha de forêt de production sont surtout constitués de peuplements morcelés, divisés, disséminés au sein de terres agricoles, occupant le plus souvent les pentes trop raides pour être cultivées. Ces bois de ferme sont généralement composés de futaies de chênes pédonculés, de mélange de futaies de pins maritimes purs ou en mélange avec des feuillus. Les plus vieilles futaies de chênes pédonculés, en général en forêt communale, se rencontrent dans les zones plates et inondables de l'Adour et du Luy, souvent mélangées avec du saule, du tremble et des peupliers ou à l'est près du Tursan. Les futaies de pin maritime se situent majoritairement à l'ouest.

Le paysage du Bas-Armagnac est de type sylvo-agricole, à dominante agricole, caractérisé par une mosaïque de parcelles et des boisements très morcelés. Ce sont essentiellement des bois de ferme dont la structure est soit la futaie de chêne ou de pin maritime pur ou en mélange, soit les mélanges de futaie de chêne pédonculé ou de pin maritime avec du taillis en sous étage à base de chêne, châtaignier, charme, aulne. Les taillis de châtaignier, aulne, saule représentent 23,7 % de la surface des forêts de production.

L'activité dominante de ces zones, en terme d'occupation des sols, est plutôt l'agriculture. La forêt est plus difficilement exploitable que dans les massifs de pins maritimes en raison du relief et du morcellement des parcelles. Les coûts d'exploitation sont donc plus élevés.

Ces forêts sont soumises à une cueillette pour la récolte du bois de feu. Les première et deuxième éclaircies actuellement valorisées pour l'affouage (bois de feu) pourraient être récupérées pour le bois énergie.

Les types de productions qui semblent le mieux adaptées au bois énergie dans ces régions sont :

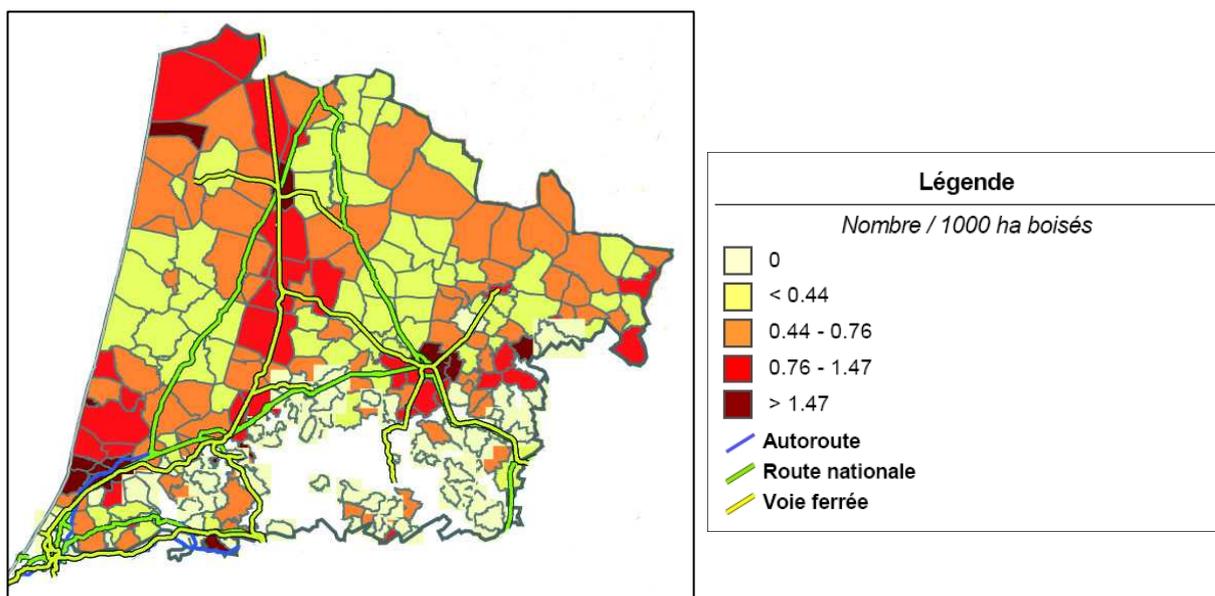
- les taillis courte ou très courte rotation – TCR ou TTCR – sur des parcelles forestières existantes, des parcelles agricoles ou des espaces de « coupures vertes » (cf. § 6.2 Cultures dédiées) ;
- la récolte des premières éclaircies et rémanents.

Dans tous les cas, il semble qu'une telle production serait plus intéressante à développer de manière locale, en réponse à des besoins locaux. L'intervention de CUMA peut être envisagée sur ce territoire.

6.1.4. Les zones incendiées

Contexte

Le Massif des Landes de Gascogne (qui s'étend sur les départements de la Gironde, des Landes, du Lot-et-Garonne et de la Dordogne) est soumis à une très forte pression en terme de départs de feu. D'après la DFCI Aquitaine, la Gironde est le 1^{er} département français en nombre de départs de feu ; le département des Landes occupe la 4^e place en France sur la période 1991-2006. On note depuis 1985, que la taille moyenne des surfaces brûlées diminue dans les Landes.



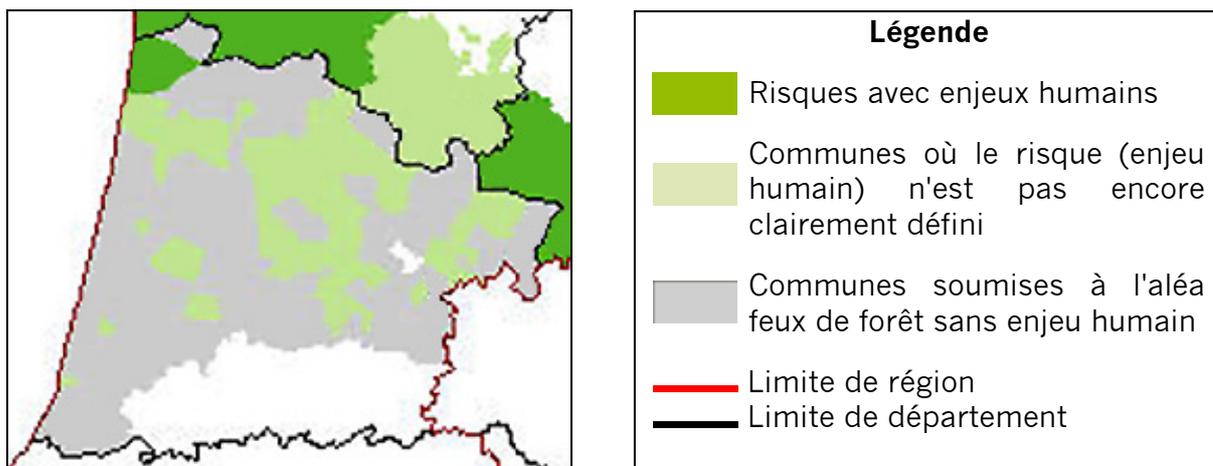
Carte 4 : Nombre moyen de départs de feux aux 1 000 ha boisés – 2001-2004

(Source : DFCI Aquitaine)

Les moyens de préventions et de lutte contre les incendies de forêt sont bien développés et organisés en Aquitaine et dans les Landes. Un grand nombre de moyens est mis en place, tant humains (surveillance et lutte) que matériels, ainsi qu'un grand nombre d'aménagements (pistes, pare-feu, points d'eau, panneaux signalétiques, etc.). Grâce à ces efforts, la surface brûlée par départ de feu est en moyenne de 1,61 ha/départ, chiffre relativement bas.

En moyenne, les surfaces incendiées représentent quelques centaines d'hectares par an sur le département des Landes (518 hectares par an en moyenne sur la période 1980 – 2006¹¹).

¹¹ Source : DFCI Aquitaine



Carte 5 : Les risques feux de forêt sur le département des Landes

(Source : www.prim.net, portail du Ministère de l'Écologie et de Développement et de l'Aménagement Durables, dédié à la prévention des risques majeurs)

Potentiel pour le bois énergie

Les arbres brûlés peuvent être valorisés en bois d'industrie s'ils sont récoltés rapidement après le passage du feu ; c'est ce qui se passe le plus souvent dans les Landes.

Le bois énergie pourrait constituer un débouché pour les bois brûlés s'ils ne sont pas récoltés rapidement après incendie et/ou si les peuplements brûlés sont de jeunes peuplements.

Finalement, la ressource bois brûlé ne peut être considérée comme une ressource régulière pour le bois énergie puisqu'elle représente un faible tonnage, qui plus est variable selon les années (et que l'on cherche par ailleurs à rendre le plus faible possible).

6.2. CULTURES DEDIEES

6.2.1. Principe

Les cultures dédiées

L'approvisionnement en bois énergie à partir de ressources forestières intervient souvent en complément d'une sylviculture et de débouchés existants (par exemple : récupération des rémanents de dépressage et d'éclaircies, etc.), et ce pour des raisons de pertinence et financières : il n'est pas intéressant d'utiliser une ressource de qualité permettant des revenus élevés pour un usage qui ne l'exige pas. C'est pourquoi se pose la question de la mise en place de cultures de qualité moindre dont toute la production pourrait être utilisée pour une valorisation en bois énergie. On parle alors de cultures dédiées, la biomasse produite étant réservée à cet usage.

Puisque la qualité du bois importe moins, il devient possible d'augmenter la productivité des boisements en choisissant une sylviculture intense : le taillis courte rotation (TCT) voire très courte rotation (TTCR) ou la révolution courte (RC) pour le pin maritime par exemple. Dans ces modes de culture, la révolution (périodicité des coupes) est très fortement raccourcie, le but étant de produire le maximum de biomasse en un minimum de temps.

Les cultures semi dédiées

Intermédiaires entre les sylvicultures classiques et les cultures dédiées, les sylvicultures en « itinéraire mixte » ou « semi dédiées » permettent une valorisation en bois énergie en plus des valorisations bois industrie et bois d'œuvre classiques, et ce sur un même peuplement. L'itinéraire sylvicole est un peu modifié par rapport à un itinéraire classique pour permettre cette nouvelle valorisation.

Ce type de culture permet d'envisager le développement d'une filière bois énergie dans les peuplements de pin maritime sans créer de conflit d'usage.

6.2.2. Localisations possibles

Cultures dédiées

Les cultures dédiées peuvent être implantées sur plusieurs types de terrains :

1. Parcelles forestières :

Les problèmes de la concurrence avec les débouchés actuels, sur les plans disponibilité de la ressource et rentabilité de l'opération se posent. La rentabilité, qui dépend du prix de vente des plaquettes combustibles, est en partie liée au prix du pétrole. Des mesures d'accompagnement peuvent être imaginées pour motiver les propriétaires en rendant ces cultures intéressantes sur le plan financier. Cependant, on repose ainsi le problème de la concurrence entre les utilisations du bois sur le massif landais.

Remarque : L'utilisation de petites parcelles pose moins le problème de la concurrence car ce sont des parcelles qui intéressent moins les exploitants actuels.

2. Parcelles agricoles :

Le contexte actuel (diminution des jachères, augmentation des prix et diminution des stocks des matières premières agricoles) n'est pas favorable.

- La substitution de cultures implique un changement de spéculation et de métier pour l'exploitant agricole.
- L'utilisation de terres gelées était jusqu'à peu une piste envisagée, mais celles-ci ne sont pas maintenues.
- Une possibilité existe au travers des successions de terrains agricoles, si le nouveau propriétaire ne souhaite pas exploiter ni faire de l'affermage.

Sur ce type de parcelles, les cultures lignocellulosiques à destination du bois énergie rentrent en compétition avec les autres cultures énergétiques (type biomasse) et même dans certains cas avec les cultures alimentaires.

Contexte

A l'heure actuelle, aucun agriculteur ne produit de bois énergie. Quelques réflexions sont en cours, notamment par le biais de la Fédération Départementale des CUMA¹² et du programme FEADER, mais rien n'a pour l'instant abouti en raison de difficultés importantes :

- étude de la rentabilité de tels projets,
- mise en place de ces projets (les investissements à réaliser pour l'acquisition des machines adéquates rendent difficile la mise en place de tests de petite échelle, acquisition d'un nouveau savoir-faire, etc.),
- repérage des agriculteurs intéressés par cette démarche sur un même secteur géographique et des projets bois énergie émergents,
- manques d'organisation et d'information.

Remarque : Dans un contexte de cours des matières premières alimentaires élevés, les exploitants agricoles s'intéressent nettement moins aux cultures énergétiques.

Les aides aux cultures énergétiques

D'une manière générale, la culture lignocellulosique à destination du bois énergie peut être réalisée hors ou sur jachère. Les deux cas sont différents en ce qui concerne les aides potentielles :

- hors jachère : les surfaces déclarées permettent d'activer des DPU (Droit à Paiement Unique) normaux et de percevoir une prime d'aide aux cultures énergétiques dans les deux cas suivants :
 - contrat de fourniture avec première transformation et dépôt d'une caution à l'Agence Unique de Paiement (AUP) ;
 - engagement d'une comptabilité matière pour une utilisation à la ferme.
- sur jachère : les surfaces déclarées en gel industriel permettent d'activer des DPU jachères (mais pas de bénéficier de la prime d'aides aux cultures énergétiques), à condition de déclarer au moins une récolte (bois d'œuvre, bois d'industrie ou bois énergie) en 20 ans. La surface excédentaire par rapport au nombre de DPU jachère, si elle située sur une parcelle admissible aux DPU, pourra bénéficier de l'aide couplée aux grandes cultures au titre de gel volontaire dans une certaine limite.

Il semblerait que le monde agricole, d'une manière générale, ne soit pas très favorable aux boisements agricoles dans les Landes : les primes d'aides aux boisements agricoles n'ont pas été activées dans les Landes.

3. Coupures d'urbanisation et « coupures vertes » :

La Loi littorale introduit la notion de « coupure d'urbanisation »¹³, comme étant des « composantes positives qui séparent selon leur échelle des zones d'urbanisation présentant une homogénéité physique et une certaine autonomie de fonctionnement ».

¹² CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

¹³ Alinéa 3 de l'article L.146-2 du code de l'urbanisme

Le Guide régional pour l'application de la Loi littorale en Aquitaine donne les précisions suivantes :

Les coupures d'urbanisation sont définies par le double fait qu'elles séparent des espaces urbanisés et qu'elles présentent des caractéristiques naturelles et/ou agricoles.

Une coupure d'urbanisation répond à des critères généraux :

- l'homogénéité physique,
- l'autonomie de fonctionnement,
- l'étendue suffisante pour permettre sa gestion et assurer sa pérennité.

La coupure d'urbanisation est un espace naturel ou agricole non urbanisé. Elle peut néanmoins être délimitée sur des espaces où existent certaines formes d'urbanisation mais qui, dans un rapport de proportionnalité, ne remettent pas en cause les caractéristiques naturelles ou agricoles dominantes de l'espace. Les formes d'urbanisation existantes peuvent faire l'objet d'un « pastillage » dans le zonage des PLU.

A l'inverse, des espaces trop restreints, en partie urbanisés, n'ont généralement pas vocation à être reconnus comme coupure d'urbanisation.

Dans les Landes, 19 communes sont concernées par les coupures d'urbanisation (communes littorales). Une commune non située sur un littoral peut également inscrire une coupure d'urbanisation dans son PLU.

Par extension du terme de coupure d'urbanisation tel que défini dans le Code de l'Urbanisme, la notion de « coupure verte » est parfois utilisée pour désigner un espace non urbanisé qui maintient la séparation entre deux zones d'urbanisation.

Ces coupures pourraient-elles être utilisées pour la mise en place de cultures dédiées au bois énergie, dans une logique de couplage de l'espace et des ressources ?

Plusieurs cas de figure se présentent :

- Dans les massifs de pins maritimes, ces coupures sont le plus souvent boisées et déjà exploitées, de la même façon que les autres forêts du massif. Le potentiel qu'elles présentent pour le bois énergie est donc de même nature.
- D'une manière générale, un certain nombre de ces coupures, parmi les plus importantes en terme de surface notamment, constituent des espaces naturels d'importance et sont intégrés à des réseaux de protection (tels que Natura 2000). Étant donné l'objectif de préservation de la nature de ces espaces, une exploitation, quelle qu'elle soit, ne peut être envisagée que de manière extensive. Dans le cas de coupures boisées, les plans de gestion doivent tenir compte de cette spécificité.
- Enfin, sur certaines zones non littorales, la pression foncière peut entraîner la disparition des coupures existant de fait et ne constituant pas un espace naturel à préserver.

Finalement, les parcelles ayant vocation de coupure d'urbanisation ou verte peuvent accueillir des cultures dédiées si elles sont suffisamment grandes pour rentabiliser la mise en place d'un chantier (au moins 4 hectares, peut descendre à 1 hectare dans certaines conditions), si elles ne sont pas déjà boisées et ne sont pas protégées au titre d'espace naturel d'importance. Il semble que ce potentiel soit faible ; cependant, des opportunités peuvent se présenter localement si une coupure verte suffisamment grande se situe à une distance raisonnable (50 – 60 km maximum) d'une ou plusieurs chaufferies bois.

4. Friches industrielles et terrains pollués

Il y a très peu de friches industrielles sur le département des Landes (département peu industriel, plutôt forestier et rural) ; celles-ci ont déjà procédé à leur reconversion, parfois vers des espaces naturels.

Par exemple, l'ancien site minier d'Arjuzanx a été réhabilité et transformé en une Zone de Protection Spéciale.

En ce qui concerne les terrains pollués, il est nécessaire de bien connaître la nature des polluants contenus dans le sol et leur concentration (réalisation de tests) ; en effet, si une quantité importante de polluants est absorbée par l'arbre, les chaufferies dans lesquelles seront brûlées les plaquettes qu'il aura servi à fabriquer devront être équipées de filtres particuliers. L'intérêt économique est alors fortement diminué.

Cultures semi dédiées

Puisque ces cultures sont complémentaires des sylvicultures classiques, elles peuvent être mises en place sur toutes les parcelles où les essences citées précédemment sont exploitées de manière traditionnelle.

6.2.3. Essences adaptées

Pour que les cycles d'exploitation soient courts, il est nécessaire que la croissance de l'arbre soit rapide. Les essences pouvant convenir sont alors essentiellement : châtaignier, robinier faux acacia, saule, peuplier, eucalyptus, ainsi que pin maritime et pin taeda pour les résineux.

Attention à bien connaître les avantages et inconvénients des essences envisagées.

| Essence | Utilisations du bois | Commentaire |
|----------------------|---|--|
| Châtaignier | Ébénisterie, menuiserie, petite charpente, couverture de bâtiments, bois de chauffage | Une des espèces qui devraient perturber le moins l'espace naturel |
| Robinier faux acacia | Fabrication de piquets de vigne ou de clôture, bois de construction pour l'extérieur et le jardin, bois de chauffage Idéal pour les usages extérieurs car très dur, quasiment imputrescible, ne nécessitant pas de traitement, pouvant remplacer les bois exotiques. | Espèce très envahissante Haute valeur économique en bois d'œuvre |
| Saule | Fabrication de manches d'outil, vannerie, arbre d'ornement | Essence productive mais exigeante, qui a besoin de sols profonds, de bonne qualité, riches et bien alimentés en eau. |
| Peuplier | Fabrication de panneaux agglomérés, de contre-plaqué, emballages légers, palettes, papeterie, sciage, ameublement | Essence productive mais exigeante, qui a besoin de sols profonds, de bonne qualité, riches et bien alimentés en eau. |

| | | |
|--------------|---|---|
| Eucalyptus | Reboisement anti-érosion, bois d'industrie, bois de construction, bois de chauffage | Déconseillé dans les zones sensibles, dont le sol est relativement pauvre : il cause l'épuisement du sol (acidification, perte d'éléments nutritifs). Il demande beaucoup d'eau. Les espèces productives craignent le gel. |
| Pin maritime | Bois d'œuvre, bois d'industrie : papeterie, panneaux | |
| Pin taeda | Bois d'œuvre, lambris, palettes, papeterie | Plus exigeant que le pin maritime en ce qui concerne la qualité du terrain, a une croissance supérieure et une durée de rotation inférieure de 5 ans. |

Remarque : L'amélioration génétique du pin maritime peut également être envisagée : elle permettrait de mettre au point une essence qui pousse rapidement et produit beaucoup de biomasse pour les peuplements dédiés. Il faudrait cependant faire attention aux risques d'épuisements des sols surtout pour les TTCR car dans les six premières années un peuplement de taillis exporte plus de minéralomasse qu'il n'en restitue au sol (il se produit une inversion par la suite).

6.2.4. Itinéraires sylvicoles possibles

Cultures dédiées

Des exemples d'itinéraires sylvicoles pouvant être pratiqués pour des peuplements dédiés sont donnés par les coopératives CAFSA et COFOGAR :

| Type | Essence | Durée rotation | Nombre rotation | Production bois énergie |
|----------------|--------------|----------------|-----------------|--|
| TTCR | Saule | 3 | 9 | 60 t/ha |
| TTCR | Peuplier | 3 | 9 | 60 t/ha |
| TCR | | 10 | 3 | 140 t/ha |
| TCR | Eucalyptus | 10 | 3 | 200 t/ha la 1 ^{ère} coupe puis 250 t/ha |
| TCR plantation | Robinier | 14 | 3 | 140 t/ha |
| TCR semis | | 10 | 3 | 140 t/ha |
| RC plantation | Pin maritime | 20 | 1 | 260 t/ha |
| RC semis | | 14 | 1 | 200 t/ha |

T(T)CR : Taillis (Très) courte Rotation – RC : Révolution Courte

Tableau 5 : Objectifs de production pour les peuplements dédiés (source : CAFSA/COFOGAR)

Les données sont en partie empiriques et en partie basées sur des hypothèses. Les essais menés par ces coopératives leur permettront de les confirmer ou de les ajuster.

L'ADEME et l'AFOCEL indiquent les valeurs suivantes (MS = matière sèche, MF) matière fraîche) :

| Source | ADEME | | AFOCEL | |
|---------------|-------------------|---|-------------------|--------------------|
| Type | Durée rotation | Production | Durée rotation | Production |
| TCR | entre 7 et 10 ans | 10 à 13 t MS par ha et par an soit 150 à 200 t MF/ha à la récolte | entre 8 et 10 ans | 10 à 12 t MS/ha/an |
| TTCR de saule | entre 2 et 4 ans | 8 à 12 t MS/ha/an | entre 2 et 3 ans | 10 à 15 t MS/ha/an |

Cultures semi dédiées

Pin maritime et pin taeda

Le principe de ces cultures consiste en une plantation de semis à forte densité : l'écartement des lignes est deux fois moins important que ce qui est actuellement pratiqué. Au bout de 6-8 ans, le dépressage d'une ligne sur deux est pratiqué de manière à retrouver une densité classique, et ce avant que les plants surnuméraires aient pu entrer en concurrence avec les plants destinés à être conservés pour le bois d'œuvre. Les arbres récoltés lors du dépressage sont valorisés pour le bois énergie ; ils permettent la production d'environ 30 tonnes de plaquettes à l'hectare. La culture reprend ensuite de manière classique.

Robinier faux acacia

Puisque la première rotation d'un taillis de robiniers faux acacia est souvent de faible qualité, l'idée est raccourcir cette rotation (14 ans) et de l'exploiter uniquement pour le bois énergie (production de 150 t/ha). Pendant les deux rotations suivantes de 30 ans, la première éclaircie (50 t/ha au bout de 9 ans) peut également être valorisée pour le bois énergie. La culture reprend ensuite de manière classique. (source : CAFSA/COFOGAR)

Il existe des expériences de plantation de robinier pour le bois énergie en Italie.

Remarque : La création de peuplements de robinier à vocation mixte implique qu'il y ait en même temps une demande croissante de robinier soit pour le piquet soit pour le bois d'œuvre.

6.2.5. Conditions de mobilisation

Les paragraphes suivants donnent des éléments concernant les caractéristiques d'une parcelle sur laquelle serait mise en place une culture dédiée ou semi dédiée.

Localisation

Comme à l'étape de la livraison des combustibles, les coûts de transport du bois ou des plaquettes de la parcelle à une plate-forme, un hangar ou directement une chaufferie (sous conditions) pèsent lourds sur le prix de revient de l'opération récolte. Dans le but de diminuer ce poste, le choix de parcelles situées à proximité d'une plate-forme ou d'un hangar de stockage est à privilégier.

Condition d'exploitabilité

Les caractéristiques de la parcelle qui vont jouer sur la difficulté d'exploitabilité sont la distance de débarquement, la pente et la portance du sol. Elles influent essentiellement sur le type de matériel qu'il sera possible d'utiliser. Le choix d'une parcelle d'exploitabilité facile est à privilégier.

| Classe d'exploitabilité | Piste travaux | Distance de débarquement | Pente | Nature du terrain |
|-------------------------|---|--------------------------|------------|--------------------------|
| FACILE | Néant | < 1 000 m | < 15% | non accidenté et portant |
| | Néant | < 200 m | 15 - 30% | non accidenté et portant |
| MOYENNE | Néant | 200 - 1 000 m | 15 - 30% | non accidenté et portant |
| | Néant | 200 - 1 000 m | < 15% | accidenté ou mouilleux |
| | Néant | < 200 m | < 30% | accidenté ou mouilleux |
| | Néant | 1 000 - 2 000 m | < 15% | non accidenté et portant |
| DIFFICILE | Néant | < 200 m | > 30% | quelconque |
| | Néant | 200 - 1 000 m | 15 - 30% | accidenté ou mouilleux |
| | Néant | 200 - 1 000 m | > 30% | quelconque |
| | Néant | 1 000 - 2 000 m | < 15% | accidenté ou mouilleux |
| | Néant | 1 000 - 2 000 m | > 15% | quelconque |
| | Néant | > 2 000 m | quelconque | quelconque |
| | Piste à créer | quelconque | quelconque | quelconque |
| TRES DIFFICILE | Piste impossible (câblage, hélicoptage,...) | quelconque | quelconque | quelconque |

Tableau 6 : Classe d'exploitabilité (source : IFN/SOLAGRO pour ADEME)

Caractéristiques de la parcelle

Les conditions stationnelles de la parcelle déterminent les possibilités de croissance et d'utilisation des diverses espèces végétales et peuvent limiter le choix des essences. Elles peuvent en outre imposer des précautions sylvicoles, voire certains types de sylvicultures.

Elles englobent les caractéristiques de la parcelle telles que nature du sol, climat et exposition, alimentation en eau.

Taille et configuration de la parcelle

Taille

Généralement, une superficie de 4 hectares minimum est considérée pour une exploitation mécanisée. Cependant, dans certaines conditions (présence d'autres chantiers à proximité) et vu que les cultures dédiées présentent de fortes productivités, ce minimum peut descendre jusqu'à 1 hectare.

Largeur minimum de la parcelle

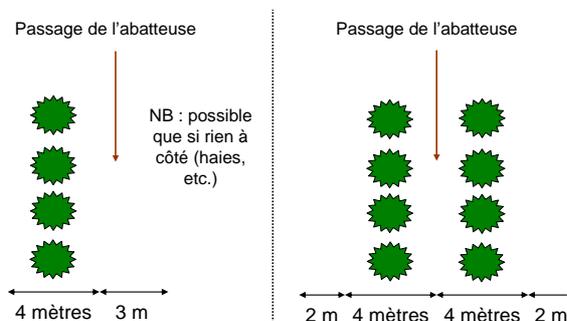
- Superficie : généralement, une superficie de 4 hectares minimum est considérée pour une exploitation mécanisée. Cependant, dans certaines conditions (présence d'autres chantiers à proximité) et vu que les cultures dédiées présentent de fortes productivités, ce minimum doit pouvoir descendre jusqu'à 1 hectare,
- Largeur : si une seule rangée d'arbres est plantée, la largeur minimum de la parcelle nécessaire pour y implanter les arbres et permettre l'exploitation est de 7 mètres ; elle est de 12 mètres pour deux rangées. Si l'on considère une récolte de 150 t/ha en moyenne, et un minimum de 150 tonnes de récolte pour rentabiliser un chantier, alors il faut considérer une parcelle de 2 000 à 2 500 mètres de long si une rangée d'arbres est plantée, et de 1 000 à 1 250 mètres de long pour deux rangées.

Hypothèses :

Chantier intéressant à partir d'une récolte de 150 tonnes minimum

Récolte moyenne de 140 t/ha en taillis courte rotation

Espacement de chaque rangée d'arbres de 4 mètres plus 2 mètres à chaque bout



6.2.6. Rentabilité économique

Cultures dédiées

Les deux coopératives CAFSA et COFOGAR ont réalisé une étude concernant l'approvisionnement des deux projets « CRE1 » d'EBV situés en Gironde. Cette étude estime que « la bibliographie et les expériences pratiques déjà réalisées en grande échelle et en climat tempéré montrent la faisabilité d'arriver à un prix de revient ou à un prix de vente du MWh pour les centrales inférieur ou égal à du BE récolté à partir des sous-produits d'exploitation ». Des peuplements dédiés ont également été mis en place dans le but de valider les hypothèses prises.

La CAFSA indique aussi que la rentabilité peut être difficile à trouver, surtout sur de petites parcelles et dans le cadre d'une récolte peu mécanisée.

D'autre part, l'étude a réalisé une analyse économique de ces peuplements. Le coût de revient présenté est calculé comme suit :

- achat de la matière première à un prix permettant un « revenu annuel »¹⁴ de 10 % supérieur à celui obtenu avec une sylviculture classique,
- plus estimation des coûts de production (limites ; nombreuses hypothèses prises en compte qui doivent être vérifiées par des essais de terrain).

| Type | Essence | Prix de revient (€/MWh) |
|----------------|--------------|-------------------------|
| TTCR | Saule | 14,44 |
| TTCR | Peuplier | 22,05 |
| TCR | | 20,31 |
| TCR | Eucalyptus | 17,14 |
| TCR plantation | Robinier | 26,52 |
| TCR semis | | 26,27 |
| Mixte | | 24,44 |
| RC plantation | Pin maritime | 16,54 |
| RC semis | | 16,84 |
| Mixte | | 18,78 |

T(T)CR : Taillis (Très) courte Rotation – RC : Révolution Courte

Tableau 7 : Comparaison économique des différents peuplements dédiés (source : CAFSA/COFOGAR)

Remarque importante : Ces chiffres ont été calculés dans un contexte précis et ne peuvent pas être utilisés de manière générale ; en effet, le processus de production, les distances de livraison, etc. sont propres au cas particulier étudié (projets industriels de cogénération CRE1).

Dans l'attente d'études plus générales sur la rentabilité de type d'opérations, les chiffres issus de l'étude d'approvisionnement des deux projets CRE1 d'EBV constituent déjà des indicateurs intéressants.

Cultures semi dédiées

En théorie, la culture semi dédiée ne représente pas de risque, les revenus du bois énergie compensant les surcoûts de plantation, et la pratique n'altérant pas la qualité du bois restant pour une valorisation bois d'industrie/bois d'œuvre.

Le rapport surcoût des semis densifiés/recette bois énergie est encore à étudier et à expérimenter afin de déterminer l'intérêt économique de ce type de culture.

¹⁴ ACE (annuité constante équivalente) supérieure de 10 % : l'ACE correspond à la valeur annuelle d'un revenu qui ne l'est pas en réalité, tout en tenant compte de l'actualisation.

6.2.7. Impacts et pertinence

Cultures dédiées

La mise en place de cultures dédiées à la production d'énergie pose un certain nombre de questionnement, voire de problèmes ; en effet, ce mode de culture est encore peu pratiqué et plutôt en phase d'étude, les organismes nationaux n'ont pas encore émis d'avis ni de recommandations à ce sujet. D'un autre côté, le développement de très gros projets de taille industrielle semble rendre le recours à ce type de culture indispensable.

| Écueil | Commentaire |
|------------------------------|---|
| Terrains et concurrence | Le choix des terrains, sans compter les critères « techniques », n'est pas simple : il faut pouvoir motiver les propriétaires d'une part, et faire attention aux problèmes de concurrence avec les cultures alimentaires, les autres cultures énergétiques, les sylvicultures traditionnelles. |
| Pérennité ou effet de mode ? | La récolte intervenant entre 10 et 15 ans (sauf pour les TTCR), il est indispensable de s'assurer que la demande existera toujours à cet horizon. C'est pourquoi il est très important de passer des contrats de vente de la récolte pour être sûr d'écouler la biomasse produite (qui au vu de sa qualité, ne trouvera pas preneur ailleurs). |
| Disponibilité du MFR | Le MFR (Matériau Forestier de Reproduction) disponible en pépinière n'est pas forcément adapté à des cultures à courtes rotations. D'autre part, il n'est certainement pas disponible en quantité suffisante ; le principe des cultures dédiées étant de planter à très forte densité (densité quatre à cinq fois plus importante que pour une sylviculture classique), le nombre de plants nécessaires est donc quatre à cinq fois plus important. |
| Fertilité des sols | Certaines essences, sur des sols déjà très acides, où les très courtes rotations peuvent contribuer à dégrader la fertilité déjà faible des sols. |
| Acceptabilité | Les cultures dédiées ne sont pas forcément bien accueillies par les propriétaires et exploitants. Il semblerait qu'ils soient défavorables aux TTCR, trop éloignés de la culture forestière locale. |

Afin de mieux connaître les conditions dans lesquelles ces cultures seront intéressantes et acceptables, un certain nombre de programmes de recherche sont en cours :

| Programmes européens ou nationaux | |
|--|--|
| Programme National de Recherche sur les Bioénergies ¹⁵ (Agence Nationale de la Recherche - ADEME) | Plusieurs projets en cours dont certains portent notamment sur les cultures dédiées (REGIX, ECOBIOM). Ces programmes devraient aboutir à la mise en ligne d'un nombre important de données, conseils, résultats d'expérimentations, etc. |
| Programme européen de coopération transrégional Enersilva ¹⁶ (programme Interreg III B SUDOE) | L'objectif est de dynamiser l'exploitation des forêts du sud de l'Europe en exploitant la biomasse forestière pour une utilisation énergétique (contacts : M. Pinaudeau de l'Union des Syndicats de Sylviculteurs d'Aquitaine, M. Lesgourgues du CRPF Aquitaine) |
| Programme européen Life Environnement Wilwater ¹⁷ | Étude du TCR de saule en Bretagne : combinaison de la valorisation énergétique et de la fonction épuratoire des taillis de saule |

| Programmes réalisés en Aquitaine | |
|---|--|
| CRPF, INRA, FCBA, IDF, CAFSA, CEMAGREF, DRAF Aquitaine, des ETF | Travaillent au lancement d'un programme d'expérimentations sur les impacts des changements climatiques sur la forêt en Aquitaine. Ce programme comporterait un volet sur les peuplements dédiés. Actuellement, la recherche de parcelles dans le Bazadais est en cours pour mener des expérimentations |
| CAFSA | Études sur les cultures dédiées adaptées en Aquitaine, notamment au travers d'essais terrains. |
| CRPF, CPFA (cofinancement par le CG33) | Étude du robinier faux acacia (étude lancée depuis 2006, pour trois ans) |
| FCBA et Tembec | Valorisation du peuplier pour la trituration |

¹⁵ www.pnrp.net

¹⁶ www.enersilva.org

¹⁷ www.aile.asso.fr/valorisation-de-la-biomasse/wilwater

Cultures semi dédiées

Les sylvicultures mixtes sont encore très peu connues et suscitent simultanément un certain intérêt ainsi que des réticences, notamment de la part des propriétaires. La pratique semble comporter plus de risque que ne le laisse entendre la théorie.

| Écueil | Commentaire |
|------------------------------|--|
| Sécurité des débouchés | La récolte intervenant entre 6, 8 et 14 ans, il est indispensable de s'assurer que la demande existera toujours à cet horizon. C'est pourquoi il est très important de passer des contrats de vente de la récolte pour être sûr d'écouler la biomasse produite (qui au vu de sa qualité, ne trouvera pas preneur ailleurs). |
| Concurrence entre les arbres | Le dépressage est normalement réalisé suffisamment tôt pour que les arbres n'entrent pas en concurrence. Cependant, le risque existe qu'une telle densité ait un impact sur la qualité des arbres maintenus pour le bois d'œuvre. |
| Risques phytosanitaires | Un tel rapprochement des arbres rend les risques sanitaires plus grands en raison d'une transmission beaucoup plus facile d'un arbre à l'autre. |
| Risque financier | En cas de mauvaise réussite de l'opération, pour une des raisons suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - non écoulement de la ressource bois énergie, - propagation d'une maladie entre les arbres, - moins bonne qualité du bois mis en vente pour le bois d'œuvre, - etc. |

La CAFSA a mis en place des tests depuis 2007 pour étudier l'intérêt d'une option qui semble disposer de sérieux atouts pour le développement du bois énergie.

Résumé

Le tableau suivant présente un résumé des potentialités et écueils des cultures dédiées et semi dédiées :

| Ressource | Principe / gisement | Commentaire |
|-----------------------|--|--|
| Cultures dédiées | - TTCR : 60 t/ha tous les 3 ans (9 rotations) - TCR : entre 140 et 260 t/ha tous les 10 à 15 ans (3 rotations) - RC : entre 200 et 260 t/ha tous les 15 à 20 ans (1 révolution) | <i>Données : CAFSA, ADEME, AFOCEL</i> → Ecueils : terrains, concurrence entre les cultures, pérennité, fertilité, disponibilité du MFR, acceptabilité |
| Cultures semi dédiées | - PM : dépressage d'une ligne sur 2 (à 6-8 ans), production de 30 t/ha de plaquettes - Robinier : 1 rotation courte à 14 ans (150 t/ha) puis valorisation de la 1 ^{ère} éclaircie (à 9 ans) des 2 rotations suivantes de 30 ans, production de 50 t/ha | <i>Données : CAFSA</i> → Ecueils : pérennité, concurrence entre les arbres, risque phytosanitaire, risque financier |

Remarque : Il est important de veiller à ne pas favoriser les espèces ayant un fort besoin en eau, qui pourrait conduire à une irrigation et à un prélèvement intensif en eau.

6.2.8. Modes d'organisation

D'une manière générale, si le Conseil Général souhaite qu'une partie de la récolte de bois issue de ses forêts soit réservée au bois énergie, cette orientation générale, qui doit être compatible avec les autres orientations qu'il a décidées pour sa forêt, doit être inscrite dans le Plan d'Aménagement de la forêt. La révision d'un Plan d'aménagement en cours n'est pas toujours chose possible ; dans ce cas, il faut attendre la fin de sa période.

Pour les forêts départementales, le bois est généralement vendu sur pied (c'est-à-dire par coupe) ; le débouché n'est donc pas maîtrisé par le propriétaire forestier (ici le Conseil Général). Par contre, un certain nombre d'obligations peuvent être mises en place, comme demander à l'acheteur de laisser sur place les bois en-dessous d'un diamètre choisi, afin de les utiliser ensuite pour du bois énergie (dans le cas où la récupération de ces petits bois est rentable).

Dans le cas spécifique de mise en place de cultures dédiées ou semi-dédiées, la gestion des parcelles sera automatiquement attribuée à l'ONF à partir du moment où ces parcelles ont une vocation forestière¹⁸.

6.3. PRODUITS CONNEXES DES INDUSTRIES DE TRANSFORMATION DU BOIS

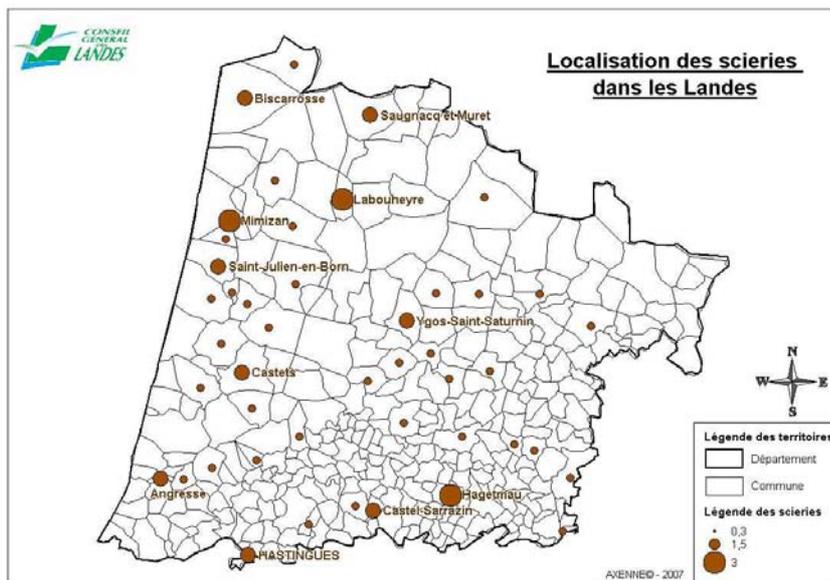
6.3.1. Entreprises de la filière

Première transformation du bois

Le Répertoire des Entreprises et des Établissements (INSEE – SIRENE 2005) recense 60 scieries dans le département des Landes. Pratiquement les trois quarts d'entre elles sont situés dans la région forestière du Plateau Landais.

Carte 6 : Localisation des scieries

Source : INSEE – SIRENE 2005

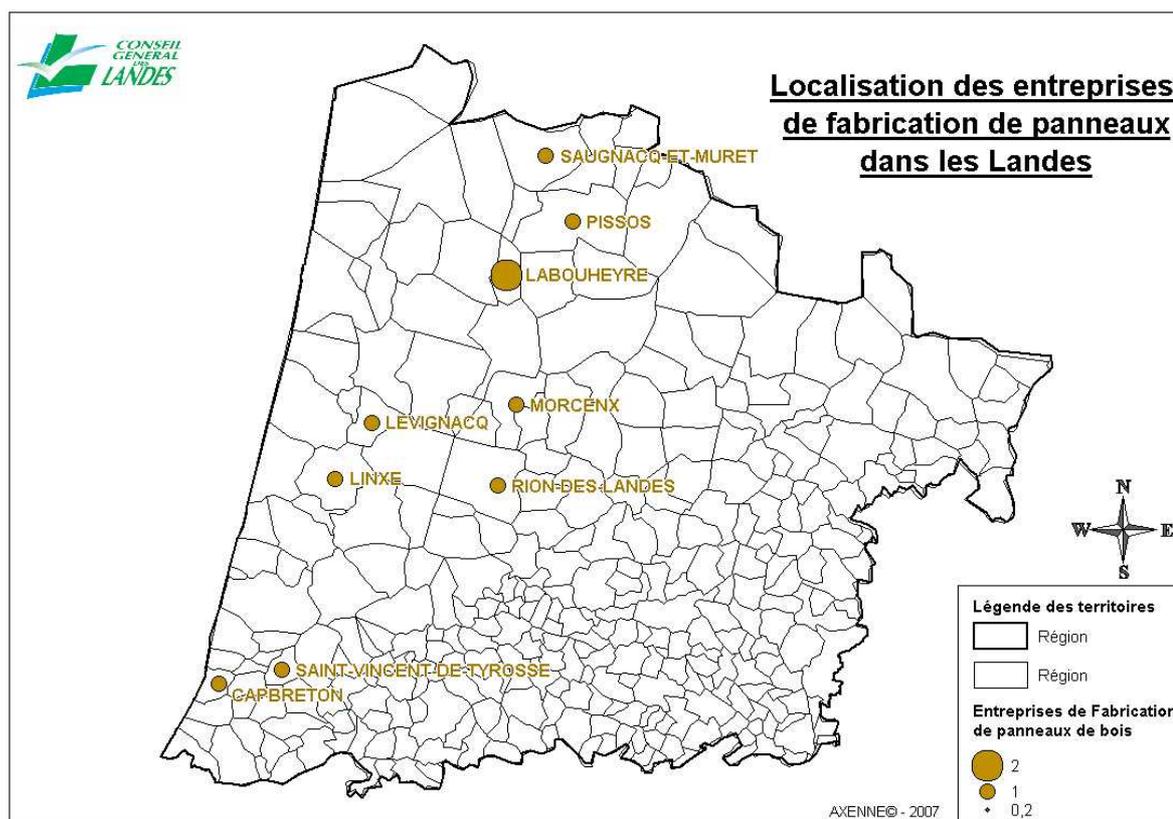


¹⁸ Code forestier - Article L111-1 - Les bois et forêts susceptibles d'aménagement, d'exploitation régulière ou de reconstitution et les terrains à boiser mentionnés à l'article L. 141-1, appartenant aux régions, aux départements, aux communes, aux sections de communes, aux établissements publics, aux établissements d'utilité publique, aux sociétés mutualistes et aux caisses d'épargne, ou sur lesquels ces collectivités et personnes morales ont des droits de propriété indivis relèvent du régime forestier et sont administrés conformément aux dispositions du présent livre.

Fabrication de panneaux de bois

Il existe 10 entreprises de fabrication de panneaux de bois sur le département. Celles-ci sont toutes situées dans les massifs de pins landais. Les principales sont :

- SMURFIT-ROL PIN (Fabrication de contreplaqués en pin - Irlande) situé à Labouheyre ;
- EGGER-ROL (Fabrication de panneaux et particules de bois - Autriche) situé à Rion des Landes ;
- WEYERHAUSER (Fabrication de panneaux de bois – USA) situé à Morcenx et Linxe.



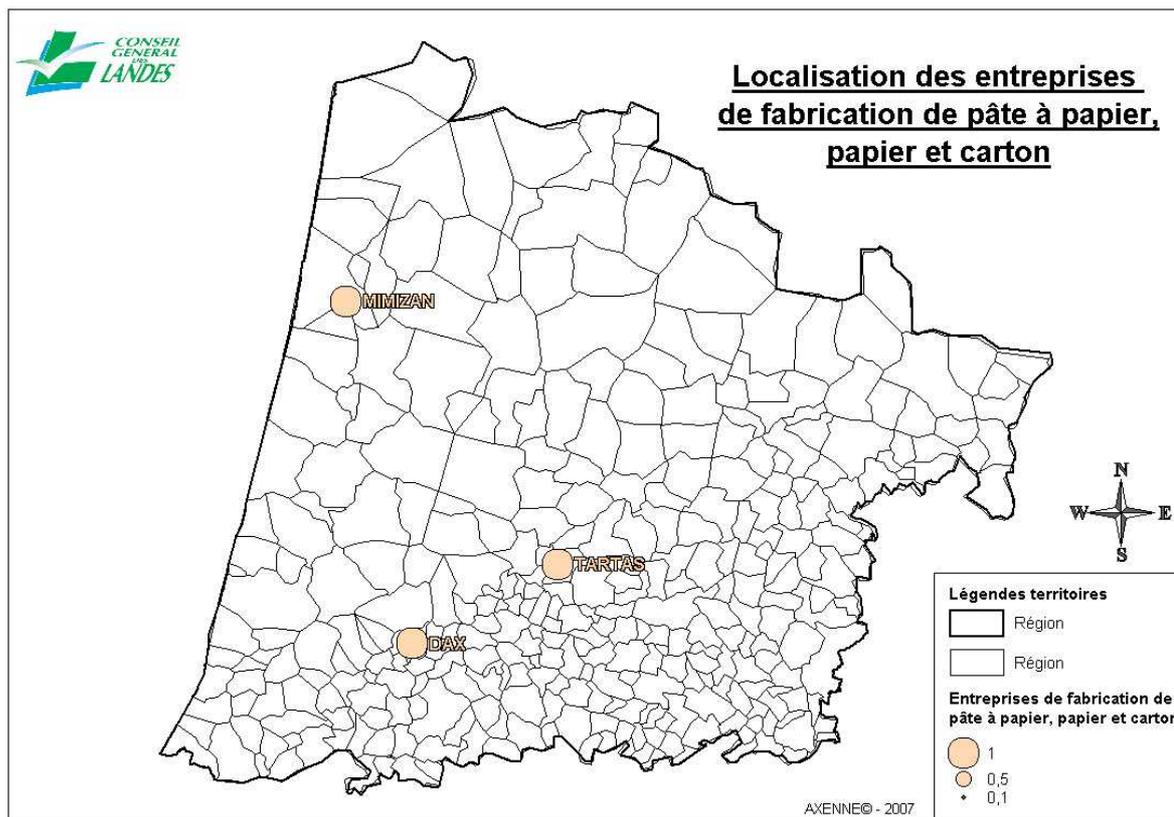
Carte 7 : Localisation des entreprises de fabrication de panneaux de bois

Source : INSEE – SIRENE 2005

Fabrication de pâte à papier, papier et carton

Les trois entreprises de fabrication de pâte à papier, papier et carton sont les suivantes :

- PAPETERIES DE GASCOGNE (Fabrication de papier kraft et de carton – Effectif : 609) situées à Mimizan ;
- SOPAL (Fabrication de papier et d'emballage – Effectif : 331) situé à Dax ;
- TARTAS S.A. (Fabrication de pâte Fluff – Canada) situé à Tartas.



Carte 8 : Localisation des entreprises de fabrication de pâte à papier, papier et carton

Source : INSEE – SIRENE 2005

Autres entreprises de la filière bois :

| Code NAF | Activité | Nombre d'entreprises dans les Landes |
|----------|--|--------------------------------------|
| 203 | Fabrication de charpentes et de menuiseries | 37 |
| 204 | Fabrication d'emballages en bois | 11 |
| 205 | Fabrication d'objets divers en bois, liège ou vannerie | 32 |
| 212 | Fabrication d'articles en papier ou en carton | 3 |

Les entreprises de la filière bois présentent un double intérêt du point de vue du développement du bois énergie :

- les sous-produits bois de certaines de ces entreprises (palettes, cagettes, sciure, etc.) peuvent être réutilisés comme combustible ;
- elles sont plus naturellement intéressées par l'utilisation de bois énergie.

6.3.2. Potentiel

Connexes de la première transformation

Les produits connexes de scierie sont les sous-produits de l'activité de sciage : écorces, sciures, dosses et délignures, ainsi que chutes de tronçonnage. Dans les Landes, les connexes de scierie sont déjà valorisés en quasi totalité, essentiellement par l'industrie de trituration (fabrication de panneaux ou de pâte à papier).

La DRAF Aquitaine (SERFOB) recense 42 entreprises ayant une activité de scierie en 2004 et 33 en 2005. Il existe dans les Landes un phénomène de diminution du nombre de scieries depuis quelques années (diminution de 40% du nombre d'entreprises ayant une activité de scierie depuis 2000¹⁹, et de 18 à 20 % de la production par rapport à 2000), dû entre autres au manque d'adaptabilité des scieries à l'évolution du marché. Ce phénomène influe sur les quantités de connexes et de bois d'œuvre produites (certains bois passent directement en trituration étant donnée la sous capacité de sciage sur le département). Le marché des connexes est donc tendu ; certains connexes et de la sciure sont même importés dans le département.

L'Enquête Annuelle de Branches récolte de bois et production de sciages de 2005 (données AGRESTE) indique une production de 568 226 m³ de sciage en 2005 sur le département des Landes.

Elle indique également la production de 660 000 tonnes de connexes de scieries (environ 700 000 m³, suivant l'humidité des connexes) en 2005 :

- 52 % de plaquettes de conifères ;
- 18 % de sciure ;
- 14 % d'écorces ;
- 8 % de chutes brutes.

Les plaquettes, chutes brutes et autres déchets non commercialisés se montent à 15 400 tonnes en 2005 (4 % des connexes produits) ; c'est cette quantité qui pourrait être valorisée pour le bois énergie sans conflit d'usage.

Remarque : Cette enquête nous renseigne également sur les quantités de connexes actuellement utilisés pour le bois énergie : 11 715 tonnes consommées par les scieries elles-mêmes, mais aucune commercialisation d'écorces, sciures et autres chutes et débris pour une valorisation bois énergie.

Outre les 15 400 tonnes de connexes non commercialisés, des potentialités peuvent exister localement, avec de petites unités de première transformation dont les gisements de connexes sont peu importants et/ou peu captés, et qui se situeraient à faible distance d'une chaudière bois.

6.4. BOIS DE REBUT

Généralités

La production de déchets de bois en Aquitaine est importante (10 % de la production nationale) ; les 900 000 tonnes de bois représentent plus de 60 % des déchets banals produits dans la région²⁰.

Récupération des bois de rebut

Il existe cinq syndicats de récupération des déchets gérant entre autres les bois de rebut sur le département des Landes ; deux communautés de communes (du Grand Dax et du Pays de Roquefort) gèrent elles-mêmes cette activité.

¹⁹ Source : EAB

²⁰ Les cahiers d'I.D.E.A. n°11 – Hiver 2004

Le bois récupéré par les cinq syndicats représente une quantité de 12 500 tonnes par an environ. La valorisation des bois de rebut varie d'une structure à l'autre : connaissance et influence sur la filière de valorisation, présence d'un intermédiaire, etc. D'une manière générale, l'intégralité ou presque du bois récupéré en déchetterie est valorisé : il est en grande partie repris par l'usine de fabrication de panneaux Egger Rol située à Rion-des-Landes.

Les coûts de valorisation du bois de rebut pour les déchetteries se montent à 6-11 €/t hors transport et 19-22 €/t si le prestataire vient chercher le bois en déchetterie (ordre de grandeur de prix).

D'une manière générale, le bois de rebut pourrait être valorisé via une filière énergétique si celle-ci remporte le marché de mise en concurrence correspondant, c'est-à-dire si elle est avantageuse sur les plans économique et pratique (déchetage sur site ou non, transport, tri, etc.). Il est important de noter qu'une valorisation dans une chaufferie bois peut impliquer un tri plus strict des différents bois de rebut que ce qui est pratiqué actuellement (pas de bois traité, de ferraille, de matière plastique, etc.).

Nettoyage du littoral

D'autre part, le Conseil Général a mis en place depuis 1991 un service spécialisé de nettoyage du littoral landais fonctionnant toute l'année. Parmi les déchets récupérés, une partie (12 %) est constituée de déchets de bois ; la quantité de bois récupérée par ce biais est d'environ 3 000 tonnes (humides) par an. Une part de gisement est valorisée dans les chaudières approvisionnées par le Conseil Général (collèges et lycées, voir § 5.2 Les secteurs collectif et tertiaire).

6.5. ÉLAGAGE DES BORDS DE ROUTE

Des campagnes d'élagage des arbres de bord de route sont réalisées annuellement, souvent en automne ou début d'hiver. Celles-ci sont parfois accompagnées d'abatage, mais plus rarement en raison des difficultés de réalisation.

Les volumes produits lors des élagages sont difficiles à évaluer. Les élagages entrepris sont souvent moins importants que ce qu'il serait nécessaire de réaliser : ils sont mis en place suivant les moyens techniques et financiers qui peuvent leur être accordés.

En 2007, les cinq lots de l'appel d'offres réalisé par le Conseil Général pour l'élagage des bords de route représentent 1 800 arbres à élaguer. Le cahier des charges du marché de l'élagage comporte un point sur le devenir du bois coupé :

- le Conseil Général propose aux prestataires d'acheter ce bois sous forme de plaquettes si le prix proposé est intéressant (inférieur à 45 €/HT/t livrée à la plateforme pour le marché 2007) ;
- il demande sinon quelle sera la valorisation de ce bois. Il s'agit souvent de ventes aux industriels de la filière bois ou de production de plaquettes pour d'autres usages (traitement des boues de STEP, etc.).

Le Conseil Général souhaiterait augmenter le volume de plaquettes qu'il récupère chaque année par le biais de l'élagage des bords de route.

6.6. POTENTIEL GLOBAL DE LA FILIERE

Massifs de pins maritimes

Les potentialités pour le bois énergie sont les suivantes :

- sylviculture mixte (conditions techniques et de rentabilité à étudier) ;
- diversification des débouchés ;
- dépressages (attention aux conditions de rentabilité) et éclaircies ;
- souches (potentiels mobilisables uniquement dans le cadre de projet de taille importante a priori) et autres rémanents..

Les arbres infectés par le fomes ne représentent pas un réel potentiel.

Massifs de feuillus

Possibilités de récolte des éclaircies et rémanents et de mise en place de taillis courte rotation. Intérêt d'un développement local correspondant à des besoins locaux.

Les zones incendiées

Ne représentent pas un potentiel intéressant en raison de leur faible quantité et de leur caractère aléatoire, de leurs autres valorisations possibles et du souhait de les voir les plus faibles possibles.

Les connexes de scierie

Ressource déjà très captée (essentiellement trituration), diminution du nombre de scieries : l'utilisation énergétique des connexes est possible sans conflit d'usage sur environ 15 400 tonnes par an.

Les bois de rebut

Ressource déjà en partie valorisée, notamment pour la trituration ; la réorientation des bois de rebut vers une filière énergétique est un choix économique mais aussi politique (communes adhérentes des syndicats de gestion des déchets).

Les bois d'élagage

Il est en général valorisé par les élagueurs ; le Conseil Général en achète une partie et souhaiterait augmenter les quantités dans la limite de la rentabilité économique.

Les bois d'élagage ne constituent pas un gisement très important quantitativement.

Les cultures dédiées

Des cultures dédiées peuvent être mises en place sur différents types de parcelles :

- forestières : *les problèmes de la concurrence avec les débouchés actuels, sur les plans disponibilité de la ressource et rentabilité de l'opération se posent, surtout sur les parcelles de taille importante. La rentabilité dépend du prix de vente des plaquettes combustibles ;*
- agricoles : *les problèmes de concurrence avec des cultures alimentaires ou d'autres filières énergétiques se pose. De toute façon, les surfaces de jachères ne sont pas maintenues dans les Landes ;*
- « coupures vertes » ou coupures d'urbanisation : *les possibilités de réalisation sont faibles. En effet, de telles coupures sont le plus souvent déjà exploitées. Une partie de celles qui ne le sont pas représente des espaces naturels à enjeux ;*
- friches industrielles et terrains pollués : très peu dans les Landes ;
- autres parcelles (exemple : bords de routes).

Résumé des ressources principales et secondaires

| <i>Ressource</i> | <i>Quantité totale</i> | <i>Quantité théorique disponible pour le bois énergie</i> | <i>Commentaire</i> |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Pin maritime – coupes d'exploitation | Prod. biologique : 5 600 000 tonnes[1] Prélèvements : 4 700 000 tonnes[2] | Jusqu'à 5% de la production biologique soit 280 000 tonnes. Ce qui conduirait à prélever 90% de la production biologique. | Exploitation actuelle = 84%[3] de la production biologique. Possibilités : - Sylviculture mixte, - Diversification. |
| Pin maritime – branches et souches | Branches : 100 000 tonnes dans les Landes Souches : 160 000 t dans les Landes[4] | | Potentiel visé par les projets CRE2 – en cours d'étude |
| Pin maritime - éclaircies | Non connu | | Déjà en partie valorisées pour le bois d'industrie |
| Feuillus – coupes d'exploitation | Prod. biologique : 540 000 tonnes[5] Prélèvements : - 2005 : 90 000 t - 1999 : 170 000 t[6] | 20% de la production biologique soit 110 000 tonnes. | Exploitation très faible : entre 19% (2005) et 36% (1999) de la production biologique. Ce qui laisse une marge de manœuvre importante. |
| Rémanents | Non connu | | Déjà en partie récoltés |
| Connexes de scierie | 660 000 tonnes en 2005[7] | 15 400 tonnes disponibles car non commercialisées en 2005[7] | 60% de la production de connexes sont commercialisés pour la trituration. |
| Bois de rebut | 12 500 tonnes[8] | | Déjà valorisés en grande partie, notamment pour la trituration. |
| Bois d'élagage | 1 800 arbres par an[9] | | Valorisé en bois énergie si l'opération est intéressante financièrement. |
| Cultures dédiées | 8 à 13 t/ha par année suivant les essences. | | Éventuellement sur les bords de nouvelles routes, ou sur des parcelles forestières. |

[1] Source : IFN – Landes – IV^e Inventaire 1999 : 5 087 940 m³

[2] Source : EAB – Chiffre année 1999 : 4 276 552 m³

[3] La production biologique est environ la même qu'en 1999 (peu de variations en général, pas d'influence de la tempête de 1999) et les prélèvements sont à peu près revenus au niveau de 1999 (baisse suite à la tempête de 1999).

[4] Source : FCBA - FIF 3-2007 - n°756

[5] Source : IFN - Landes - IV^e Inventaire 1999 : 486 580 m³

[6] Source : EAB - 2005 : 93 851 m³ et 1999 : 173 551 m³. Attention, les chiffres sont basés sur les déclarations des exploitants forestiers titulaires d'une carte délivrée par le Ministère et peuvent être sous évalués (non prise en compte de l'autoconsommation, notamment bois de chauffage).

[7] EAB 2005 (AGRESTE)

[8] Déchets bois récupérés par les 5 syndicats de récupération des déchets des Landes.

[9] Campagne d'élagage 2007 du CG40.

Dans le tableau ci-dessus, parmi les ressources « Pin maritime » et « Feuillus », se trouvent les ressources issues des forêts communales : celles-ci représentent environ 50 000 hectares (dont la moitié environ sous régime forestier), soit +/- 500 000 tonnes de production biologique par an.

D'autres pistes, pour lesquelles la rentabilité financière reste parfois à prouver, ne doivent pas être oubliées :

- Les dépressages ;
- Les zones à fomes (sauf si infectées depuis peu) ;
- Les volumes exportés, essentiellement en Espagne, représentant 15 % de la récolte forestière.

7. BILAN ECONOMIQUE DES CHAUFFERIES BOIS

7.1. RENTABILITE ECONOMIQUE D'UN PROJET DE CHAUFFERIE BOIS

Important : Les cas étudiés ci-dessous sont des exemples qui ne doivent pas être pris comme des références ; ils permettent simplement de montrer ce que peut être un projet bois énergie dans des conditions précises. En effet, les projets bois énergie peuvent être extrêmement variables en termes de difficulté de mise en œuvre, de coûts, de solutions techniques et d'approvisionnement, etc. C'est pourquoi, chaque projet est différent (de plus en plus quand la puissance augmente) et la généralisation de coûts et de solutions n'est pas pertinente.

7.1.1. Chaudière bois individuelle

L'étude des conditions de rentabilité économique d'une chaudière automatique au bois pour un particulier est réalisée ici pour un exemple : une maison de 200 m², nécessitant une chaudière bois de 17 kW (besoins en chauffage de 31 MWh/an). Le combustible utilisé est le granulé car les plaquettes ne peuvent pas être utilisées dans des chaudières de petite puissance.

Hypothèses de calcul

- maison de 200 m² (surface importante car les petites maisons n'ont pas de besoins suffisamment élevés pour une chaudière bois),
- besoins en chauffage de 31 MWh/an,
- chaudière de 17 kW,
- combustible : granulés,
- la chaudière bois couvre l'intégralité des besoins.

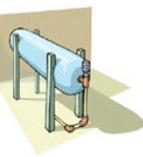
Coût de l'installation

L'investissement de cette installation se monte environ à 16 500 €HT (matériel, pose, silo et radiateurs compris) ; la plus grande part concerne la chaudière.

Comparaison avec des solutions dites de référence

Il est intéressant de comparer sur le plan financier la mise en place d'une chaudière bois à granulés avec une installation de chauffage « classique ».

Pour cela, est réalisé le calcul du nombre d'années au bout desquelles les dépenses sont les mêmes pour les deux solutions (dépenses = investissement + entretien de l'installation + achat de l'énergie + remboursement de l'emprunt). C'est à partir de ce nombre d'années d'équilibre que le choix de la solution bois énergie permettra à l'utilisateur de faire des économies. Si ce nombre d'années est supérieur à la durée de vie de l'installation envisagée, cela signifie que la solution bois énergie est globalement plus chère que la solution à laquelle elle est comparée. Ce nombre d'années est appelé temps de retour investisseur.

| | | | | | |
|------------------------------------|---|---|--|---|----------------|
| |  |  |  |  | |
| Energie substituée | Gaz nat | Fioul | Propane | Electricité HP | Electricité HC |
| Temps de retour investisseur (ans) | > 30 | 5 | 1 | 6 | 12 |

Remarque : Les calculs tiennent compte du crédit d'impôt. Les économies réalisées dépendent du prix de l'énergie substituée et de son évolution future, ainsi que du rendement de l'appareil correspondant. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Note : La durée de vie d'une chaudière bois à granulés, ainsi que des autres solutions de chauffage est d'environ 25 ans.

Étant donné le combustible choisi – les granulés – et leur prix relativement élevé par rapport aux autres combustibles bois, la solution chaudière bois granulés est plus chère sur la durée de vie de l'installation qu'une solution gaz naturel (énergie peu chère).

Pour les autres énergies, leur prix étant bien plus élevé, la solution bois énergie est très compétitive, et ce dès la première année pour le propane (énergie chère).

7.1.2. Chaudière bois collective

L'étude des conditions de rentabilité économique d'une chaudière automatique au bois collective est réalisée ici pour un exemple : un bâtiment de 4 000 m² appartenant à une collectivité, nécessitant une puissance de chauffage totale de 420 kW (besoins en chauffage totaux de 750 MWh/an).

Hypothèses de calcul

- bâtiment de collectivité de 4 000 m²,
- besoins en chauffage totaux de 750 MWh/an,
- puissance totale de chauffage de 420 kW,
- la chaudière bois couvre 80 % des besoins, soit 600 MWh ; sa puissance est de 300 kW,
- la chaudière d'appoint couvre le reste des besoins (150 MWh) ; sa puissance est de 420 kW,
- combustible bois : plaquettes, d'une humidité de 35 %, à 70 €/t HT.

Remarque : La filière du Conseil Général des Landes livre à l'heure actuelle les chaufferies bois du département en plaquettes à un prix de 105 €/t TTC, soit 88 €/t HT ; ce coût élevé s'explique par la configuration centrale de la filière qui implique des coûts de reprise et livraison élevés. Une organisation optimisée de la filière devrait permettre de proposer des plaquettes à 70 € HT/t.

Coût de l'installation

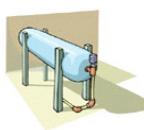
L'investissement de cette installation se monte environ à 320 000 € :

| | |
|--|----------|
| Chaudière bois | 55 000 € |
| Équipement chaufferie bois (dont dessileur) | 63 000 € |
| Chaudière appoint | 48 000 € |
| Équipement chaufferie (appoint) | 42 000 € |
| Génie Civil (chaufferie + silo) | 61 000 € |
| Maîtrise d'œuvre, contrôle, sécurité | 27 000 € |
| Équipements de diffusion intérieure (radiateurs) | 20 000 € |

Comparaison avec des solutions dites de référence

Il est intéressant de comparer sur le plan financier la mise en place d'une chaudière bois avec une installation de chauffage « classique ».

Pour cela, est réalisé le calcul du nombre d'années au bout desquelles les dépenses sont les mêmes pour les deux solutions (dépenses = investissement + entretien de l'installation + achat de l'énergie + remboursement de l'emprunt). C'est à partir de ce nombre d'années d'équilibre que le choix de la solution EnR + appoint permettra à l'utilisateur de faire des économies. Si ce nombre d'années est supérieur à la durée de vie de l'installation, cela signifie que la solution bois énergie est globalement plus chère que la solution à laquelle elle est comparée. Ce nombre d'années est appelé temps de retour investisseur.

| |  |  |  |  |
|------------------------------------|---|---|--|---|
| Energie substituée | Gaz nat | Fioul | Propane | Electricité |
| Temps de retour investisseur (ans) | 18 | 6 | 1 | 7 |
| TRI sur 20 ans (hors VR) | 1,7% | 21,2% | 104,2% | 15,0% |

Remarque : Les calculs tiennent compte des aides financières possibles (PRAE 2007). Les économies réalisées dépendent du prix de l'énergie substituée et de son évolution future, ainsi que du rendement de l'appareil correspondant. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Note : La durée de vie d'une chaudière bois, ainsi que des autres solutions de chauffage est de 20 ans maximum.

La solution bois énergie + appoint est intéressante financièrement comparativement à toutes les autres solutions ; un peu limite par rapport au gaz naturel, le temps de retour est presque immédiat par rapport au propane.

7.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES

7.2.1. Pour les particuliers

La loi de finances pour 2005 a créé un crédit d'impôt dédié au développement durable et aux économies d'énergie. Destinée à renforcer le caractère incitatif du dispositif fiscal en faveur des équipements de l'habitation principale, cette mesure est désormais ciblée sur les équipements les plus performants au plan énergétique ainsi que sur les équipements utilisant les énergies renouvelables. Cette mesure a pour vocation une diffusion large des équipements énergétiques durables afin de contribuer à l'atteinte des objectifs ambitieux de la France en matière d'économies d'énergie et d'énergies renouvelables. Elle s'inscrit dans la stratégie mise en place pour réduire d'un facteur 4 nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

Ce crédit d'impôt est accordé aux particuliers s'équipant d'une installation énergie renouvelable, par exemple une chaufferie bois, pour leur résidence principale, et sous réserve de critères de performances de l'appareil.

Le taux de ce crédit d'impôt est de 50 %. Il porte sur le prix des équipements et des matériaux, hors main d'œuvre. L'installation doit être réalisée par une entreprise et une facture (ou une attestation fournie par le vendeur ou le constructeur du logement neuf) portant mention des caractéristiques requises dans l'arrêté doit être établie pour les services fiscaux.

En cas d'aide publique supplémentaire pour l'acquisition de l'équipement (conseil régional, conseil général, ANAH, ...) le calcul du crédit d'impôt se fait sur les dépenses d'acquisition des équipements, déductions faites des aides publiques, selon les modalités définies dans l'instruction fiscale.

| Équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable | Caractéristiques et performances |
|--|--|
| <p>Équipements de chauffage ou de production d'eau chaude fonctionnant au bois ou autres biomasses dont le rendement énergétique doit être supérieur ou égal à 65 %</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poêles • Foyers fermés, inserts de cheminées intérieures • Cuisinières utilisées comme mode de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire • Chaudières autres que les chaudières à condensation ou à basse température mentionnées au point et dont la puissance thermique est inférieure à 300 kW et dont le rendement est supérieur ou égal à 65 % | <p>Rendement 65 %</p> <p>norme NF EN 13240 ou NF D 35376 norme NF EN 13229 ou NF D 35376</p> <p>norme NF EN 12815 ou NF D 32301</p> <p>norme NF EN 303.5 ou EN 12809</p> |

7.2.2. PRAE : ADEME/Région

Dans le cadre du Programme Régional Aquitain de l'Environnement (PRAE) 2007, l'ADEME et le Conseil Régional accordent des aides aux projets bois énergie, au niveau aide à la décision et aide à l'investissement.

Les différents postes d'aides sont les suivants :

- Soutien aux études de faisabilité et prédiagnostics préalables à investissement ; les prédiagnostics réalisés dans le cadre de plans bois énergie départementaux peuvent bénéficier d'un taux d'aides publiques de 100 % dans le cas d'une intervention financière du Conseil Général correspondant.
- Accompagnement des structurations et pérennisation des différentes filières d'approvisionnement bois énergie plaquettes.
- Soutien aux chaufferies bois alimentées en plaquettes forestières : l'octroi des aides à l'investissement sera conditionné par le respect des règles suivantes :
 - 1/ les investissements bois énergie doivent être accompagnés d'un plan d'action de maîtrise de la demande en énergie (MDE) dans les bâtiments chauffés (hors opération réseau de chaleur),
 - 2/ la proximité d'une filière locale d'approvisionnement structurée ou en cours,
 - 3/ Un temps de retour brut, toutes aides publiques confondues supérieur ou égal à 5 ans.
- Des actions de communication ciblées seront réalisées afin de faciliter le lancement de nouvelles filières (Pyrénées Atlantiques...)
- Promotion et suivi des formations Qualibois pour les artisans.

Le détail des aides financières est donné en annexe.

Attention : Les aides et leurs critères accordées dans le cadre du PRAE ont été modifiées en 2008 ; ces aides étant en cours d'actualisation, se reporter directement à la délégation régionale de l'ADEME ou au Conseil Régional.

7.2.3. Autres



Évolution législative :

Les chaufferies bois font partie des opérations qui entrent dans le cadre des certificats d'économie d'énergie.

8. RENTABILITE MACRO-ECONOMIQUE DE LA FILIERE BOIS ENERGIE

8.1. ÉQUILIBRE ECONOMIQUE DE LA FILIERE

8.1.1. *Potentiel de nouveaux projets*

Dans l'habitat

Dans l'habitat, trois types d'appareils peuvent être mis en place : d'une part, dans les maisons, les appareils indépendants (poêles et inserts) et les chaudières individuelles et d'autre part, dans l'habitat collectif, les chaudières collectives.

Suivant le type d'appareil, le combustible bois ne sera pas utilisé sous la même forme (bûches, granulés, plaquettes). Les gisements qui concernent les trois catégories d'installation sont les suivants :

| Appareil | Existant | Neuf |
|------------------------|--|---------------------------|
| Poêle ou insert | En appoint sur 30 % des maisons chauffées à l'électricité, au fioul ou au propane (coefficient de 30 % permettant de tenir compte des possibilités de mise en place et des difficultés d'approvisionnement). | Pas de gisement considéré |
| Chaudière individuelle | 30 % des maisons actuellement chauffées au fioul ou gaz propane. Les propriétaires des maisons utilisant ces énergies sont ceux qui sont le plus enclins à changer d'énergie compte tenu de la hausse des prix du baril depuis les 5 dernières années. D'autre part, les propriétaires équipés d'un chauffage à l'électricité s'orienteront plus difficilement sur le bois énergie puisqu'une telle installation suppose de faire des travaux pour les émetteurs de chaleur et le réseau hydraulique. Quant aux maisons chauffées actuellement au gaz naturel, le temps de retour est plus important. Le coefficient de 30 % a été appliqué au gisement ainsi trouvé de manière à rendre compte des difficultés d'implantation d'un silo dans l'existant et des difficultés d'approvisionnement. | 70 % des maisons neuves. |

| | | |
|----------------------|--|--|
| Chaudière collective | Pas de gisement considéré étant données les difficultés de mise en place d'un mode de chauffage collectif au bois dans les constructions existantes. | 40 % des immeubles de logements neufs ; ils se prêtent peu aux exigences d'une chaudière bois (approvisionnement, entretien, maintenance, etc.). 50 % des immeubles d'hébergement. |
|----------------------|--|--|

Gisement net des installations bois énergie dans l'habitat individuel

| | | | |
|--|---|--|---|
| BOIS ENERGIE SUR LES MAISONS |  |  |  |
| | Poêles, inserts | Chaudières ind. | Chaudières ind. |
| Cible envisagée | 60 783 maisons existantes - chauffage fioul, propane et électrique | 25 645 maisons existantes - chauffage fioul et propane | 2 771 constructions neuves par an |
| Gisement net pour les installations bois-énergie (nb d'installations) | 42 548 | 17 952 | 1 940 |

Remarque : Les chiffres ci-dessus sont des chiffres de gisements et non des objectifs à atteindre.

Gisement net des installations bois énergie dans l'habitat collectif et l'hébergement²¹

| | | |
|--|---|---|
| BOIS ENERGIE SUR IMMEUBLES D'HABITAT ET D'HEBERGEMENT NEUFS |  |  |
| | Logements collectifs | Hébergement |
| Cible envisagée | 136 constructions neuves/an | 9 constructions neuves/an |
| Gisement net pour les installations bois-énergie (nb d'installations) | 54/an | 5/an |

²¹ Hôtels, motels et autres locaux d'hébergement (foyer de personnes âgées, étudiants, jeunes travailleurs, travailleurs sociaux, immigrants, enfants ou adolescents, inadaptés, handicapés mentaux, ...)

Dans les secteurs collectif et tertiaire

| BOIS ENERGIE SUR LES BATIMENTS AUTRES NEUFS |  Bureaux |  Enseignement et culture |  Santé et social |
|--|--|--|--|
| Cible envisagée par an (nombre) | 103/an | 108/an | 43/an |
| Cible envisagée par an (m² SHON / an) | 22 838/an | 29 923/an | 20 773/an |
| Gisement net pour les installations bois-énergie (nombre) | 41/an | 43/an | 17/an |
| Gisement net pour les installations bois-énergie (kW installés) | 795/an | 1 041/an | 723/an |

Dans le secteur industriel

Les entreprises a priori susceptibles de s'équiper d'une chaudière bois sont celles dont l'activité est déjà liée à la filière bois : les 60 scieries, les 10 entreprises de fabrication de panneaux, les 3 papetiers et les autres entreprises de la filière. Certaines de ces entreprises sont déjà équipées d'une installation ou bois, ou l'envisagent, notamment dans le cadre du deuxième appel d'offres de la CRE (cogénération).

D'autre part, des entreprises ayant d'importants besoins de chaleur peuvent être également intéressées.

La taille des projets est alors très variable ; certains projets (dont ceux envisagés dans le cadre de l'appel d'offres CRE2) sont très importants et peuvent consommer jusqu'à des centaines de milliers de tonnes de bois par an.

8.1.2. Mise en perspective

Le calcul à l'horizon 2020 des potentiels évalués dans les paragraphes précédents a permis de produire la partie gauche du tableau ci-dessous. Trois scénarios ont été envisagés :

1. une filière bois énergie cantonnée aux bâtiments collectifs (secteurs collectifs et tertiaire),
2. incluant également des projets industriels (hors projets présentés en réponse à l'appel d'offres de la CRE²²),
3. incluant également une filière étendue jusqu'à l'habitat individuel :

²² Quantités difficiles à évaluer et surtout gisement a priori différent puisque centré sur la récupération des cimes et souches (cf. études menées dans le cadre du Pôle de Compétitivité).

| | Potentiel en 2020 | | | | Objectifs possibles en 2020 | | | | |
|---------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | Nbre qui pourrait être installé d'ici 2020 | Tonnes de plaquettes/an à H35 | Tonnes de granulés/an à H7 | Tonnes de bûches/an à H40 | Nbre à installer d'ici 2020 | Nbre à installer/an | Tonnes de plaquettes/an à H35 en 2020 | Tonnes de granulés/an à H7 en 2020 | Tonnes de bûches/an à H40 en 2020 |
| Chaudières collectives | 1 925 | 51 423 | | | 180 | 15 | 9 614 | | |
| Scénario 1 | 1 925 | 51 423 | 0 | 0 | 180 | 15 | 9 614 | 0 | 0 |
| Chaudières collectives | 1 925 | 51 423 | | | 180 | 15 | 9 614 | | |
| Chaudières industrielles* | 100 | 500 000 | | | 6 | 0,5 | 30 000 | | |
| Scénario 2 | 2 025 | 551 423 | 0 | 0 | 186 | 16 | 39 614 | 0 | 0 |
| Chaudières collectives | 1 925 | 51 423 | | | 180 | 15 | 9 614 | | |
| Chaudières industrielles* | 100 | 500 000 | | | 6 | 0,5 | 30 000 | | |
| Chaudières individuelles | 41 228 | | 333 948 | | 1 200 | 100 | | 9 720 | |
| Appareils ind. indpt | 42 548 | | 31 911 | 31 911 | 6 000 | 500 | | 4 500 | 4 500 |
| Scénario 3 | 85 802 | 551 423 | 365 859 | 31 911 | 7 386 | 616 | 39 614 | 14 220 | 4 500 |

A partir de ces chiffres de potentiel, des chiffres d'objectifs possibles ont été estimés (partie droite du tableau). Cet exercice a été réalisé dans le but d'évaluer la quantité de bois qui pourrait être consommée par la filière bois énergie en 2020.

Les tonnages indiqués correspondent à des quantités de bois « prêtes à l'emploi » c'est-à-dire à l'humidité requise par la chaudière. La prise en compte de l'humidité à la récolte permet de connaître le véritable tonnage que nécessiterait la filière bois énergie en 2020 en prenant les objectifs du tableau : il varie entre 12 500 tonnes (scénario 1) et 51 500 tonnes (scénarios 2 et 3) pour les plaquettes, 0 tonne (scénarios 2 et 3) et 22 000 tonnes pour la sciure destinée à la fabrication de granulés et entre 0 tonne (scénarios 2 et 3) et 6 000 tonnes pour les bûches (inserts et une partie des poêles uniquement).

| t | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|-------------------|------------|------------|------------|
| Plaquettes | 12 500 | 51 500 | 51 500 |
| Sciure (granulés) | 0 | 0 | 22 000 |
| Bûches | 0 | 0 | 5 900 |

| m ³ | Scénario 1 | Scénario 2 | Scénario 3 |
|-------------------|------------|------------|------------|
| Plaquettes | 11 400 | 46 800 | 46 800 |
| Sciure (granulés) | 0 | 0 | 24 000 |
| Bûches | 0 | 0 | 5 300 |

Les quantités de bois nécessaires pour la production des plaquettes envisagées sont très faibles (environ 1,2 % au maximum) au regard des quantités déjà récoltées en bois d'œuvre et d'industrie. La sciure représente environ 18 % de ce qui est actuellement produit. Le bois bûche représente environ 17 % de ce qui est récolté actuellement.

La filière bois énergie telle qu'envisagée ci-dessus ne constitue pas a priori une menace importante pour les autres industries, les quantités restant relativement faibles en comparaison. Seule la mobilisation de la sciure pour la fabrication des granulés risque de s'avérer délicate.

8.2. EXTERNALITES

8.2.1. Développement local

Il est admis que le développement du bois énergie entraîne des retombées positives sur l'économie du bois et de la forêt : création et maintien d'emplois, développement de l'activité sur un territoire, maintien du dynamisme des communes alentours, etc.

Le graphique ci-après en est une illustration par le chiffrage des retombées économiques par type de combustible, et par bénéficiaire de ces retombées. Ce graphique reprend des données de la France continentale.

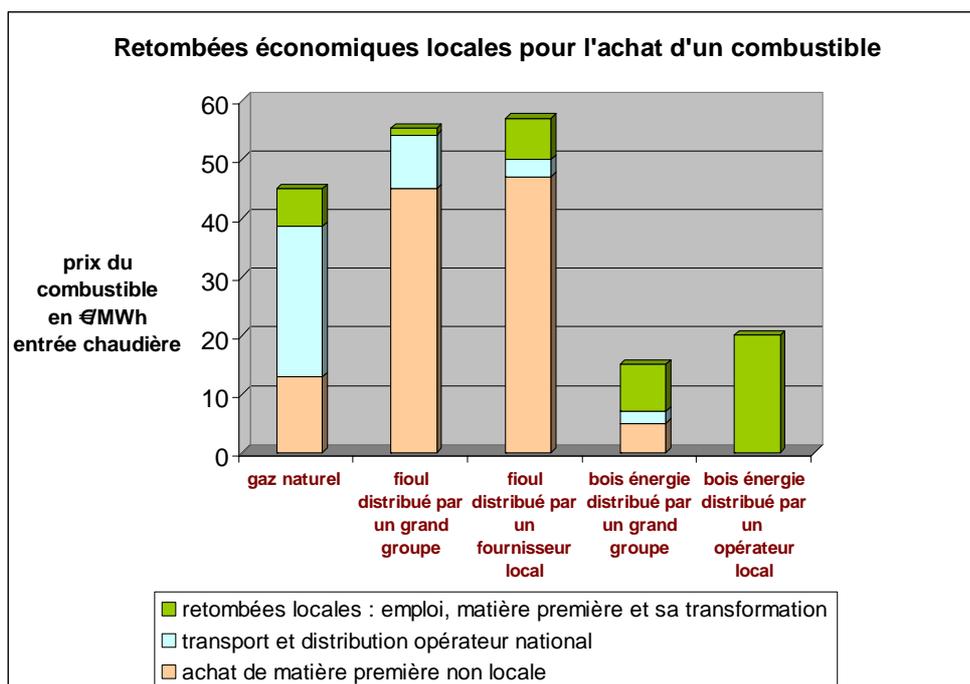


Figure 2 : Comparaison des retombées locales pour l'achat de gaz, fioul et bois énergie (source : Rhône Alpes Énergie Environnement - 2005)

Ce graphique confirme l'intérêt du bois énergie en termes de développement local (lorsque l'opérateur d'approvisionnement est local) puisque c'est la seule filière parmi celles étudiées qui peut fonctionner intégralement grâce à des acteurs locaux.

8.2.2. Impact sur l'emploi

D'une manière générale, le bois énergie nécessite plus de main d'œuvre que les autres sources d'énergie, pour les opérations de :

- exploitation et transport du bois ;
- collecte et tri des bois de rebut et des déchets de bois ;
- conditionnement du bois (broyage), transport, stockage et gestion de l'approvisionnement des chaufferies ;
- exploitation des chaufferies.

On considère que la filière bois énergie génère entre 3 et 5 fois plus d'emplois que les filières traditionnelles, gaz, fioul, charbon ou électricité. Afin de quantifier plus précisément cet impact, non négligeable en terme de développement local, l'ADEME a réalisé une étude finalisée courant 2007 sur l'évaluation des emplois dans la filière biocombustibles. Celle-ci comptabilise les emplois ETP (Équivalent Temps Plein) par unité d'énergie consommée dans les différents secteurs de la filière (production des combustibles suivant le type de combustible, transport/stockage, production des équipements de chauffage suivant le type et la puissance et exploitation des chaufferies).

En utilisant les ratios calculés dans cette étude, le nombre d'emplois équivalent temps plein qui seraient créés ou pérennisés par la filière bois énergie pour les trois scénarios étudiés a été calculé :

| Nombre d'emplois ensemble filière | Production des combustibles + appro. | Production des équipements de chauffage | Exploitation des chaufferies | TOTAL |
|--|---|--|-------------------------------------|--------------|
| Scénario 1 | 19 | 2 | 4 | 25 |
| Scénario 2 | 79 | 5 | 13 | 97 |
| Scénario 3 | 95 | 11 | 13 | 119 |

Les filières traditionnelles de transformation du bois génèrent elles aussi un nombre d'emplois important ; il y a donc un réel bénéfice si les emplois créés ne viennent pas se substituer à ceux qui auraient pu être créés ou pérennisés dans les autres filières bois.

Contexte : en 2006, la filière biocombustibles représentait en France environ 60 000 emplois (dont 40 % d'emplois informels).

8.2.3. Chiffre d'affaires généré par la filière

Un calcul simple peut être effectué afin de quantifier le chiffre d'affaires généré par l'activité bois énergie : la quantité de bois mobilisée est multipliée par le coût de la mobilisation de ce bois, sa transformation en plaquettes et sa livraison. On obtient donc le chiffre d'affaires généré par l'ensemble de la filière d'approvisionnement.

Les hypothèses de prix des combustibles bois sont les suivantes :

| | |
|----------------------|--------------|
| Prix de la plaquette | 70 €/t à H35 |
| Prix granulés | 215 €/t à H7 |
| Prix bûches | 97 €/t à H35 |

Le chiffre d'affaires généré par l'ensemble de la filière est alors, suivant le scénario considéré :

| | | |
|------------|-----------|---|
| Scénario 1 | 392 591 | € |
| Scénario 2 | 1 617 591 | € |
| Scénario 3 | 3 656 376 | € |

Note : Le chiffre d'affaires de l'ensemble de la filière bois en Aquitaine se monte à 2,6 milliards d'euros (CRPF Aquitaine 2004) ; elle emploie presque 28 000 salariés (16,5 % des effectifs nationaux).

9. BILAN ENVIRONNEMENTAL

9.1. A L'ECHELLE D'UN BATIMENT

9.1.1. Bilan carbone

Lorsque l'on veut quantifier l'impact d'un process, d'une filière ou d'un produit sur l'environnement en terme de participation aux changements climatiques d'origine anthropique, ce sont ses émissions en dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO₂) qui sont prises comme référence ; c'est en effet, le plus répandu des gaz à effet de serre (GES) et par conséquent celui qui contribue le plus aux dérèglements climatiques d'origine anthropique.

La réaction de combustion rejette, d'une manière générale, du gaz carbonique (CO₂). La combustion du bois n'échappe pas à cette règle et rejette elle aussi du gaz carbonique. Cependant, l'arbre a absorbé une quantité équivalente de ce gaz lors de sa croissance, pendant le processus de photosynthèse. De plus, si l'arbre n'est pas brûlé mais se décompose naturellement, il émet environ la même quantité de gaz à effet de serre que lors de sa combustion. On considère donc que le bilan carbone de la filière bois énergie est nul, contrairement aux filières fossiles :

| Énergie | Quantité de CO ₂ émis lors de la combustion (g _{CO2} /kWh) |
|-------------------------|--|
| Gaz naturel | 205 |
| Fioul domestique | 271 |
| Propane | 231 |
| Électricité (chauffage) | 180 |
| Bois | 0 |

En ce qui concerne les autres gaz à effet de serre, la combustion du bois en produit peu. Le bois énergie est donc neutre au regard des changements climatiques actuels. Cela signifie que lorsque la substitution du fioul ou du gaz par exemple par du bois énergie permet de diminuer les rejets atmosphériques de gaz à effet de serre.

L'utilisation de bois énergie n'engendre pas d'émission nette de dioxyde de carbone tant que la surface boisée ne décroît pas et que les coupes sont compensées par de nouvelles plantations.

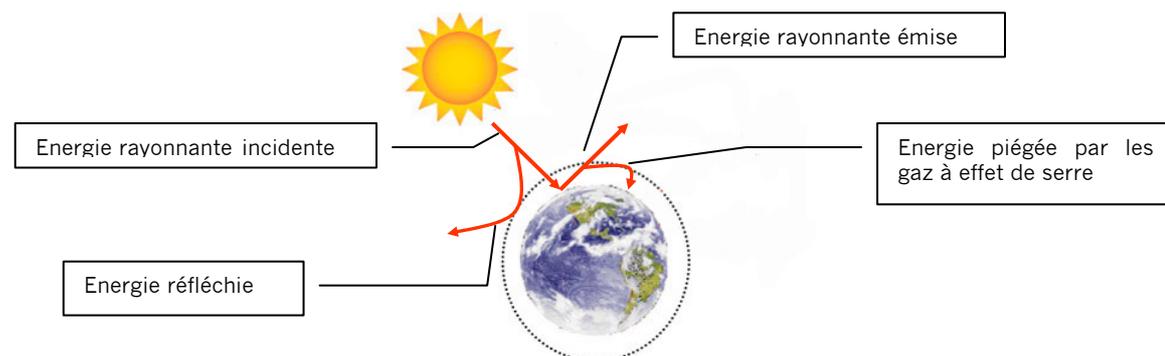
Les résultats pour les exemples de projet déjà étudiés sur le plan économique (voir § 8) sont les suivants :

| Énergie substituée | Quantité de CO ₂ évitée (t/an) | |
|-------------------------|---|---------------------------------|
| | Exemple de chaudière individuelle | Exemple de chaudière collective |
| Gaz naturel | 6,4 | 154 |
| Fioul domestique | 8,5 | 204 |
| Propane | 7,2 | 174 |
| Électricité (chauffage) | 5,6 | 135 |

L'effet de serre

L'effet de serre est à l'origine un phénomène naturel grâce auquel la surface de la Terre atteint une température moyenne de 15°C (elle serait de -18°C sinon), permettant ainsi le développement de la vie.

Le mécanisme de l'effet de serre est le renvoi vers la terre d'une partie du rayonnement qu'elle émet en direction de l'espace, et ce par l'intermédiaire de gaz (gaz carbonique, méthane, vapeur d'eau, chlorofluorocarbures, ozone (CFC) entre autres). C'est ce rayonnement renvoyé en direction de la terre qui est à l'origine de l'élévation de température.



Les activités de l'homme rejettent une grande quantité de ces gaz à effet de serre. La nature n'est plus capable de les absorber et ils provoquent des changements climatiques importants et non naturels qui peuvent s'avérer dramatiques s'ils continuent à être rejetés à la même allure. Le gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO_2) est le principal gaz à effet de serre présent dans l'atmosphère.

9.1.2. Autres émissions polluantes

Les appareils modernes de chauffage au bois permettent une combustion complète avec de faibles émissions de polluants grâce à une température de combustion élevée, un temps de séjour élevé dans la zone chaude, un bon mélange entre les gaz combustibles produits lors de la pyrolyse et l'air comburant, un excès d'air faible.

La combustion du bois émet peu de dioxyde de soufre (SO_2) par rapport aux énergies fossiles comme le fuel et le charbon ; elle en émet toutefois plus que le gaz naturel.

Les poussières ont un impact localement sur l'environnement, mais depuis quelques années des progrès techniques ont été faits pour améliorer la combustion et traiter les fumées au niveau de l'habitat individuel et collectif (traitement des fumées avec séparateur cyclonique, séparateur à manche ou électrofiltre, combustion étagée, ...).

| Energie utilisée et type de chaudière | Dioxyde de soufre (SO₂) | Oxydes d'azote (NO_x) | Composés organiques volatiles (CxHy) | Monoxyde de carbone (CO) | Dioxyde de carbone (CO₂) | Poussières |
|--|---|--|---|---------------------------------|--|-------------------|
| Fioul | 0,50 | 0,14 | 0,04 | 0,2 | 281 | 0,02 |
| Gaz naturel | 0 | 0,14 | 0,02 | 0,2 | 187 | 0 |
| Charbon | 1,22 | 0,25 | 0,04 | 16,2 | 374 | 0,22 |
| Bois bûche, chaudière traditionnelle | 0,04 | 0,18 | 3,60 | 21,6 | 0 | 0,25 |
| Bois bûche, chaudière moderne | 0,04 | 0,15 | 0,03 | 1,3 | 0 | 0,05 |
| Bois déchiqueté | 0,04 | 0,16 | 0,01 | 0,1 | 0 | 0,01 |

Tableau 8 : Émissions de divers polluants lors de la production de chaleur (mg/GWh)

(Source : BLT Autriche)

9.2. A L'ECHELLE DE LA FILIERE

9.2.1. Bilan des chaufferies

Le tableau ci-dessous a été calculé à partir des données présentées au paragraphe précédent, et des chiffres d'objectifs possibles définis dans le scénario 3 ; il permet de comparer les émissions de différents polluants entre les appareils de chauffage au bois définis dans le scénario 3 et les mêmes appareils fonctionnant au fioul ou gaz :

| Emissions évitées (t) | SO₂ | NO_x | COV | CO | CO₂ | Poussières |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-----------|-----------------------|-------------------|
| Gaz naturel | -7,0 | -3,4 | 1,8 | 8,2 | 36 487 | -3,3 |
| Fioul | 91,2 | -3,4 | 5,3 | 8,2 | 54 731 | 0,3 |
| Propane | | | | | 45 024 | |
| Electricité | | | | | 35 084 | |

Lecture du tableau : La première case signifie que si toutes les chaudières envisagées dans le cadre du scénario 3 sont mises en place et viennent en substitution de chaudières au gaz naturel alors 7 tonnes de SO₂ seront émises en plus (le bois émet plus de dioxyde de soufre que le gaz naturel).

Remarque : En ce qui concerne les autres énergies substituables (électricité, propane), nous n'avons pu trouver de données.

L'avantage le plus important de l'énergie bois sur les énergies fossiles est le dioxyde de carbone pour lequel son bilan est neutre. Les bilans du monoxyde de carbone et des composés organiques volatils sont également en faveur du bois énergie. Cependant, en ce qui concerne les poussières et le dioxyde de soufre, le bois n'est favorable que comparé au fioul, le gaz naturel présentant de meilleurs résultats. Enfin pour les oxydes d'azote, l'usage du bois n'est pas meilleur que celui du fioul ou du gaz naturel.

9.2.2. Bilan de l'approvisionnement

Un des inconvénients, et par ailleurs des difficultés, du bois énergie consiste en l'approvisionnement des chaufferies : étant réalisé de manière locale, celui-ci ne peut que se baser sur un transport routier. Le déplacement de camions produit un certain nombre de nuisances (exemple le bruit), dont la plus importante est la pollution émise.

L'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité) a réalisé, avec le soutien financier de l'ADEME, une étude sur le transport routier et plus particulièrement les émissions de polluants émis. A partir de ces données et des hypothèses suivantes, ont été calculées les émissions de polluants causées par l'approvisionnement de la filière bois énergie telle qu'envisagée dans le scénario 3 :

| | |
|----------------------------------|---|
| Production d'énergie annuelle | 195 046 MWh |
| Tonnage annuel | 39 614 t de plaquettes à 45% d'humidité 14 220 t de granulés à 7,5% d'humidité 4 500 t de bûches à 35% d'humidité |
| Distance de livraison moyenne AR | 100 km |
| Quantité moyenne livrée | 20 t |
| Nombre de km parcourus au total | 170 142 km |
| Nombre de camions par jour | 8 |

| Polluants | SO ₂ | NO _x | COV | CO | CO ₂ | Particules |
|--|-----------------|-----------------|-----|-----|-----------------|------------|
| Emissions unitaires (g/km) - données INRETS | 24,9 | 5,5 | 1,9 | 1,3 | 966,6 | 0,2 |
| Emissions totales (t) | 7 | 1,6 | 0,5 | 0,4 | 282 | 0,07 |

Ces chiffres sont intéressants car ils permettent de donner un ordre de grandeur des pollutions causées ; cependant, ils ne peuvent pas être comparés aux émissions évitées grâce au recours au bois énergie car il faudrait alors pouvoir connaître les chiffres correspondant à la production et au transport des énergies fossiles.

LE PETIT EOLIEN²³

10. PRECONISATIONS TECHNIQUES

10.1. CONTEXTE

Depuis un certain nombre d'années, un nouveau type d'éoliennes de petite taille et de petite puissance destinées à être implantées en milieu urbain a vu le jour. Cette nouvelle technologie permet d'élargir le choix en matière d'énergies renouvelables.

De la même manière que pour le photovoltaïque, les éoliennes urbaines produisent de l'électricité sur site, évitant toutes pertes de transport et permettant également de répondre aux exigences de production d'électricité verte.

Cependant, ces petites éoliennes en milieu urbain sont des produits appartenant à un marché de niche encore naissant. Les installations et les connexions au réseau sont également assez limitées. Par conséquent, pour voir grandir ce marché, un effort de communication, d'accès à l'information et surtout d'incitations doit être réalisé essentiellement dans les domaines de la régulation, des procédures administratives ou encore des questions de coûts.

Le marché des éoliennes urbaines

Selon l'association mondiale de l'énergie éolienne, il est difficile d'estimer le nombre ou la capacité installée des petites éoliennes, cependant certains chiffres permettent de présenter les principales tendances.

Au Japon, plus de 6 000 éoliennes ont été installées, plus précisément on considère que le nombre de petites éoliennes placées en milieu urbain est d'environ 1 000 pour une puissance moyenne de 10 kW par éolienne. Aux États-Unis environ 500 micro éoliennes, d'une puissance moyenne de 10 kW ont été placées en milieu urbain.

Le marché européen se décompose de la manière suivante. Au Royaume-Uni, les petites éoliennes de 8 kW sont environ au nombre de 500. Les Pays-Bas ne comptabilisent que 70 micro éoliennes, de puissance moyenne de 8 kW, dans une zone urbaine. L'Allemagne connaît un chiffre encore plus faible avec seulement 50 micro éoliennes d'une puissance moyenne de 5 kW. La France est encore très loin derrière avec un seul projet d'éolien urbain.

Il est essentiel de rappeler qu'il est difficile d'obtenir des données précises sur le réel productible de ces machines. Le morcellement du secteur (beaucoup de petits producteurs, petits consommateurs privés, etc.) ne favorise en rien la bonne estimation de celui-ci.

²³ La présentation de la filière « éolien urbain » est inspirée du programme européen WINEUR – Wind energy Integration in the Urban Environment (dont AXENNE est le leader).

10.2. LA TECHNOLOGIE

10.2.1. Principe de fonctionnement

Les éoliennes urbaines sont des turbines adaptées à un nouveau potentiel énergétique qui impose des contraintes particulières que sont la turbulence, des vitesses de vent affectées par l'environnement, les vibrations, le bruit ou encore les considérations d'aménagement. Elles peuvent se classer en deux grandes catégories suivant l'orientation de l'axe de leurs pales, horizontal ou vertical.

10.2.1.1. Éoliennes à axe horizontal



Les éoliennes urbaines à axe horizontal sont en tout point similaires aux éoliennes classiques (de type hélice) quant à leur principe de fonctionnement. Les pales mises en rotation par l'énergie cinétique du vent entraînent un arbre raccordé à une génératrice qui transforme l'énergie mécanique créée en énergie électrique.

Les éoliennes urbaines à axe horizontal se caractérisent par leur petite taille, allant de 5 à 20 mètres, par le diamètre des pales (2 à 10 m) et par leur puissance atteignant pour certaines 20 kW.

Figure 3 : Éolienne à axe horizontal

Source : Proven

Les Anglais comptent plus de 10 producteurs de machines à axe horizontal. A l'heure actuelle, plus de 15 produits sont disponibles sur le marché français. Ils sont donc une très bonne référence dans le domaine.

10.2.1.2. Éoliennes à axe vertical

Ces éoliennes à axe vertical ont été conçues pour répondre au mieux aux contraintes engendrées par les turbulences du milieu urbain. Grâce à ce design, elles peuvent fonctionner avec des vents provenant de toutes les directions et sont moins soumises à ces perturbations que les éoliennes à axe horizontal. Elles sont relativement silencieuses et peuvent facilement s'intégrer au design des bâtiments. Leur faiblesse réside principalement dans la faible maturité du marché qui engendre alors des coûts d'investissement relativement importants. En raison de leur petite taille, l'énergie produite est faible mais s'adapte bien aux besoins des consommateurs individuels.

En milieu urbain, la vitesse du vent et sa direction sont imprévisibles surtout près des bâtiments. Là où la turbulence ne peut être évitée, les éoliennes à axe vertical peuvent plus facilement capter la ressource éolienne.

Les éoliennes à axe vertical peuvent être classées selon leur caractéristique aérodynamique : fonctionnement avec un design conçu sur la portance ou la traînée. Les éoliennes à axe horizontal fonctionnent en utilisant la portance alors que les éoliennes à axe vertical sont basées sur la traînée (Savonius) ou sur la portance (Darrieus). Nous distinguons donc ces deux grands types d'éoliennes à axe vertical : le type Darrieus et le type Savonius.

➤ Le fonctionnement des éoliennes de type Darrieus, également appelées panémons, repose sur l'effet de portance subi par un profil soumis à l'action d'un vent relatif. Ce modèle d'éolienne urbaine se caractérise par la forme en C de ces pales. Elle est normalement constituée de deux ou trois pales.

Il existe plusieurs variantes à ce principe : le rotor tronconique, cylindrique et parabolique où les pales atteignent la base et le sommet du rotor. Ces éoliennes nécessitent un haubanage.

Un modèle Darrieus connu est la Windwall, installée sur le site français d'Equihen-Plage. On parle également d'une éolienne dit de type Darrieus modifié, la Turby. Ce modèle est hollandais.

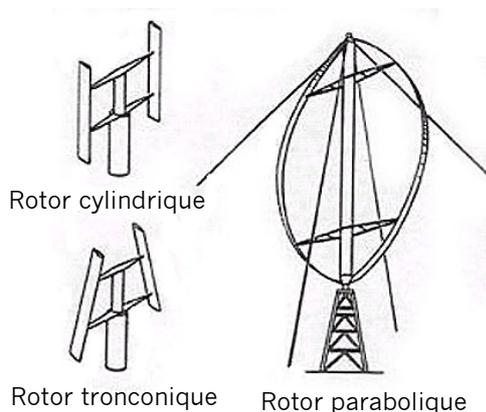


Figure 4 : Les différentes éoliennes de type Darrieus

Source : TIPE Éole



Figure 5 : Éolienne de type Darrieus à gauche (Source : Windwall) et modèle Turby à droite (Source : Horisun)

➤ Les éoliennes de type Savonius, dites à traînée différentielle, sont composées de deux demi-cylindres en opposition légèrement décalés. Un couple aérodynamique est alors induit par la déflexion de l'écoulement de l'air sur les pales, entraînant ainsi une génératrice placée à la base du système. Ces éoliennes démarrent à des vitesses de vent très faibles de l'ordre de 2 m/s et résistent particulièrement bien aux turbulences. De plus, elles sont quasi silencieuses. De ce fait, elles sont privilégiées pour une implantation urbaine. Le modèle Savonius le plus répandu, principalement aux Pays-Bas, est la Windside.

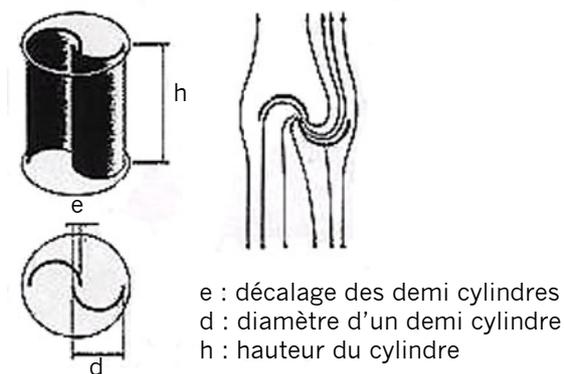


Figure 6 : Éolienne de type Savonius à gauche (Source : Windside et Windwall) et schéma d'une éolienne de type Savonius à gauche (Source : TIPE Eole)

Enfin, un dernier type de machine à axe vertical est la Venturi. Il s'agit d'une machine installée notamment aux Pays-Bas.



Figure 6 : Éolienne de type Venturi
Source : Horisun

10.2.1.3. Éléments de comparaison

Les éoliennes utilisant la portance pour générer une rotation sont capables d'extraire plus d'énergie du vent que celles utilisant la traînée. Lorsque les pales utilisent la portance créant ainsi une zone de dépression, une vitesse de rotation des pales plus grande peut être obtenue que pour des pales fonctionnant sous le vent. C'est parce que le design des pales à portance traverse le flux d'air et génère ainsi un vecteur de force plus important que la vitesse du vent, alors qu'un design traînée ne peut se sortir du vent plus vite que le vent ne souffle.

L'ensemble des éoliennes du type Darrieus, comme la WindWall et la Turby, a besoin d'une force de rotation pour entraîner les pales dans leur rotation. Cela engendre une demande supplémentaire d'énergie ce qui crée, par exemple dans le cas de la Turby, une consommation positive d'électricité lors de vitesses de vent faible. Les pales ont besoin d'être dans un flux d'air afin d'utiliser la portance et d'extraire l'énergie du vent, par conséquent une éolienne stationnaire ne peut démarrer toute seule.

Les éoliennes à axe horizontal ont comme principal avantage de bénéficier d'une maturité technique et économique. Elles découlent en effet de l'élan du marché des grandes éoliennes. Cependant, ces éoliennes subissent des contraintes d'intégration spatiale, de nuisance sonore et d'intégration architecturale. A l'opposé, les éoliennes urbaines à axe vertical sont omnidirectionnelles, silencieuses et non pas d'inconvénient de contrainte architecturale. Mais celles-ci font face à des coûts d'investissement (marché émergent) importants et à un rendement énergétique moyen.

10.2.2. Mise en œuvre de la technologie

Après une étude de vent sur un site propice, l'aérogénérateur est hissé sur le toit du bâtiment à l'aide d'une grue puis fixé au sommet d'un mât haubané ou autoporteur. Finalement, le système sera raccordé au réseau électrique en vue d'une revente partielle ou totale de sa production électrique.

Vecteur énergétique

Les éoliennes urbaines sont généralement connectées au réseau basse tension via un onduleur délivrant un courant sinusoïdal de 230 V mono ou triphasé de 50 Hz.

Énergie finale produite

La puissance récupérable par une éolienne est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times \pi \times R^2 \times V^3 \times C_p$$

P : puissance en Watts

ρ : densité volumique de l'air (1,225 kg/m³ à 15°C et 1013 mbar)

R : le rayon du rotor (m)

V : vitesse du vent (m/s)

C_p : coefficient de performance (sans unité : limite de Betz 59,3 % qu'il faut multiplier par le rendement global de l'éolienne 70 %)

La production énergétique d'une éolienne urbaine dépend de deux facteurs principaux : la puissance nominale qui se situe en moyenne entre 5 et 6 kW par machine et le nombre d'heures de fonctionnement à pleine puissance calculé sur une année pouvant aller de 1000 à 2000 h/an pour un site bien exposé.

Performances énergétiques typiques

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Gamme de puissance électrique disponible (kW) | Éolienne de petite puissance : 2 à 20 kW |
| <ul style="list-style-type: none"> • Rendement électrique moyen | Environ 80 % (rendement de la génératrice) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Rendement total (pertes dans le rotor, pertes mécaniques, pertes dans les câbles et rendement de la génératrice) | Environ 41 % |

La production d'électricité d'une éolienne urbaine est relativement faible et dépend de la vitesse et de la disponibilité du vent. Il est donc difficile de prévoir à l'avance la production d'une machine.

Des scénarios théoriques de production des éoliennes urbaines ont été réalisés au cours du projet WINEUR : pour une turbine horizontale de 1 kW, avec une vitesse de vent de 5 m/s et une disponibilité du vent de 70 %, on estime la production d'électricité à 1 260 kWh/an.

11. BILAN DE L'EXISTANT

Il n'existe pas de parc éolien sur le département des Landes. D'autre part, aucune Zone de Développement de l'Éolien n'a été créée, et aucune n'est en projet. Aucune éolienne urbaine n'est installée (la seule existant en France est située à Equihen-Plage - Pas-de-Calais).

Il n'existe pas, ou très peu, d'éoliennes domestiques non raccordées au réseau.

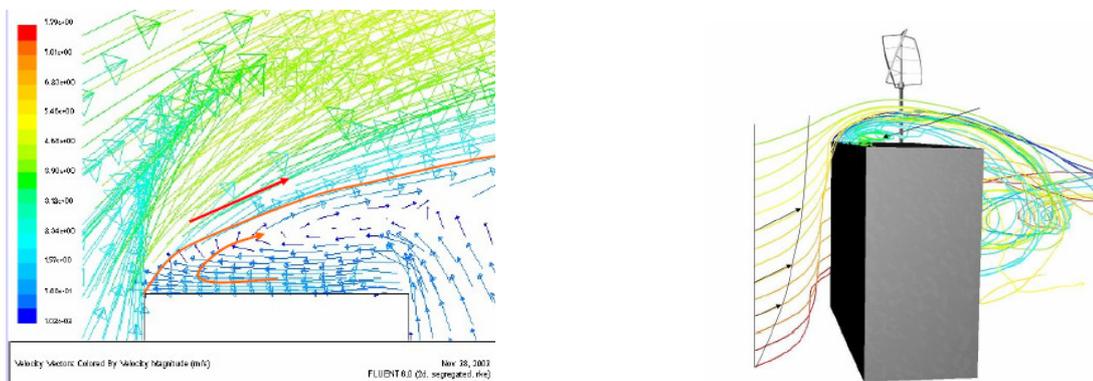
Cependant, des études de potentialités sont en cours, notamment sur le territoire du PNR Landes de Gascogne et le littoral au niveau de Mimizan. Pour ce dernier territoire, la zone d'implantation pourrait s'étendre sur l'ensemble des forêts domaniales de Mimizan et Saint-Julien-en-Born ; un mât de mesure pourrait être installé prochainement dans le secteur. Les machines envisagées seraient certainement parmi les plus hautes existantes – et donc les plus puissantes – de manière à atteindre un gisement éolien suffisant.

12. RESSOURCE / POTENTIEL DE LA FILIERE

Il n'est pas possible de déterminer précisément le gisement d'un site sans une étude de vent (mesures) d'au moins une année sur le lieu même pressenti pour l'implantation de l'éolienne. Cependant, le coût d'une telle étude peut être prohibitif par rapport à la production attendue de l'éolienne ; il est alors préférable de se référer aux retours d'expérience des projets existants et aux enseignements qu'il en découle sur l'implantation conseillée des éoliennes urbaines.

Afin d'identifier les conditions nécessaires à une meilleure intégration des éoliennes en milieu urbain et de promouvoir l'émergence de la technologie en tant que moyen de production d'électricité à l'échelle des villes en Europe, un projet européen, WINEUR, a vu le jour en 2005. Ce projet a permis d'obtenir les premiers éléments de réponse par rapport cette technologie. Les conclusions que l'on peut tirer de cette expérience en terme de potentiel sont les suivantes :

- Le vent soufflant autour d'un bâtiment est dévié en atteignant le haut du bâtiment ; afin d'utiliser de manière optimale le vent soufflant au-dessus du bâtiment, il faut une certaine marge entre le bord du bâtiment et la flèche de l'éolienne. Cela doit être calculé pour chaque site. Cela est traduit par la simulation réalisée par un bureau d'études hollandais, DHV.



- La turbulence en milieu urbain en dessous du toit peut pousser les éoliennes à axe horizontal à chercher le vent sans réussir à capter un flux d'air lui permettant de générer de l'électricité.
- Là où les directions de vent dominant convergent l'utilisation d'éolienne à axe vertical fixe peut être possible, cependant elles doivent être placées de manière à récupérer le vent au-dessus du bâtiment et donc placer pas trop bas.
- Lors de la sélection d'une éolienne, la courbe de puissance doit être évaluée en considérant le profil du vent. Cependant, une vitesse de vent moyenne ne permettra pas forcément d'obtenir des informations adéquates, même si celle-ci est mesurée à un endroit précis pour une installation spécifique. Idéalement, la durée relative à une gamme de vent doit être considérée avec la courbe de puissance.

Nous avons pu voir qu'il est difficile de calculer le productible de l'éolienne et de définir la position optimale de celle-ci. Actuellement quelques règles, observées jusqu'à présent, permettent de choisir un emplacement pour une meilleure récupération de la ressource :

- Le toit doit être bien au-dessus de la hauteur moyenne des constructions environnantes (environ 50 %) ;
- Dans un contexte urbain présentant une importante rugosité, une turbine à axe horizontal sera installée à une hauteur supérieure de 35 % à la hauteur du bâtiment. Cela permet d'éviter les phénomènes de turbulence. Cependant, des turbines à axe vertical adaptées au flux turbulents peuvent permettre d'éviter cette contrainte de hauteur ;
- Pour sélectionner un site adéquat, la rose des vents doit indiquer une vitesse moyenne de 5 m/s ;
- Le site sélectionné doit présenter une productivité énergétique de 200 à 400 kW/m².an mais cela peut varier d'un facteur 2 à 5 en fonction du site. Le choix du site est donc particulièrement décisif mais difficile.

A basse altitude, le régime aérodynamique est extrêmement perturbé par la proximité du sol, mais aussi par les nombreux obstacles (arbres, bâtiments, etc.), ce qui rend la réalisation d'un atlas de vent à faible altitude sur un territoire impossible.

On peut donc noter que l'évaluation du potentiel énergétique est particulièrement difficile à l'heure actuelle et doit être réalisée au cas par cas.

13. BILAN ECONOMIQUE

13.1. RENTABILITE ECONOMIQUE

Il est particulièrement difficile d'obtenir des données de coûts précises de la part des producteurs. Les informations précisées ci-dessous ne sont donc que des données approximatives.

D'autre part, l'éolien urbain est encore aujourd'hui au stade des balbutiements : les technologies ont une marge de progrès importante et surtout, les prix sont encore très élevés. Si cette filière se développe, les prix baisseront avec l'effet d'échelle. En effet, l'éolien en milieu urbain est une filière innovante et les installations existantes ou en projet en France ont été réalisées dans ce contexte : volonté de faire émerger et progresser une filière, effet pédagogique et retombées positives en terme d'image.

13.1.1. Coûts d'investissement

La machine

Le coût d'une éolienne dépend fortement du constructeur. Il varie évidemment en fonction de la puissance nominale de la machine mais également du type de rotor (axe horizontal, vertical, Darrieus, Savonius, etc.). Le coût moyen du kW s'élève ainsi en moyenne à 10 000 €/kW.

Au Royaume-Uni, le coût moyen pour une vingtaine de machines est alors de 5470 £/kW installé, soit 8 143 €/kW. Selon une autre étude (Clear Skies 2005), celui-ci était de l'ordre de 3 750 £/kW, soit 5 580 €/kW.

Le coût d'investissement comprend le coût de l'équipement (turbine, mât, redresseur et système de contrôle, équipement électrique), le coût d'installation ainsi que des coûts additionnels lors d'une installation sur le toit (grue, échafaudage, travaux de génie civil sur le toit).

En conclusion, le coût moyen d'investissement pour une éolienne à axe horizontal s'élève de 7 000 à 10 000 €/kW installés alors que celui d'une éolienne à axe vertical est plutôt de l'ordre de 10 000 à 25 000 €/kW. Les éoliennes à axe horizontal sont à l'heure actuelle moins chères que les éoliennes à axe vertical et connaissent également de meilleurs rendements énergétiques. Cependant, les éoliennes à axe horizontal soulèvent trois points qui sont de moindre importance pour les éoliennes à axe vertical. Il s'agit du bruit, des vibrations et de la sécurité.

L'installation

Certains constructeurs prennent en charge l'installation de l'éolienne sur le toit d'un bâtiment. Autrement, il faut faire appel à une entreprise de bâtiment ou de travaux publics.

Les études conduites par le projet WINEUR ont permis d'obtenir quelques ordres de grandeur. Le coût d'installation moyen varie selon les modèles, à axe horizontal ou vertical, et selon les constructeurs de 2 200 à 2 900 €/kW.

Remarque : Il faut compter environ 1 k€/kW pour les fondations jusqu'à 10 kW installés et 0,5 k€/kW entre 10 et 36 kW.

Coût du raccordement électrique

La connexion au réseau suppose une procédure longue et complexe. Les gestionnaires du réseau imposent souvent leur propre matériel de connexion (onduleur, câblage, etc.). Le coût forfaitaire associé s'élève à 1 k€/kW installé pour des puissances inférieures à 36 kW.

13.1.2. Coûts d'exploitation

Au Royaume-Uni, sur la vingtaine de machines installées, les coûts de maintenance annuels sont évalués entre 150 et 500 £/an (soit 223 et 744 €/an).

En Hollande, les exploitants ont indiqué qu'il n'y avait pas de coût d'exploitation et que la seule maintenance consistait en le changement de l'onduleur tous les dix ans (coût d'un onduleur : 1 300 €). D'autre part, un exploitant a indiqué un coût annuel d'exploitation / maintenance de 175 €.

13.1.3. Coût de l'énergie produite

Le coût du kWh produit varie en fonction de la vitesse moyenne du vent considéré. Le coût de revient pour une éolienne à axe horizontal est donc de l'ordre de 20 à 40 c€/kWh alors qu'il est de 35 à 100 c€/kWh pour les éoliennes à axe vertical.

Le coût du kWh produit et le temps de retour sur investissement dépendent énormément de facteurs pouvant varier d'un projet à un autre et d'un pays à un autre. En conclusion, les facteurs les plus importants observés jusqu'à présent sont :

- Le prix de la machine (éventuelle réduction de la part du constructeur) ;
- Le niveau de subvention accordé ;
- La vitesse du vent et le rendement énergétique ;
- Les caractéristiques du sol ;
- Les coûts de maintenance ;
- Les tarifs de l'électricité et les certificats verts ;
- La consommation d'électricité.

13.1.4. Tarif de rachat

La France a choisi de soutenir le développement de l'éolien par la définition d'un tarif de rachat de 8,38 c€/kWh. Ce tarif favorise largement le grand éolien mais ne s'applique pas vraiment aux conditions du petit éolien. En effet, ce secteur connaît des coûts d'installation et de production plus élevés que le grand éolien.

L'arrêté du 8 juin 2001 fixe le tarif de rachat de l'énergie éolienne. Celui-ci s'élève à 8,38 c€/kWh pour les cinq premières années puis subit une dégression relative au nombre d'heures de fonctionnement à pleine puissance.

Cependant, l'éolien urbain de petite puissance (< 36 kW) bénéficiait d'un tarif de 10,4 c€/kWh correspondant à l'abonnement le moins favorable à l'achat et le plus favorable à la vente. Ces conditions de rachat ont changé depuis l'été 2006 et le tarif

de rachat de 7,65 à 9,63 c€/kWh en fonction de la puissance souscrite par le producteur pour sa consommation, pour une puissance inférieure à 3 kW.

ZDE (Zone de développement de l'éolien) et éolien urbain

En France, la loi de programme sur les orientations de la politique énergétique entrée en vigueur le 13 juillet 2005 précise que les productions d'électricité à partir de l'énergie du vent ne pourront bénéficier des tarifs de rachat que si les éoliennes sont implantées sur des zones de développement de l'éolien (ZDE). Ces ZDE sont mises en place sous l'impulsion des collectivités locales ou territoriales, et sont approuvées ou rejetées par le Préfet.

Ces dispositions s'appliquent au grand et au moyen éolien, ainsi a priori qu'au petit éolien (rien n'étant précisé à ce jour sur le sujet particulier des éoliennes urbaines, la réglementation sur les ZDE doit normalement s'appliquer).

13.1.5. Exemple d'Equihen-Plage

En janvier 2006, une éolienne urbaine a été installée sur le toit de la résidence Grand Air dans la commune d'Equihen-Plage dans la région Nord Pas-de-Calais. Cette première française a été financée en partie par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Le coût d'investissement de la machine installée (modèle Windwall 6 kW) s'élève à 60 000 €. La production électrique de cette installation est estimée à 9 000 kWh/an.

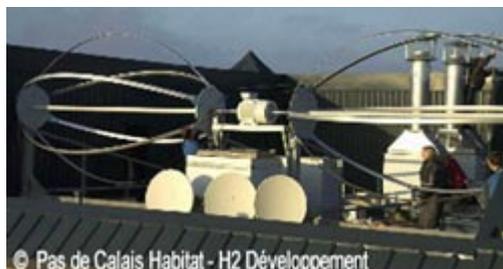


Photo 8 : L'éolienne d'Equihen-Plage

D'autres projets devraient théoriquement voir le jour suite aux études de faisabilité menées dans le cadre du projet WINEUR. L'agglomération de Lille et la ville de Lyon ont montré un grand intérêt.

D'autre part, l'Europôle Méditerranéen de l'Arbois a un projet en cours qui devrait aboutir par l'installation d'une éolienne urbaine en 2007 ou 2008.

13.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES

13.2.1. Pour les particuliers

De même que pour le bois énergie, les particuliers s'équipant d'une installation éolienne pour leur résidence principale peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt de 50 %.

13.2.2. PRAE : ADEME / Région

Dans le cadre du PRAE, l'ADEME et la Région accordent des aides financières pour la mise en place d'éoliennes hors et sur réseau.

Hors réseau

Dans le but d'assurer la desserte d'électricité sur des sites isolés, il est important de développer la production décentralisée d'électricité par des technologies du type photovoltaïque, éolien ou hydraulique.

Les modalités d'intervention sont les suivantes :

- Soutien à la réalisation d'études de faisabilité préalables aux investissements,
- Communication : valorisation des expériences menées par les Syndicats d'Électrification.

Sur réseau

Dans le but de diversifier la production d'électricité d'origine énergie renouvelable, il est important de développer la production centralisée d'électricité par des technologies du type photovoltaïque, éolien ou hydraulique.

L'atlas éolien du littoral aquitain a démontré un potentiel intéressant à l'implantation d'aérogénérateurs sur certaines zones.

Enfin, le nouveau cadre tarifaire du 10 juillet 2006 encourage la mise en œuvre de l'ensemble de ces solutions techniques.

Les modalités d'intervention sont les suivantes :

- Réalisation de l'atlas éolien aquitain permettant de connaître le gisement, les potentialités de raccordement sur le réseau électrique et les contraintes environnementales ,
- Communication des résultats de l'atlas, communication des données aux collectivités,
- Soutien technique et financier à la réalisation d'étude permettant la mise en place de Zone de Développement Éolien (ZDE),
- Favoriser l'approche territoriale et la concertation locale pour le développement de projets éoliens.

Attention : Les aides et leurs critères accordées dans le cadre du PRAE ont été modifiées en 2008 ; ces aides étant en cours d'actualisation, se reporter directement à la délégation régionale de l'ADEME ou au Conseil Régional.

14. BILAN ENVIRONNEMENTAL

14.1. A L'ECHELLE D'UN BATIMENT

Généralités

Les éoliennes urbaines ne produisent aucun déchet matériel ni rejet polluant et la plupart de leurs composants sont recyclables. Elles peuvent être démantelées sans difficulté en fin de vie rétablissant ainsi le paysage d'origine. Finalement, les émissions sonores produites par ces installations sont négligeables.

D'un point de vue technique, l'enjeu sonore se résume par l'application de la notion d'émergence définie par les réglementations.

- En période diurne (7h – 22h) : émergence + 5 dB (A)
- En période nocturne (22h – 7h) : émergence + 3 dB (A)

Le niveau sonore en milieu urbain est considéré de l'ordre de 60 à 70 dB (A), or l'émission sonore moyenne des éoliennes est de 40 à 45 dB (A).

Selon les modèles, la durée de vie d'une éolienne urbaine varie entre 20 et 30 ans.

Impact sur les rejets de gaz à effet de serre

Les installations de production d'électricité à partir de l'énergie du vent permettent la substitution des énergies habituellement utilisées pour la production d'électricité, fossiles ou nucléaire, qui, en plus d'être fortement polluantes en terme de rejets atmosphériques ou de déchets produits, présentent des ressources limitées. L'énergie éolienne, quant à elle, est non seulement gratuite et inépuisable, mais elle ne génère aucune pollution.

Par exemple, l'éolienne installée à Equihen-Plage (puissance : 6 kW – production attendue : 9 MWh/an) permet d'éviter le rejet de 720 kg de CO₂ par an.

Pour calculer les quantités de CO₂ évitées, le chiffre retenu concernant les rejets de CO₂ intervenant lors de la production d'électricité en France est de 80 g de CO₂/kWh.

14.2. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT

La mise en place d'une dizaine d'éoliennes de 4 kW sur tout le département permettrait d'éviter le rejet de 5 tonnes de CO₂ par an.

L'ÉNERGIE SOLAIRE THERMIQUE

15. PRECONISATIONS TECHNIQUES

15.1. LA TECHNOLOGIE

15.1.1. Principe de fonctionnement

Le principe consiste à capter le rayonnement solaire et à le stocker dans le cas des systèmes passifs (véranda, serre, façade vitrée) ou, s'il s'agit de systèmes actifs, à redistribuer cette énergie par le biais d'un circulateur et d'un fluide caloporteur qui peut être de l'eau, un liquide antigel ou même de l'air.

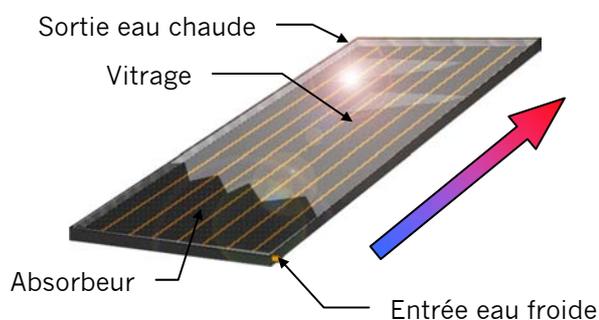
Une surface exposée au soleil capte une partie du rayonnement, se réchauffe, et réfléchit une autre partie. Un capteur solaire thermique convertit le rayonnement en chaleur.

15.1.2. Mise en œuvre de la technologie

L'énergie solaire thermique peut être utilisée efficacement selon plusieurs méthodes. Les applications ayant trait à l'utilisation de l'énergie solaire thermique peuvent être regroupées en cinq catégories principales :

- la production d'eau chaude,
- le chauffage des bâtiments,
- le séchage,
- la haute température,
- le refroidissement.

15.1.2.1. La production d'eau chaude



Les capteurs solaires de type plan sont le plus couramment utilisés. Ils se composent d'un absorbeur situé dans un coffrage isolé en face arrière et constitué d'un vitrage en face avant. Cet absorbeur possède une couche sélective qui augmente la captation de l'énergie solaire tout en limitant les pertes par rayonnement. Le vitrage quant à lui évite le refroidissement de l'absorbeur par le vent et crée un effet de serre qui

augmente le rendement du capteur. L'isolation à l'arrière du capteur diminue les pertes de chaleur.

C'est à la surface de l'absorbeur que le rayonnement solaire est converti en chaleur. Un liquide caloporteur circule dans l'absorbeur et vient transmettre sa chaleur via un échangeur à l'eau sanitaire. De ce fait, le circuit solaire est totalement indépendant du circuit consommateur.

Les capteurs plans sont utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire sur des habitations ou des installations collectives. Un premier ballon de stockage solaire est généralement placé en amont d'un deuxième ballon d'appoint (au gaz, fioul ou électrique) ; celui-ci assure le maintien en température de consigne de l'eau chaude. Dans le cas d'une habitation neuve, il est possible d'installer un seul ballon qui intègre un deuxième échangeur ou une résistance électrique.



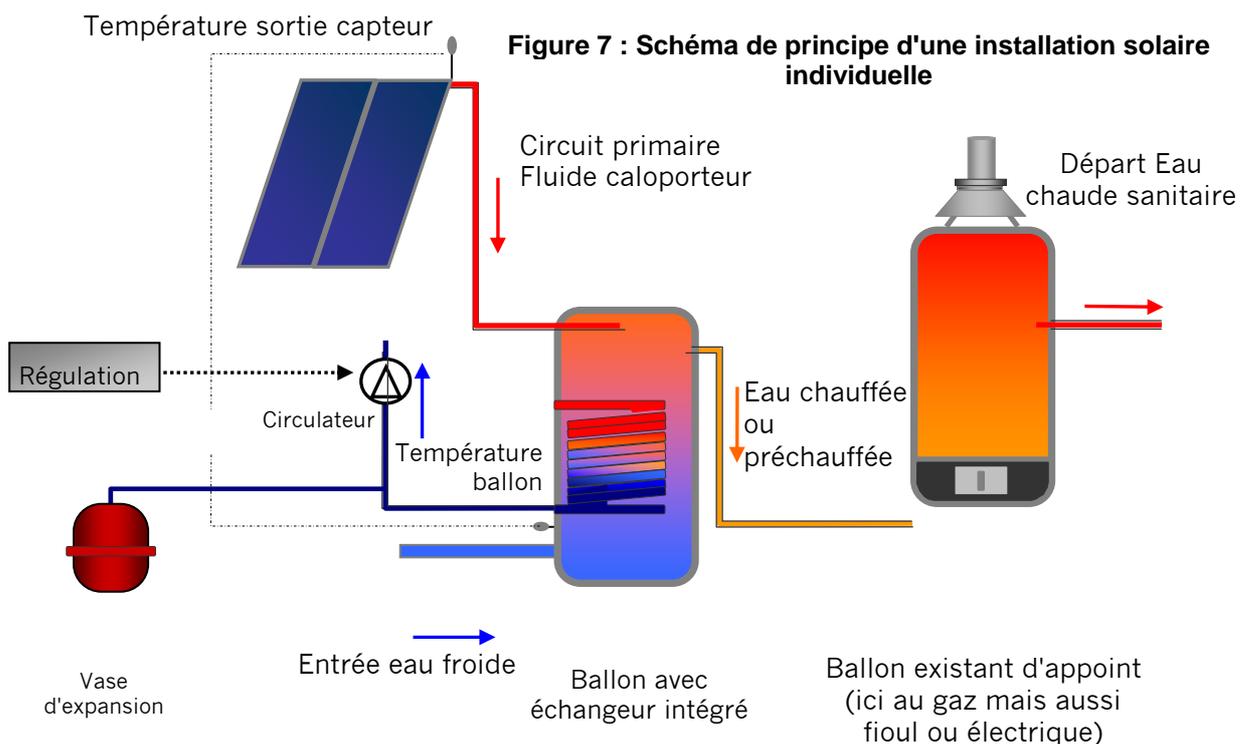
Photo 2 : Capteurs solaires destinés à la production d'eau chaude sanitaire pour un hôtel

Terminologie :

Dans le domaine de l'habitat, le Chauffe-Eau Solaire Individuel est appelé **CESI**. Dans le secteur collectif, le Chauffe-Eau Solaire Collectif est appelé **CESC**.

Il est toujours nécessaire de recourir à un appoint, l'énergie solaire ne pouvant couvrir l'intégralité des besoins.

En ce qui concerne les installations collectives, diverses solutions techniques existent afin d'adapter la préparation d'eau chaude au contexte de chaque bâtiment. Le plus souvent, la production d'eau chaude est centralisée et collective pour tout le bâtiment. Dans le cas d'un bâtiment existant, l'ancienne installation de production d'eau chaude est conservée en appoint au système solaire.



Remarque : Pour une installation collective, le principe est le même, simplement l'échangeur de chaleur est extérieur au ballon solaire ; il est situé en amont du ballon, après les capteurs.

Dans le cas d'un bâtiment neuf, la préparation d'eau chaude solaire peut être individuelle à chaque logement / bureau. Une installation comme celle décrite dans le schéma ci-contre permet une gestion individuelle de l'énergie : le syndic de l'immeuble n'a pas à gérer la facturation d'une énergie centrale.

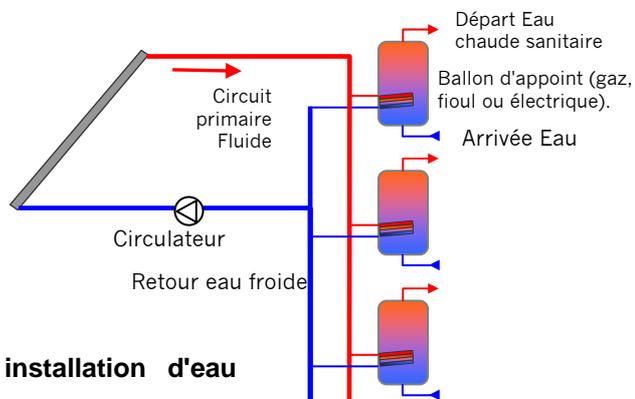


Figure 8 : Schéma de principe d'une installation d'eau chaude collective individualisé

15.1.2.2. Le chauffage des bâtiments : capteurs à eau

Le principe consiste à distribuer la chaleur provenant des capteurs solaires dans des radiateurs de grande surface ou dans un plancher chauffant (bâtiment neuf), le chauffage des locaux étant réalisé dans les deux cas en basse température. Ces systèmes de chauffage doivent recourir à un appoint puisque l'on ne couvre jamais 100 % des besoins de chauffage.

Il existe essentiellement deux types d'installations:

1. la première utilise un ballon de stockage solaire tampon plus ou moins important qui va permettre de continuer à chauffer le bâtiment même pendant les périodes consécutives de faible insolation.

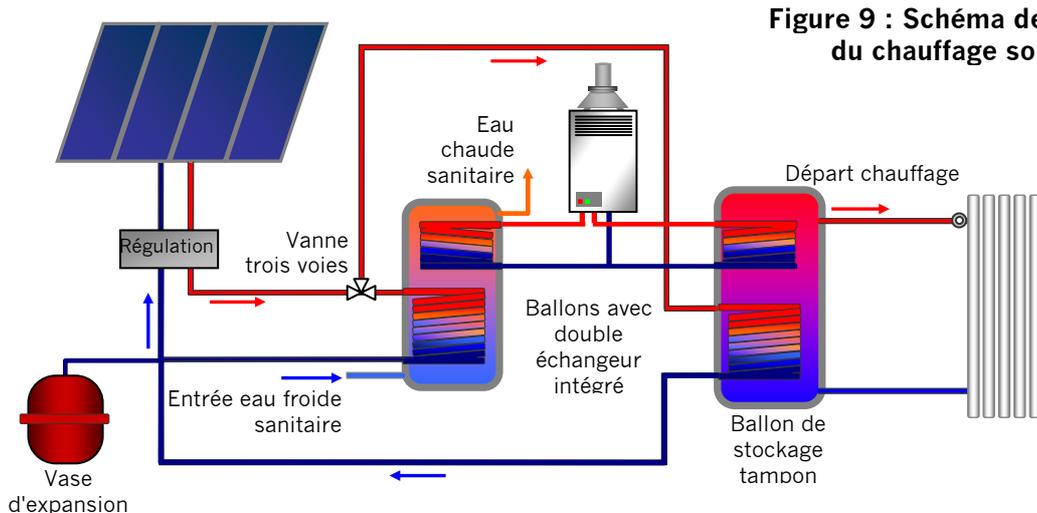


Figure 9 : Schéma de principe du chauffage solaire avec tampon

Il est courant de voir aujourd'hui un seul ballon de stockage combiné qui permet ainsi de limiter l'encombrement et de simplifier la construction et la régulation de ces systèmes.

✎ Terminologie :

Dans le domaine de l'habitat, le chauffage solaire d'une habitation et de l'eau chaude sanitaire est appelé **SSC** (Système Solaire Combiné)..

- la seconde installation envoie directement le fluide caloporteur provenant des capteurs solaires dans un circuit de tuyaux qui circulent dans la dalle en béton. L'inertie de cette dalle d'une épaisseur de 10 à 15 cm permet de restituer en soirée l'énergie accumulée pendant la journée.

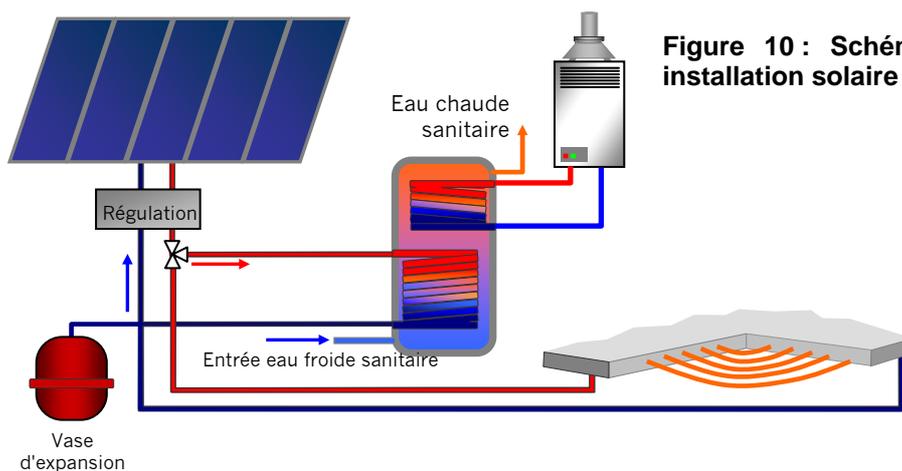


Figure 10 : Schéma de principe d'une installation solaire avec chauffage direct

L'appoint peut être intégré au système solaire et dans ce cas, le plancher chauffant ou les radiateurs servent à distribuer la chaleur complémentaire qui provient d'une résistance électrique ou d'une chaudière gaz ou fioul.

✎ Terminologie :

Dans le domaine de l'habitat, le terme plancher solaire direct est une marque déposée de la société Clipsol. On parle alors de **PSDAI** (Plancher solaire direct à appoint intégré) ou de **PSDAS** (Plancher solaire direct à appoint séparé).

15.1.2.3. Le chauffage solaire de l'air des bâtiments

Encore peu utilisé en Europe, le chauffage solaire de l'air des bâtiments est couramment utilisé, notamment au Canada. Le capteur le plus communément utilisé pour le chauffage de l'air de ventilation est le capteur solaire à plaque perforée sans vitrage, et cela grâce à son faible coût, à sa grande efficacité ainsi qu'à sa facilité d'installation.

Le principe de ce type de capteur est un recouvrement mural extérieur professionnel perforé de nombreux petits trous espacés de 2 à 4 cm. L'air traverse les trous dans le capteur avant d'être envoyé à l'intérieur du bâtiment afin de fournir un nouvel air de ventilation préchauffé.



Photo 3 : Système de chauffage solaire de l'air de l'usine Canadair (Canada)

Source : www.retscreen.net

Les économies sont généralement importantes puisque le capteur fonctionne à des températures proches de celles de l'extérieur. Ces systèmes peuvent être très rentables, particulièrement lorsqu'ils remplacent un revêtement mural du bâtiment classique, puisqu'il est nécessaire de comparer uniquement les coûts différentiels aux économies d'énergie.

Une société française a développé un système de chauffage solaire de l'air des bâtiments par le biais de capteurs solaires thermiques à air. Leur conception est simple et ils sont souvent plus légers que les capteurs à circulation de liquide puisqu'ils ne possèdent pas de canalisations sous pression. Les capteurs à air n'ont pas de problème de refroidissement ni d'ébullition. Ce type de capteurs peut être intégré dans un bâtiment et être combiné à une masse thermique comme le mur trombe.



Le chauffage à air pulsé ou le couplage avec une VMC double-flux sont les applications principales.

Photo 4 : Capteurs solaires à air

Ce type de technologie est particulièrement adapté aux hangars et entrepôts. Il peut également être envisagé dans des bâtiments tertiaires.

15.1.2.4. La production de froid

La production de froid à partir de capteurs solaires est réalisée grâce à un système de réfrigération à absorption. Ce dernier produit du froid à partir de l'eau chaude fournie par des capteurs solaires thermiques sous vide.

Ces capteurs sont constitués d'une série de tubes de verre sous vide à l'intérieur desquels se trouve un absorbeur avec un circuit hydraulique, qui capte l'énergie solaire et la transfère au fluide caloporteur.

Le vide créé à l'intérieur des tubes permet de réduire conséquemment les déperditions en chaleur. Ainsi, on peut obtenir des gains de température de 100°C et plus. Le système de réfrigération à absorption fonctionne dans une plage de température de 80 à 120 °C.



Photo 5 : L'installation de climatisation solaire des caves de Banyuls (66)

La climatisation est une des applications solaires les plus évidentes puisque les besoins les plus importants coïncident avec la période la plus ensoleillée de l'année. Bien qu'encore peu répandue, la climatisation solaire a un potentiel de développement très important.

Contexte

La climatisation solaire, ou plus exactement le rafraîchissement solaire²⁴, est une technologie encore émergente, présentant des coûts d'investissement élevés, et des performances qui les confinent aux régions fortement ensoleillées.

D'autre part, l'installation d'un tel système, ou d'une climatisation de manière générale, ne doit intervenir qu'en parallèle d'actions de maîtrise de la température telle que :

- la gestion des apports internes ;
- l'orientation des bâtiments ;
- la mise en place des protections solaires ;
- la prise en compte de l'inertie thermique des matériaux lors de la construction ;
- la gestion de la ventilation, etc.

15.1.2.5. Le séchage solaire

L'air venant de l'extérieur circule sous la toiture qui fait office de capteur. Il y est réchauffé puis emmené par une gaine de collecte jusqu'à un ventilateur qui le pulse sous un caillebotis pour sécher des cultures (du foin, des fruits, etc.) entreposées dans un séchoir.

²⁴ La climatisation solaire est en fait plutôt un rafraîchissement car elle ne permet pas de maintenir une température de consigne donnée mais abaisse le niveau de température intérieur en fonction de la température extérieure.

L'investissement est plus coûteux par rapport à un système de réchauffage basé sur des énergies fossiles (gaz ou fuel), mais s'avère plus rentable sur le long terme (les temps de retour sur investissement sont souvent inférieurs à 5 ans). Les autres coûts d'investissement liés à l'installation de séchage proprement dite (griffe, ventilateur et aménagements des aires de séchage) sont identiques quelle que soit la source d'énergie retenue.

15.1.3. Vecteurs énergétiques

L'eau est le principal vecteur énergétique dans le cas des applications suivantes du solaire thermique :

- *le chauffage de l'eau chaude sanitaire et des bâtiments ;*
- *la climatisation solaire.*

L'air est utilisé pour les applications de chauffage des bâtiments et de séchage des récoltes.

Énergie finale produite

La chaleur produite par un capteur solaire thermique est fonction de l'ensoleillement qu'il reçoit, de son positionnement (inclinaison et orientation), de la température ambiante et du lieu d'implantation. L'énergie finale produite est de type thermique, elle est exprimée en Wh.

Performances énergétiques typiques

Un capteur solaire plan vitré d'un mètre carré produit environ 460 kWh/an dans les Landes. C'est également la production attendue sur un chauffe-eau solaire individuel (CESI).

La production annuelle pour un système solaire combiné (SSC) est d'environ 350 kWh/m².an.

En collectif, la production solaire d'un chauffe-eau solaire collectif (CESC) atteint 520 kWh/m².an²⁵.

15.2. REGLEMENTATION

L'installation de modules photovoltaïques participe de l'aspect bâti et architectural de la construction et nécessite une déclaration préalable ou un permis de construire. L'obtention de cette autorisation est un préalable à toute installation **quelque soit sa taille.**

²⁵ Résultats obtenus à partir de simulations réalisées sur le logiciel SOLO 2000.

Deux cas de figure se présentent :

1. Le bâtiment est existant

Il faut faire **une déclaration préalable** (article 421-9 du code de l'urbanisme) qui se présente sous la forme d'un formulaire de 7 pages (cerfa N°13404*01) et doit être accompagnée des éléments suivants :

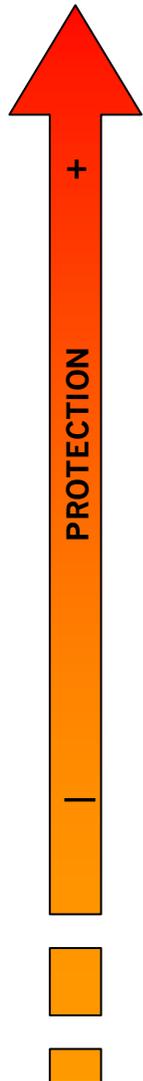
- *Plan de situation du terrain,*
- *Le plan de masse de la construction,*
- *Les plans des toitures ou façades concernées par l'installation photovoltaïque,*
- *Une représentation de l'aspect extérieur de la construction,*
- *Un document graphique permettant d'apprécier l'insertion de l'installation photovoltaïque dans son environnement,*
- *Une photographie permettant de situer le terrain dans l'environnement proche,*
- *Une photographie permettant de situer le terrain dans le paysage lointain.*

2. Le bâtiment est neuf

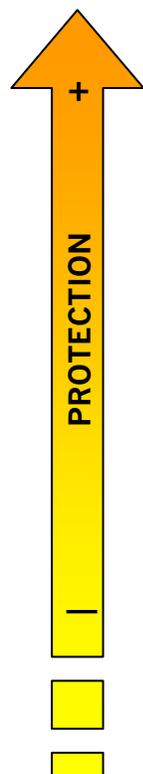
Un permis de construire est nécessaire dans le cadre de la construction d'un bâtiment neuf (cerfa N°13406*01)²⁶. En effet, les modules photovoltaïques deviennent alors un élément de composition architectural dont il faut tenir compte dans le permis de construire. Ils doivent apparaître clairement sur les plans d'architecte (positionnement exact et conformité au dimensionnement).

Dans les deux cas de figure, le numéro de la parcelle et la section cadastrale sont nécessaires pour repérer quel règlement sera à respecter concernant l'intégration architecturale des capteurs solaires. Les dispositions générales du PLU (Plan Local d'Urbanisme) indiquent les contraintes à respecter. Dans certains secteurs, des règlements plus contraignants existent (Site classé, ZPPAUP, PRI...), leurs impacts sur l'implantation de capteurs solaires sont présentés à la page suivante.

²⁶ S'il s'agit de l'aménagement d'un lotissement ou de la construction de plusieurs lots, il faut utiliser le cerfa N°13409*01

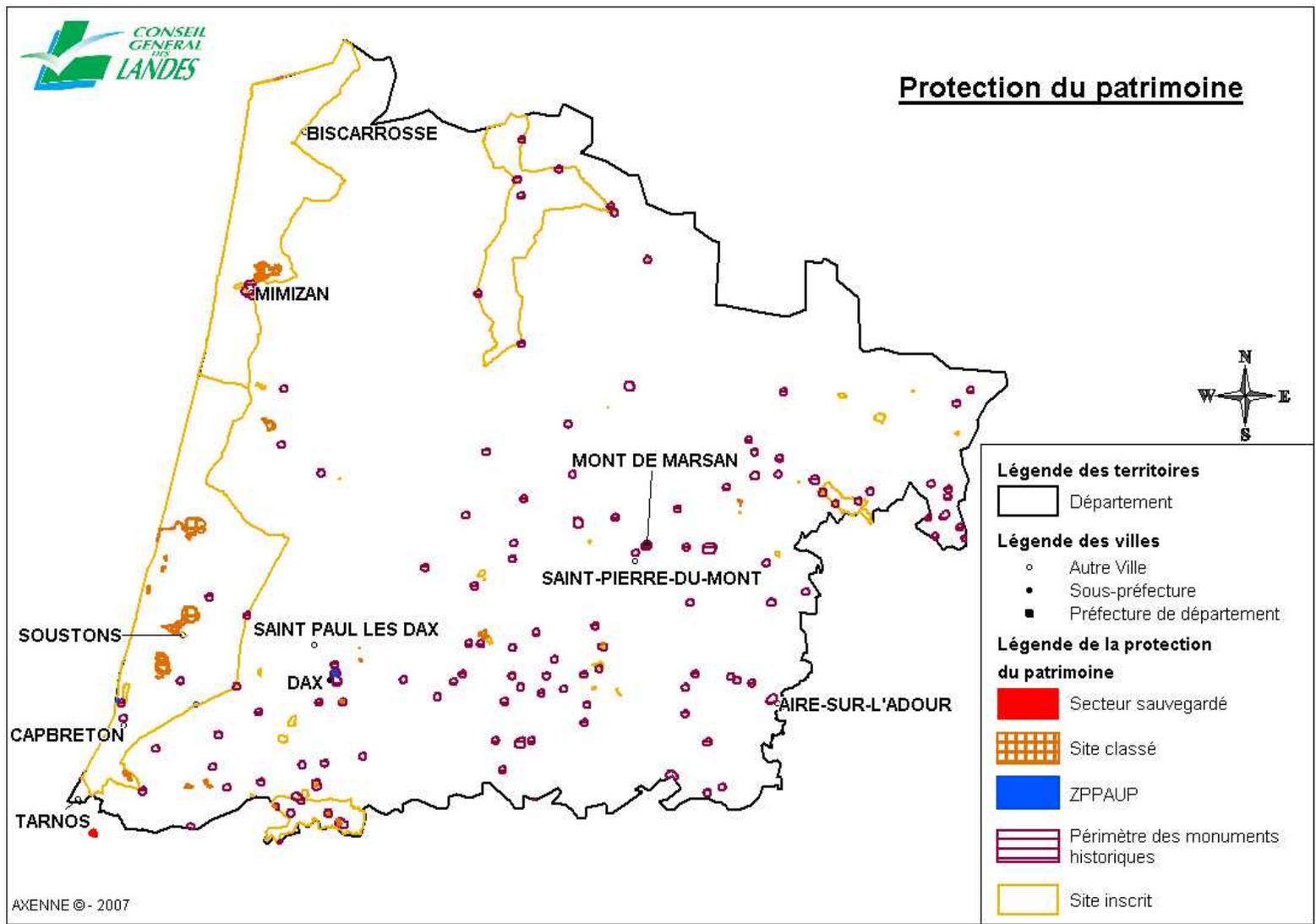


| Type de protection | Définition | Objectifs | Procédures | Principes à respecter pour l'implantation de capteurs et type d'enjeu |
|---|--|---|--|---|
| Secteur sauvegardé Loi du 4 août 1962 | « Secteur présentant un caractère historique, esthétique ou de nature à justifier la conservation, la restauration et la mise en valeur de tout ou partie d'un ensemble d'immeubles » | Il s'agit, à l'aide de règles et prescriptions spéciales, d'inscrire tout acte de transformation ou de construction dans le respect de l'existant, ce qui signifie de tenir compte du patrimoine ancien sans porter atteinte à ses qualités historiques, morphologiques, architecturales. | L'architecte des bâtiments de France est obligatoirement consulté par l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation (en général le maire). Il émet un avis conforme (c'est-à-dire auquel ladite autorité doit se conformer) quelque soit l'autorisation (DTEPC ou PC). | Les capteurs solaires vont très difficilement s'insérer dans un secteur sauvegardé. Il n'est pas possible d'installer des capteurs solaires dans un secteur sauvegardé (cela impliquerait qu'ils ne soient pas visibles depuis l'espace public). |
| Site Classé Loi du 2 mai 1930 | Un site classé est un site à caractère artistique, historique, scientifique légendaire ou pittoresque, dont la préservation ou la conservation présentent un intérêt général. | Cette procédure est utilisée en particulier en vue de la protection d'un paysage remarquable, naturel ou bâti. L'objectif de la protection est le maintien des lieux dans les caractéristiques paysagères ou patrimoniales qui ont motivé le classement. | Toute modification de l'état des lieux est soumise à autorisation spéciale, soit du ministre chargé de l'environnement après avis de la commission départementale des sites, perspectives et paysages (CDSPP) et, si le ministre le juge utile, de la commission supérieure des sites ; soit du préfet pour les travaux de moindre importance. L'avis conforme de l'architecte des bâtiments de France est requis dans ces différents cas. | Les capteurs solaires devront être parfaitement intégrés au site. Il faut absolument éviter les pièces rapportées et les perceptions visuelles qui entreraient en concurrence avec le site classé. Il paraît difficile d'implanter des capteurs solaires dans un site classé. |
| ZPPAUP Loi du 7 janvier 1983 | Les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager sont instituées autour des monuments historiques et dans les quartiers et sites à protéger ou à mettre en valeur pour des motifs d'ordre esthétique, historique ou culturel. Elles sont mises en place à l'initiative et après accord des communes. Les effets de la ZPPAUP se substituent aux effets des sites inscrits, et des rayons de protection de 500 m des monuments historiques. Toutefois, tout monument en limite de la ZPPAUP peut conserver son propre périmètre. | La ZPPAUP comporte un zonage et un règlement qui énonce des règles de protection générales ou particulières en matière d'architecture, de paysage et d'urbanisme : édifices ou petit patrimoine rural à conserver, modalités de restauration, localisation, implantation, aspect et gabarit des constructions neuves, préservation des perspectives et des structures paysagères, terrasses, etc. Les prescriptions d'une ZPPAUP peuvent comporter des obligations, notamment en terme de matériaux, et des interdictions de modifier l'aspect de certains éléments bâtis, notamment par des constructions nouvelles. | L'Architecte des Bâtiments de France vérifie la conformité de chaque projet avec les dispositions de la ZPPAUP. Toute modification d'aspect doit recevoir son accord. | L'implantation de capteurs solaires à l'intérieur d'une ZPPAUP est délicate puisque les capteurs ne devront pas être visibles du domaine public. Au cas où cela s'avère impossible, les capteurs devront offrir une discrétion maximale en recherchant une teinte assurant un fondu avec le matériau dominant de couverture. Dans tous les cas, un positionnement en façade principale est strictement interdit. |



| Type de protection | Définition | Objectifs | Procédures | Principes à respecter pour l'implantation de capteurs et type d'enjeu |
|---|--|--|--|---|
| Monument historique Loi du 31 décembre 1913 | Au sens de la loi du 31 décembre 1913, un monument historique peut-être « toute œuvre d'art d'un intérêt historique, quelles qu'en soient les dimensions, qu'il s'agisse d'un immeuble ou d'un objet mobilier » Il faut d'ailleurs distinguer cinq catégories d'objets (immeubles, abords des édifices, objets mobiliers et immeubles « par destination », grottes ornées, orgues historiques) et trois types de mesures : l'instance de classement (procédure d'urgence, limitée dans le temps); l'inscription à l'inventaire (qui intervient avant le classement du site); et, enfin, le classement proprement dit. | La protection d'un monument historique intervient aussi bien sur le monument que sur ses abords. Il s'agit de contrôler les aménagements susceptibles d'intervenir autour du site de manière à conserver son authenticité et sa valeur patrimoniale. Pour cela, les travaux autorisés sont effectués sous surveillance de l'administration des affaires culturelles. La protection des monuments historiques intervient dans un périmètre de 500m au abord des sites. La loi SRU devrait modifier le principe du périmètre de protection en instaurant au cas par cas un périmètre suivant le contexte et le type de monument historique. | L'avis de l'architecte des bâtiments de France est requis; il s'agit d'un avis conforme dans le cas d'une covisibilité entre le champ solaire et le monument historique ou d'un avis simple s'il n'y a pas de covisibilité. | L'implantation d'un champ solaire est possible dans le périmètre de 500 m de rayon autour d'un édifice protégé , sous réserve d'étudier précisément les perceptions du champ solaire depuis les édifices et d'effectuer un examen des covisibilités de l'édifice et du champ solaire depuis différents points de vue remarquables. |
| Site inscrit Loi du 2 mai 1930 | Il s'agit de sites inscrits à l'inventaire des sites présentant un intérêt général du point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Un site inscrit peut être naturel ou bâti. Il est susceptible d'être transformé à terme en site classé (notamment les sites naturels) ou en ZPPAUP (principalement les sites bâtis). | L'inscription a pour objectif de permettre à l'État d'être informé des projets concernant le site, et d'intervenir de façon préventive, soit en vue de l'amélioration de ces projets, soit si nécessaire en procédant au classement du site. | L'architecte des bâtiments de France émet sur le projet un avis simple. Si l'intérêt du site est menacé, l'Architecte des Bâtiments de France peut suggérer au ministre de recourir à des mesures d'urgence ou de lancer des procédures de classement s'il estime qu'une intervention menace la cohérence du site. | L'implantation d'un champ solaire est possible dans un site inscrit , sous réserve d'étudier précisément les perceptions du champ solaire depuis les édifices et d'effectuer un examen des covisibilités de l'édifice et du champ solaire depuis différents points de vue remarquables. |

Il n'y pas de secteur sauvegardé sur le département des Landes; d'autre part, on y trouve 35 sites classés, deux ZPPAUP (Dax et Soorts-Hossegor), 121 monuments historiques et 44 sites inscrits.



Carte 9 : Protection du patrimoine

 **Évolution législative**

L'article 30 de la loi du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique vient compléter le titre II du livre I^{er} du code de l'urbanisme par un chapitre VIII ainsi rédigé :

« *Dispositions favorisant la performance énergétique et les énergies renouvelables dans l'habitat* »

Art. L. 128-1. - Le dépassement du coefficient d'occupation des sols est autorisé, dans la limite de 20 % et dans le respect des autres règles du plan local d'urbanisme, pour les constructions emplantant des critères de performance énergétique ou comportant des équipements de production d'énergie renouvelable.

Un décret en Conseil d'État détermine les critères de performance et les équipements pris en compte.

La partie de la construction en dépassement n'est pas assujettie au versement résultant du dépassement du plafond légal de densité.

Art. L. 128-2. - Les dispositions de l'article L. 128-1 sont rendues applicables dans la commune par décision de son conseil municipal.

L'article 31 de la loi du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique vient compléter l'article L123-1 du code de l'urbanisme, cet article qui traite des plans locaux d'urbanismes, précise désormais dans son règlement une règle qu'il est possible d'inscrire :

« *14° Recommander l'utilisation des énergies renouvelables pour l'approvisionnement énergétique des constructions neuves, en fonction des caractéristiques de ces constructions, sous réserve de la protection des sites et des paysages.* »

15.3. CONSEILS DE MISE EN ŒUVRE

15.3.1. Pertinence d'une installation

Puisque la production d'énergie solaire repose sur l'ensoleillement, elle est bien plus importante en été qu'en hiver. Deux conséquences directes de ce mode de fonctionnement doivent être prises en compte dans la réalisation d'une installation solaire thermique :

- l'installation est dimensionnée en fonction de la couverture des besoins qu'elle permet l'été et non l'hiver : idéalement elle couvre 90 % des besoins estivaux. Sa production ne doit pas dépasser les besoins. Ce dépassement peut être autorisé à condition que l'énergie excédentaire soit valorisée par ailleurs (chauffage d'une piscine, process, etc.) ;
- l'installation doit être installée sur un bâtiment ayant des besoins en eau chaude en été : les établissements scolaires et les groupes sportifs inutilisés l'été ne constituent pas des bâtiments sur lesquelles l'installation sera correctement exploitée et rentabilisée. Les établissements ayant une consommation très irrégulière au long de l'année sont moins adaptés car ils ne permettent pas une utilisation optimisée de l'installation.

15.3.2. L'orientation des capteurs

L'orientation des capteurs doit être plein sud d'une manière idéale. Toutefois il faut tenir compte des deux paramètres suivants dans le cadre du choix d'une orientation :

- les masques environnants,
- l'orientation du site.

Dans le cas où le site présente des masques importants à l'est (végétation, bâtiments, etc.), il est peut-être préférable d'orienter plus à l'ouest le champ solaire plutôt que de le placer plein sud. La production sera alors plus importante l'après-midi sans pour autant défavoriser le matin (qui n'est pas ensoleillé du fait des masques).

L'orientation du bâtiment est aussi à prendre en compte dans la mesure où les capteurs seraient placés sur la façade du bâtiment ou encore sur la toiture.

Il s'agit là d'intégrer au mieux les capteurs au bâti quitte à produire un peu moins d'énergie.

15.3.3. L'inclinaison des capteurs

Les capteurs solaires vont délivrer le maximum de puissance dans le cas où le rayonnement solaire parvient à 90° dans le plan du champ solaire. Il est alors intéressant d'incliner les capteurs pour maximiser la période où l'on souhaite le plus de production.

Dans l'idéal, il faut orienter les capteurs solaires plein sud et les incliner à 45° pour la production d'eau chaude solaire et 60° pour le chauffage (cela favorisera la production en hiver puisque les rayons du soleil sont plus bas en hiver).

La figure ci-dessous représente un capteur solaire thermique incliné à 60° . Alors que l'ensoleillement horizontal n'est que de 405 W/m^2 , l'ensoleillement dans le plan du capteur atteint 806 W/m^2 au mois de février.

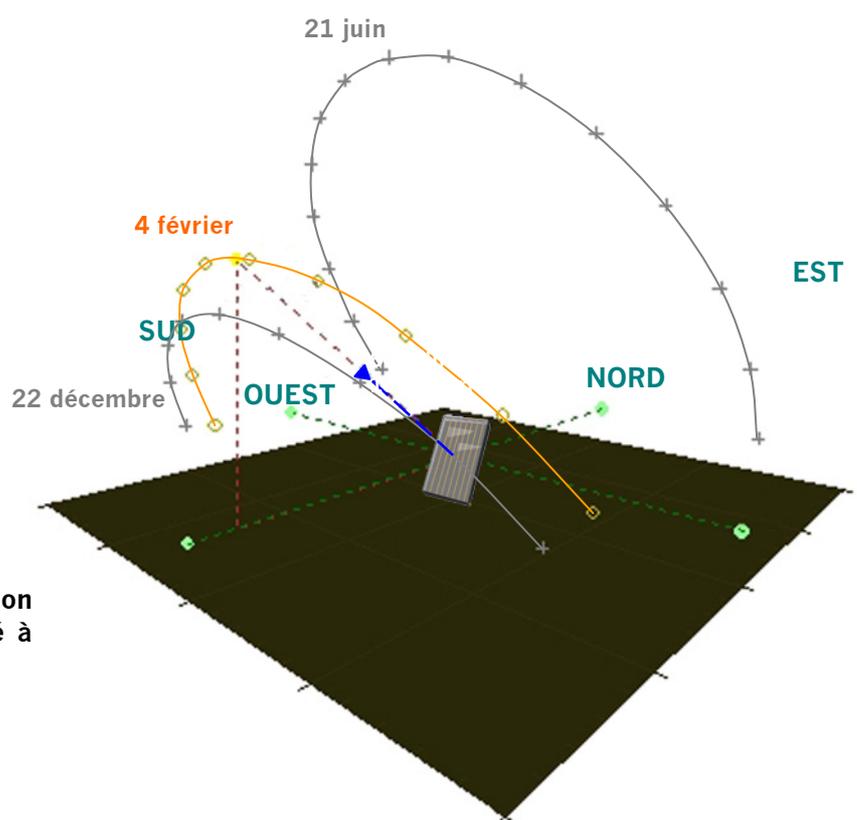


Figure 11 : Représentation d'un capteur solaire incliné à 60°

15.3.4. Le positionnement des capteurs

Le positionnement des capteurs et leur intégration au bâtiment ou au site doivent être étudiés précisément de manière à garantir un rendement satisfaisant tout en respectant les règlements d'urbanisme.

La pose des capteurs solaires thermiques peut se faire :

- sur une toiture terrasse,
- intégré dans une toiture en pente,
- intégré en façade (uniquement pour les SSC et le chauffage collectif),
- intégré sur un auvent ou une verrière,
- positionné sur un garde corps,
- au sol sur des châssis métalliques,
- etc.

15.3.5. L'intégration architecturale

Sur un bâtiment, les capteurs solaires deviennent un élément de composition architectural et à ce titre, il faut respecter certaines règles qui vont dans le sens d'une intégration raisonnée et harmonieuse.

Sur une toiture terrasse :

- Orienter les capteurs solaires conformément aux façades,
- Se décaler des bordures du toit s'il n'y a pas d'acrotère,
- Préférer l'installation de plusieurs rangées de faible hauteur, plutôt qu'un faible nombre de rangées sur une hauteur plus grande,
- Habiller l'arrière des capteurs dans le cas d'un bâtiment industriel de faible hauteur.

Sur une toiture en pente :

- Intégrer les capteurs dans la toiture en évitant les surimpositions,
- Éviter les disproportions entre la surface des capteurs et la surface qui les reçoit,
- Rechercher des structures de fixation ayant les mêmes coloris que la toiture,
- Éviter les contrastes entre les capteurs en toiture et la façade.



En façade d'un bâtiment :



- Prévoir l'implantation des capteurs à la conception du bâtiment et éviter de placer des capteurs en façade d'un bâtiment existant,
- Privilégier un positionnement en harmonie avec le bâti, respecter les symétries et éviter les pièces rapportées,
- Conserver la cohérence de composition de la façade avec les éléments existants (porte, fenêtres, etc.).

Sur des structures spécifiques :

Les capteurs solaires thermiques peuvent également être installés sur la toiture d'un garage, sur un auvent, sur une verrière, sur un garde corps, etc.

Il faut alors veiller à conserver une harmonie et faire en sorte que les capteurs deviennent un élément à part entière naturellement intégré au bâtiment.

15.3.6. Quelques conseils à retenir**Lors de l'installation :**

- Placer le ballon solaire au plus près des capteurs et calorifuger les canalisations,
- Veiller à une bonne accessibilité de la sonde de température du capteur, de la purge d'air et des raccordements de manière à faciliter la mise en service et l'entretien,
- Veiller à soigner les passages de câbles et tuyauteries à travers la toiture et les murs.

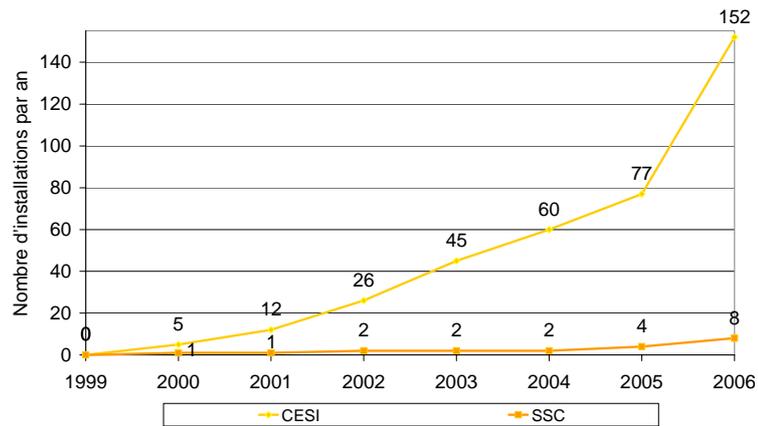
Lors du fonctionnement :

- Une absence annuelle pendant les périodes estivales (tout le mois de juillet par exemple) est défavorable à la rentabilité de l'installation,
- Mettre en place des dispositifs permettant la réduction des consommations d'eau (exemple : mitigeurs et de la robinetterie thermostatiques).

16. BILAN DE L'EXISTANT**16.1. INSTALLATIONS INDIVIDUELLES****Chauffe-eau solaires individuels (CESI)**

Le nombre de chauffe-eau solaires actuellement recensés sur le département est de **388** ; ce nombre correspond aux installations ayant bénéficié d'une aide de l'ADEME et de la Région Aquitaine depuis 1999.

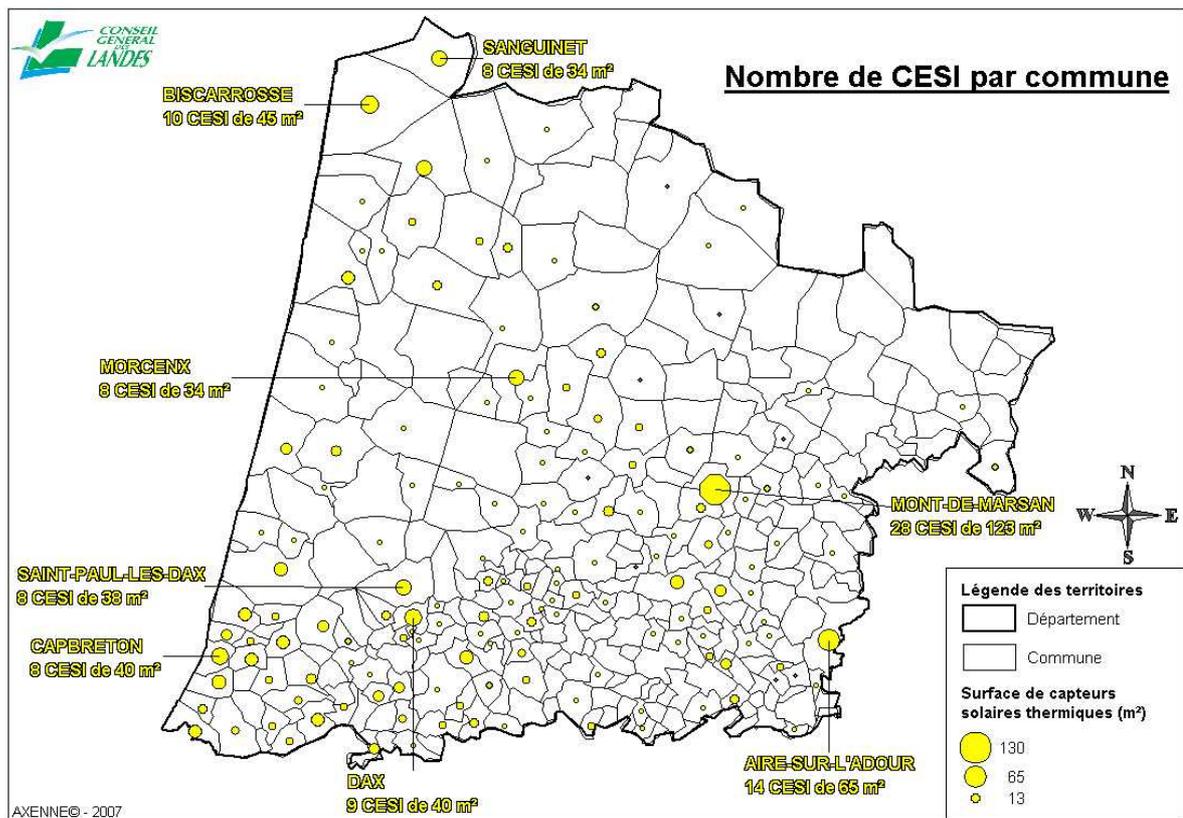
Les premiers projets aidés datent de 2000 (pas d'installation en 1999) et le nombre d'installations a doublé quasiment chaque année depuis. Un pic est observé en 2006 qui peut être lié aux actions de sensibilisation menées par les différents organismes, à la prise de conscience d'une partie de la population des enjeux climatiques, ainsi qu'à la mesure de crédit d'impôt (mise en place au 1^{er} janvier 2005, élévation du taux à 50 % en 2006).



Graphique 8 : Nombre d'installations de CESI et SSC entre 1999 et 2006

Les 388 CESI existants représentent une **surface totale de capteurs de 1 779 m²**, soit une moyenne de **4,6 m² de capteurs par installation**.

Si l'on considère la productivité des capteurs égale à 460 kWh/m²²⁷, l'ensemble des installations produit **817 MWh/an**, et une seule installation produit en moyenne **2,1 MWh/an**.



²⁷ Hypothèse prise à partir d'une simulation réalisée sur le logiciel SOLO 2000 (voir § 17.3 Production dans le cas d'exemples type)

Carte 10 : Localisation des CESI

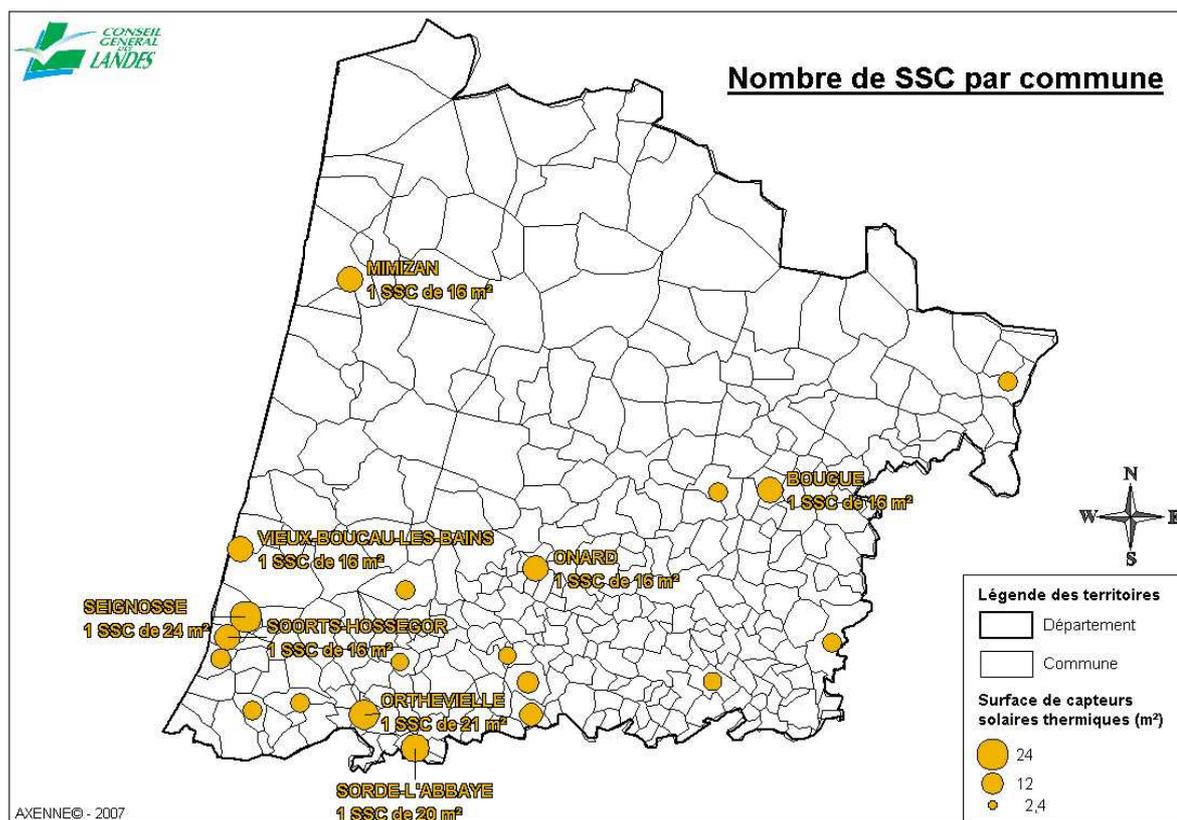
Les installations de CESI existantes sont bien réparties sur le département, à part sur le nord-est qui en est dépourvu ; sur presque la moitié des communes est implanté au moins un CESI.

Système solaires combinés (SSC)

20 systèmes solaires combinés sont recensés sur le département (source : ADEME/Région). Le nombre d'installations a stagné depuis 2000, date de la première installation, jusque 2004 ; une forte tendance à la hausse s'amorce en 2005 et 2006 (cf. graphique ci-dessus).

Les 20 SSC existants représentent une **surface de 271 m²**, soit une moyenne de **17,5 m² par installation** (ce qui est relativement élevé).

Si l'on considère la productivité des capteurs égale à 350 kWh/m²²⁸, l'ensemble des installations produit **95 MWh/an**, et une seule installation produit en moyenne **6,1 MWh/an**.



Carte 11 : Localisation des SSC

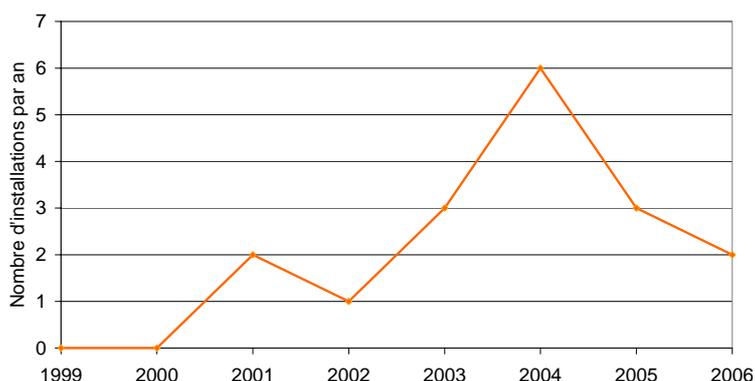
Les installations de SSC sont dans l'ensemble situées dans le sud du département.

²⁸ Source : « Etude qualitative et quantitative du fonctionnement de Systèmes solaires combinés en usage réel » - ADEME – Sept. 2006

16.2. INSTALLATIONS COLLECTIVES

Chauffe-eau solaires collectifs (CESC)

Le nombre de chauffe-eau solaires collectifs (CESC) actuellement recensés sur le département est de **13**. La première installation date de 2001 ; aucune tendance particulière ne se dessine : hausse des installations jusqu'en 2004 puis baisse jusqu'en 2006.

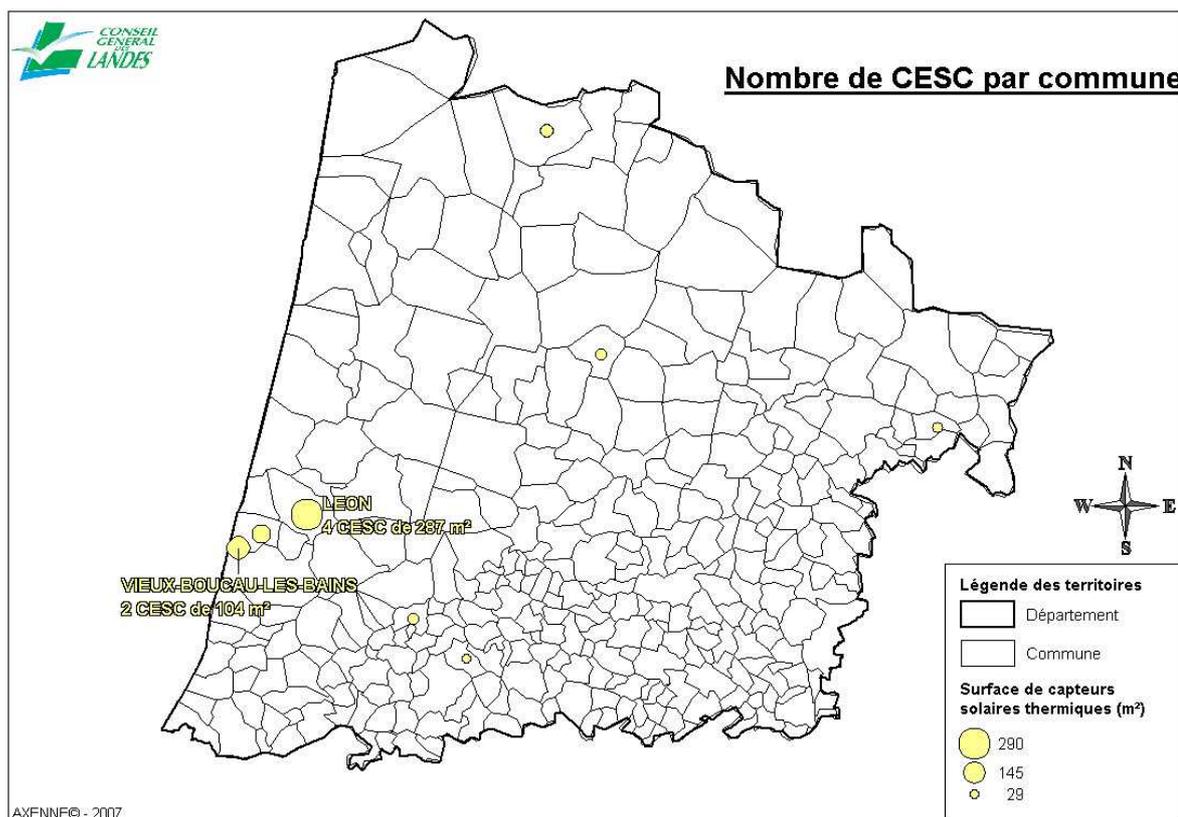


Graphique 9 : Nombre d'installations de CESC entre 1999 et 2006

Les 13 CESC existants représentent une **surface de capteurs de 480 m²**, soit une moyenne de **36,9 m² par installation** avec des variations comprises entre 4,3 m² et 83,3 m².

Si l'on considère la productivité des capteurs égale à 520 kWh/m²²⁹, alors l'ensemble des installations produit **249,6 MWh/an** et une seule installation produit en moyenne **19,2 MWh/an**.

²⁹ Hypothèse prise à partir d'une simulation réalisée sur le logiciel SOLO 2000 (voir § 17.3 Production dans le cas d'exemples type)



Carte 12 : Localisation des CESC

Les communes de Léon, Vieux-Boucau-les-Bains et Messanges sont celles sur lesquelles sont implantés le plus de CESC.

Chauffage de piscine

Un petit nombre de moquettes solaires a été installé sur des piscines municipales du département de manière à préchauffer l'eau des bassins :

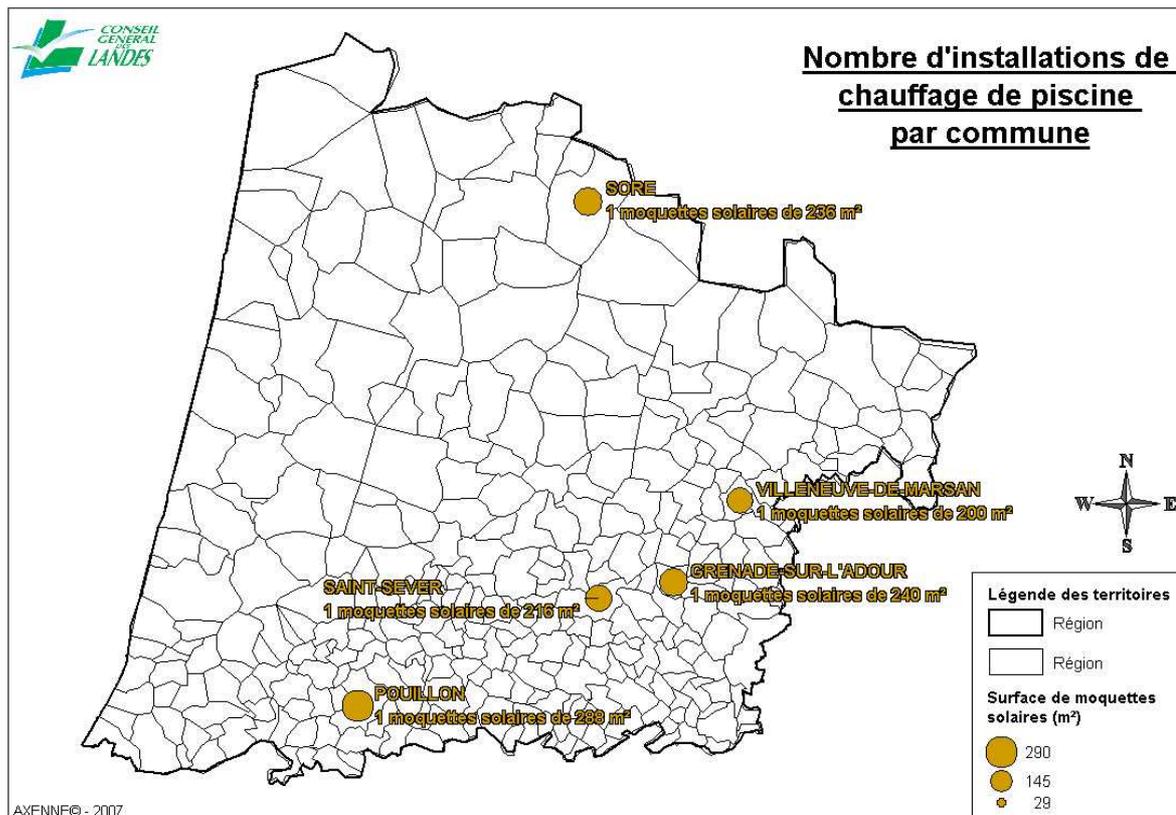
| Commune | Surface de capteurs (m ²) | Production (MWh/an) |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Grenade-sur-l'Adour | 240 | 72,0 |
| Pouillon | 288 | 86,4 |
| Saint-Sever | 216 | 64,8 |
| Villeneuve-de-Marsan | 200 | 60,0 |
| Sore | 236 | 70,8 |
| TOTAL | 1180 | 354,0 |
| MOYENNE | 236 | 70,8 |

Rq : Commune de Sore : surface non connue, prise égale à la surface moyenne des autres installations.

Tableau 9 : Installations de moquettes solaires

Les cinq installations existantes représentent une surface totale d'environ **1 180 m²** (en prenant pour l'installation de Sore la surface moyenne des autres installations) ; la surface moyenne d'une installation est de **236 m²**.

Si l'on considère une productivité de 300 kWh/m², les installations produisent environ **354 MWh/an**, soit environ **71 MWh/an par installation**.



Carte 13 : Localisation des installations de chauffage solaire des piscines

16.3. BILAN DE LA FILIERE EXISTANTE

Point Info Énergie

Le point Info Energie des Landes est situé à Dax ; c'est l'association Pact des Landes qui en a la charge :

PACT des Landes - Habitat et Développement

46, rue Baffert

40 100 Dax

Tél. : 05 58 74 12 56

Mail : cesah40@wanadoo.fr ou infoenergie@pactdeslandes.org

Installateurs agréés

Il existe actuellement 75 installateurs de systèmes solaires thermiques possédant l'agrément Qualisol dans les Landes. Les coordonnées de ces installateurs sont données sur le site internet de l'association Qualisol : www.qualisol.org.

Qualisol, l'engagement qualité de près de 10 000 installateurs de systèmes solaires thermiques

Créée par l'ADEME en 1999 dans le cadre du Plan Soleil, l'appellation Qualisol est aujourd'hui gérée par l'association Qualit'EnR. Elle fédère à ce jour un réseau national près de 10 000 installateurs de systèmes solaires thermiques engagés dans une démarche qualité.

Qualisol est synonyme de qualité d'installation d'un nombre croissant d'équipements solaires domestiques. C'est une marque de confiance préconisée par les pouvoirs publics (ADEME, Régions et autres collectivités locales), reconnue par le grand public et recommandée par les opérateurs énergétiques. Depuis sept ans, elle contribue au développement spectaculaire du marché solaire thermique en France métropolitaine, tout en favorisant l'émergence d'une filière professionnelle à même de répondre à la demande.

17. RESSOURCE

17.1. DONNEES CLIMATIQUES

Axenne dispose d'une base de données d'ensoleillement issue du programme européen PVGIS (Geographical Assessment of Solar Energy Resource and Photovoltaic Technology). Cette base renseigne 454 villes en France ; ce sont des moyennes mensuelles d'ensoleillement entre 1981 et 1990.

D'autre part, les données climatiques récupérées sont celles de la station météorologique de Mont-de-Marsan. Les températures sont des données Météo France.

Base météo de référence : Mont-de-Marsan

Altitude : 59 m

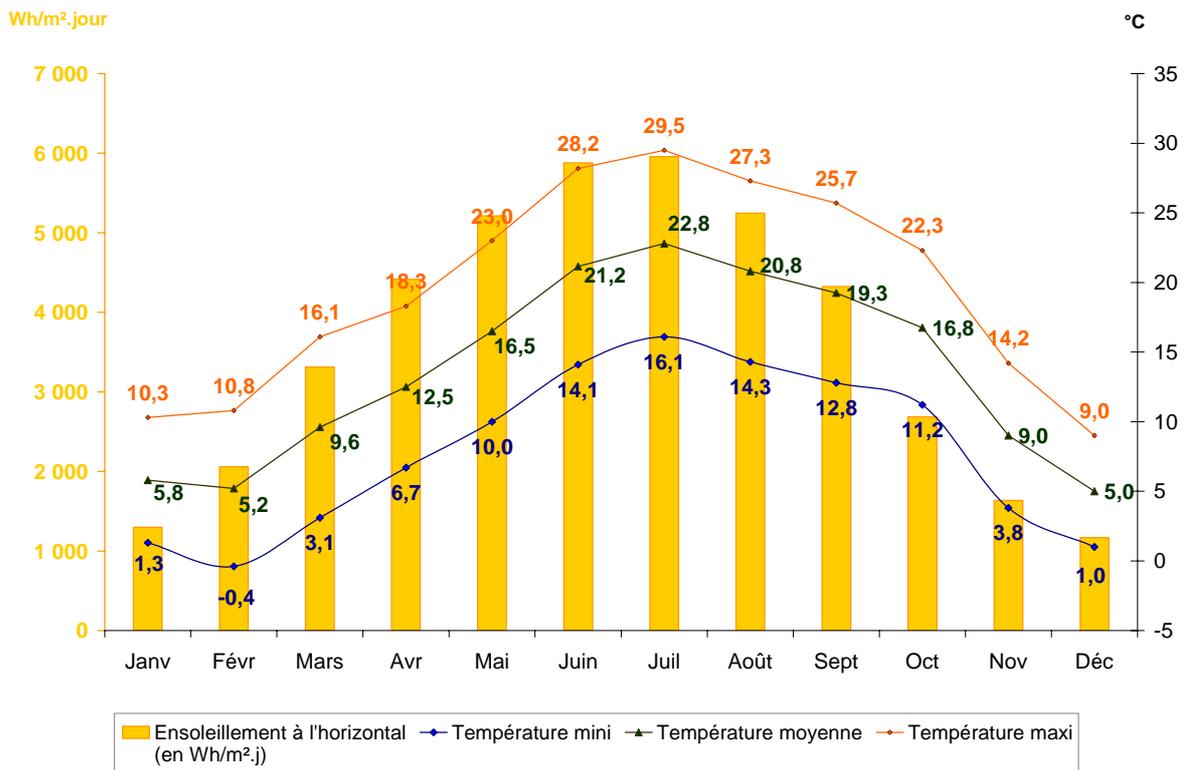
Latitude : 43°54'42"

Longitude : 0°29'54"

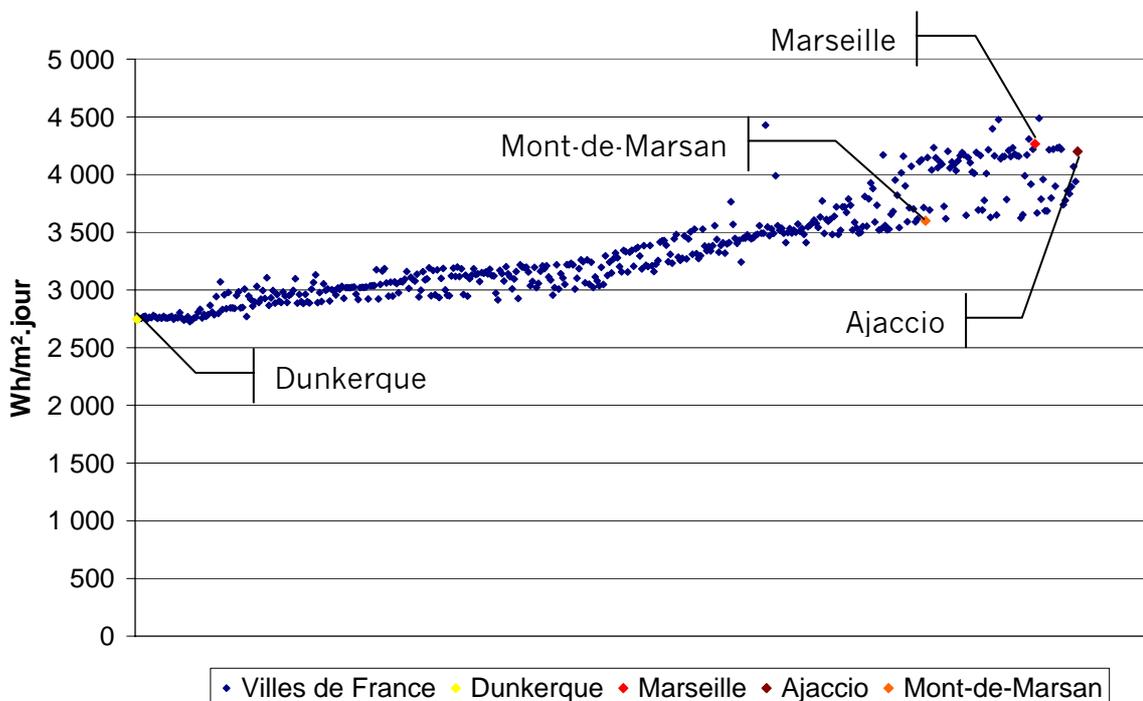
| MOIS | Ensoleillement à l'horizontal (en Wh/m ² .j) | Température mini | Température moyenne | Température maxi |
|------|---|---------------------|------------------------|---------------------|
| Janv | 1 298 | 1,3 | 5,8 | 10,3 |
| Févr | 2 059 | -0,4 | 5,2 | 10,8 |
| Mars | 3 313 | 3,1 | 9,6 | 16,1 |
| Avr | 4 414 | 6,7 | 12,5 | 18,3 |
| Mai | 5 211 | 10 | 16,5 | 23 |
| Juin | 5 879 | 14,1 | 21,15 | 28,2 |
| Juil | 5 956 | 16,1 | 22,8 | 29,5 |
| Août | 5 246 | 14,3 | 20,8 | 27,3 |
| Sept | 4 324 | 12,8 | 19,25 | 25,7 |
| Oct | 2 687 | 11,2 | 16,75 | 22,3 |
| Nov | 1 634 | 3,8 | 9 | 14,2 |
| Déc | 1 167 | 1 | 5 | 9 |

Source : Ensoleillement - PVGIS (Union Européenne) / Températures - Météo France

Tableau 10 : Données météorologiques de Mont-de-Marsan

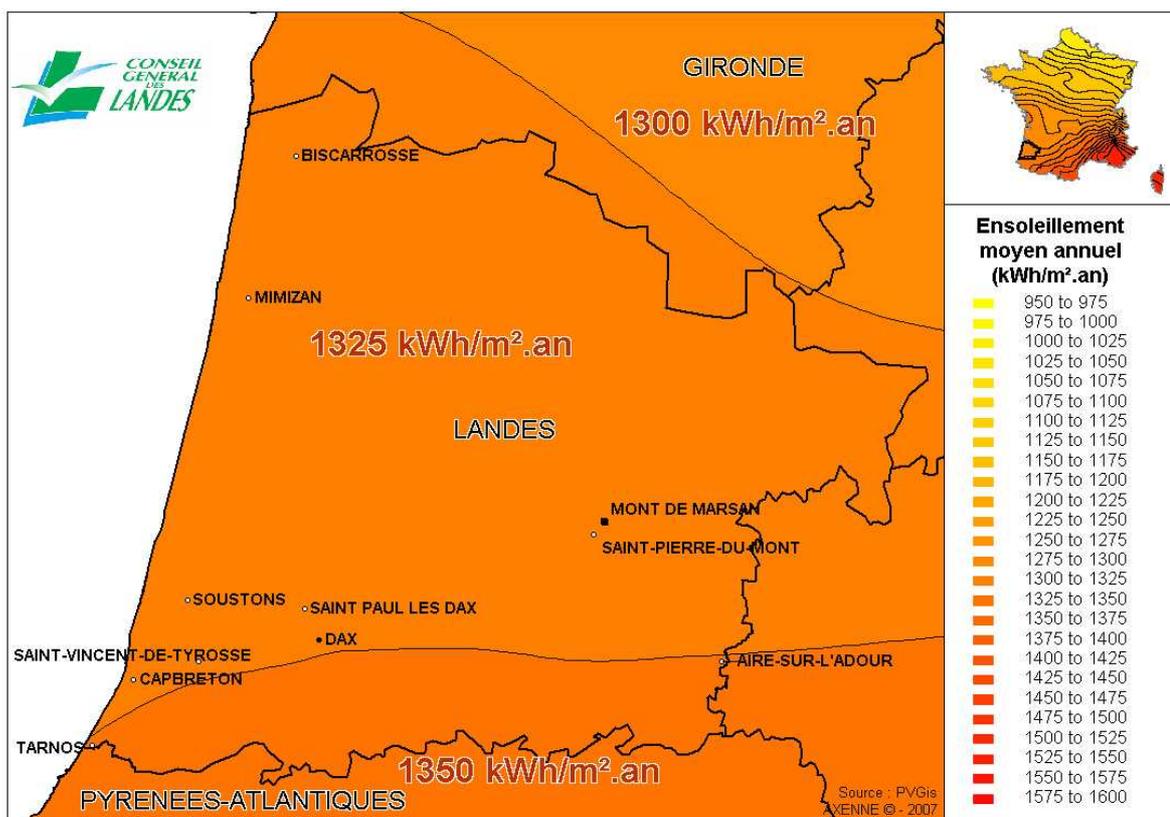


Graphique 10 : Courbes d'ensoleillement et de température sur Melun



Graphique 11 : Ensoleillement moyen annuel des villes de France

17.2. CARTOGRAPHIE DE L'ENSOLEILLEMENT



Carte 14 : Ensoleillement moyen annuel sur les Landes

Comme on peut le voir sur la carte, l'ensoleillement est homogène sur le département, bien qu'un peu meilleur à l'extrême sud du département (au sud de Capbreton, Dax et Aire-sur-l'Adour).

La ressource solaire des Landes est relativement importante et permet une utilisation pertinente et intéressante d'installations solaires thermiques.

17.3. PRODUCTION DANS LE CAS D'EXEMPLES TYPES

Installation individuelle de production d'ECS

Dans les Landes, une installation de production d'eau chaude sanitaire de 3,5 m² de capteurs solaires peut couvrir plus de 50 % (environ 1 600 kWh) des besoins d'une famille de quatre personnes.

Cette simulation a été réalisée par l'intermédiaire du logiciel SOLO 2000, avec les hypothèses suivantes :

- Besoins de 180 L/jour d'eau chaude, soit 3 100 kWh/an,
- 3,5 m² de capteurs, orientés au sud, inclinés à 40°,
- ballon de 200 L,
- pas de masque.

Remarque : Cette simulation a été réalisée pour Mont-de-Marsan, les résultats sont un peu meilleurs lorsque l'on se rapproche du littoral.

Installation collective de production d'ECS

Dans les Landes, une installation de production d'eau chaude collective de 30 m² de capteurs solaires, mise en place sur un bâtiment dont les besoins se montent à 35 800 kWh/an, peut couvrir 44 % de ces besoins, ce qui représente une production annuelle de 15 600 kWh.

Cette simulation a été réalisée par l'intermédiaire du logiciel SOLO 2000, avec les hypothèses suivantes :

- Besoins de 2 000 L/jour d'eau chaude, soit 35 800 kWh/an,
- 30 m² de capteurs, orientés au sud, inclinés à 40°,
- ballon de 2 000 L,
- pas de masque.

18. BILAN ECONOMIQUE

18.1. RENTABILITE ECONOMIQUE

18.1.1. Installation individuelle de production d'ECS

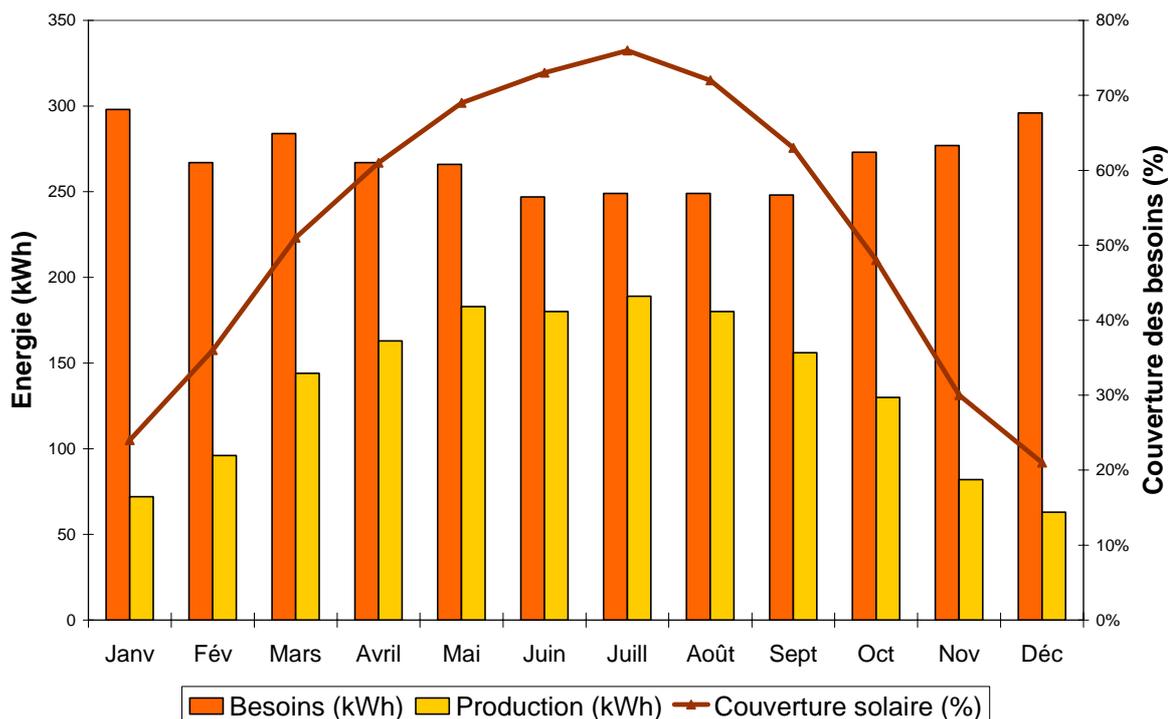
L'étude des conditions de rentabilité économique d'une installation solaire thermique pour un particulier est réalisée ici pour un cas typique : une famille de quatre personnes habitant une maison neuve ou existante.

Hypothèses de calcul

- famille de quatre personnes,
- consommation d'eau chaude de 180 L/jour,
- ballon d'eau chaude de 200 L,
- 3,5 m² de capteurs, orientés au sud, inclinés à 40°,
- pas de masque.

Production

| | Janv | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill | Août | Sept | Oct | Nov | Déc |
|---|------|-----|------|-------|-----|------|-------|------|------|-----|-----|-----|
| Consommation (L/jour) | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| Besoins (kWh) | 298 | 267 | 284 | 267 | 266 | 247 | 249 | 249 | 248 | 273 | 277 | 296 |
| Production (kWh) | 72 | 96 | 144 | 163 | 183 | 180 | 189 | 180 | 156 | 130 | 82 | 63 |
| Couverture solaire (%) | 24% | 36% | 51% | 61% | 69% | 73% | 76% | 72% | 63% | 48% | 30% | 21% |
| Productivité (kWh/m²) | 20 | 27 | 40 | 46 | 51 | 50 | 53 | 51 | 44 | 37 | 23 | 18 |



Graphique 12 : Production de l'installation solaire

Bilan annuel

| | |
|---|------------------------|
| Consommation annuelle d'eau chaude : | 65 400 L |
| Besoins en énergie pour chauffer cette eau : | 3 220 kWh |
| Production de l'installation solaire : | 1 639 kWh |
| Couverture des besoins par l'installation solaire : | 51 % |
| Productivité des capteurs solaires : | 459 kWh/m ² |

Coût de l'installation

Nous donnons ici un ordre de prix rapporté au m² de surface installée ; il s'agit d'un prix moyen qui n'intègre pas le système d'appoint, mais qui comprend l'ensemble des équipements (capteurs, stockage, circulateurs, régulation) et leurs installations.

Chauffe-eau solaire individuel : 1 000 € HT/m²

L'installation étudiée ici demande donc un investissement de l'ordre de 3 600 € HT, soit 4 200 € TTC (TVA : 19,6 % sur le matériel et 5,5 % sur la pose).

Les coûts de maintenance sont quasiment inexistantes sur une installation individuelle.

Comparaison avec des solutions dites de référence

Il est intéressant de comparer sur le plan financier la mise en place d'un CESI et de son appoint avec le choix d'une installation « classique » ; on considère que cette dernière utilise la même énergie que celle choisie pour l'appoint dans la solution CESI+appoint, de manière à réaliser une comparaison valable.

Pour cela, est réalisé le calcul du nombre d'années au bout desquelles les dépenses sont les mêmes pour les deux solutions (dépenses = investissement + entretien de l'installation + achat de l'énergie + remboursement de l'emprunt). C'est à partir de ce nombre d'années d'équilibre que le choix de la solution EnR + appoint permettra à l'utilisateur de faire des économies. Si ce nombre d'années est supérieur à la durée de vie de l'installation envisagée, cela signifie que la solution CESI+appoint est globalement plus chère que la solution à laquelle elle est comparée. Ce nombre d'années est appelé temps de retour investisseur.

Pour la comparaison réalisée, on considère ici que la mise en place du CESI intervient lorsque l'appareil de production d'ECS principal est arrivé en fin de vie et qu'il doit de toute façon être changé.

Remarque : L'installation d'un CESI au cours de la durée de vie de l'appareil principal de production d'ECS est possible mais moins intéressante sur le plan financier.

| | | | | | |
|------------------------------------|--|--|---|--|----------------|
| |  |  |  |  | |
| Energie substituée | Gaz nat | Fioul | Propane | Electricité HP | Electricité HC |
| Temps de retour investisseur (ans) | 21 | 17 | 12 | 16 | 19 |

Remarque : Les calculs tiennent compte du crédit d'impôt ainsi que d'un prêt bonifié de 2 %. Les économies réalisées dépendent du prix de l'énergie substituée et de son évolution future, ainsi que du rendement de l'appareil correspondant. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Note : La durée de vie d'un CESI, ainsi que des autres solutions de production d'ECS est d'environ 25 ans.

Pour toutes les énergies considérées, le choix d'un CESI (+ appoint) permet à son utilisateur de faire des économies sur la durée de vie des équipements par rapport à la solution utilisant uniquement une énergie fossile (la même que celle choisie en appoint dans la solution EnR).

Cependant, pour certaines énergies (gaz naturel, électricité tarif double), l'équilibre des dépenses se fait au bout d'un nombre d'années important ; cela s'explique par le bas prix du gaz naturel, et la faible augmentation du prix de l'électricité dans le temps.

18.1.2. Installation collective de production d'ECS

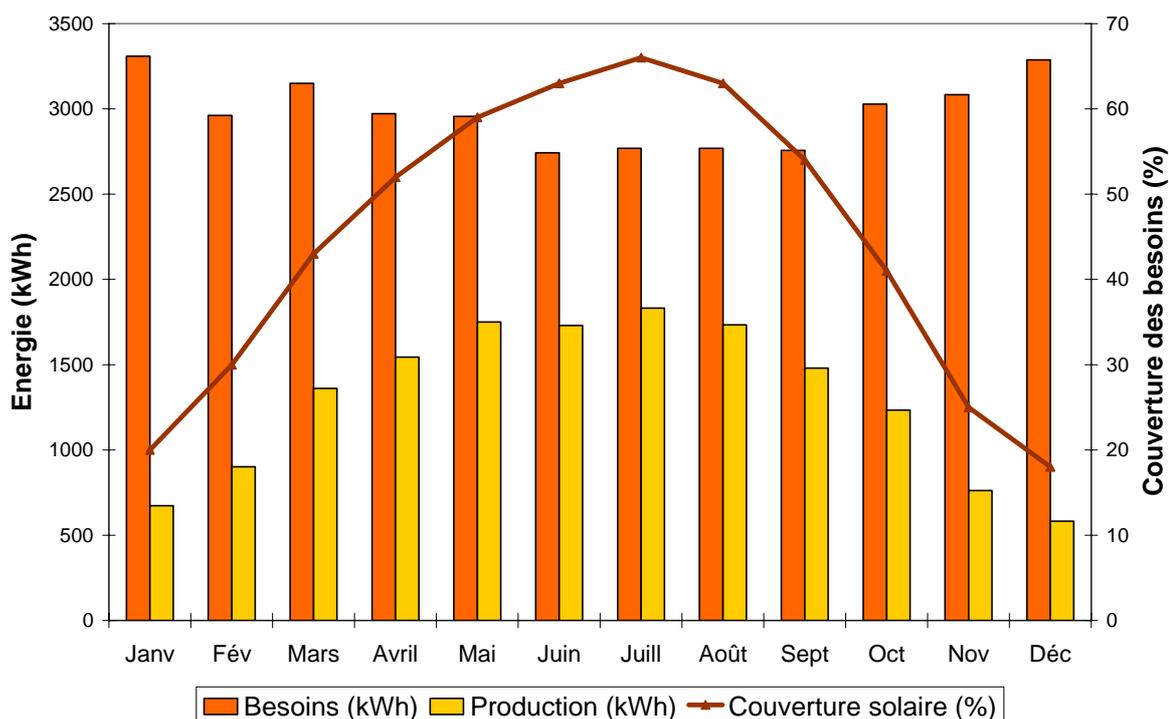
L'étude des conditions de rentabilité économique d'une installation solaire thermique collective est réalisée pour un cas particulier.

Hypothèses de calcul

- consommation d'eau chaude de 2 000 L/jour
- ballon d'eau chaude de 2 000 L
- 30 m² de capteurs, orientés au sud, inclinés à 40°
- pas de masque

Production

| | Janv | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill. | Août | Sept | Oct. | Nov. | Déc. |
|------------------------------------|------|------|------|-------|------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Consommation (L/j) | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Besoins (kWh) | 3308 | 2962 | 3150 | 2972 | 2956 | 2742 | 2769 | 2769 | 2756 | 3028 | 3083 | 3287 |
| Production (kWh) | 673 | 901 | 1361 | 1544 | 1751 | 1730 | 1831 | 1733 | 1480 | 1233 | 762 | 582 |
| Couverture solaire (%) | 20 | 30 | 43 | 52 | 59 | 63 | 66 | 63 | 54 | 41 | 25 | 18 |
| Productivité (kWh/m ²) | 23 | 30 | 46 | 52 | 59 | 58 | 61 | 58 | 50 | 41 | 26 | 19 |



Graphique 13 : Production de l'installation solaire

Bilan annuel

| | |
|---|------------------------|
| Consommation annuelle d'eau chaude : | 730 000 L |
| Besoins en énergie pour chauffer cette eau : | 35 800 kWh |
| Production de l'installation solaire : | 15 600 kWh |
| Couverture des besoins par l'installation solaire : | 44 % |
| Productivité des capteurs solaires : | 521 kWh/m ² |

Coût de l'installation

Nous donnons ici un ordre du prix rapporté au m² de surface installée ; il s'agit d'une gamme de prix moyen qui n'intègre pas le système d'appoint, mais qui comprend l'ensemble des équipements (capteurs, stockage, circulateurs, régulation) et leurs installations.

Chauffe-eau solaire collectif : entre 800 et 1 200 € HT/m²

L'installation étudiée ici demande donc un investissement de l'ordre de 27 000 € HT.

Le coût de GRS (Garantie de Résultats Solaires) et d'une visite d'entretien annuelle est compris entre 200 et 500 €/an.

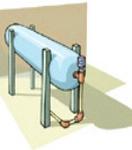
Comparaison avec des solutions dites de référence

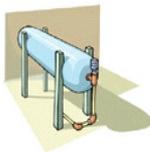
Il est intéressant de comparer sur le plan financier la mise en place d'un CESC et de son appoint avec le choix d'une installation « classique » ; on considère que cette dernière utilise la même énergie que celle choisie pour l'appoint dans la solution CESC+appoint, de manière à réaliser une comparaison valable.

Pour cela, est réalisé le calcul du nombre d'années au bout desquelles les dépenses sont les mêmes pour les deux solutions (dépenses = investissement + entretien de l'installation + achat de l'énergie + remboursement de l'emprunt). C'est à partir de ce nombre d'années d'équilibre que le choix solution EnR + appoint permettra à l'utilisateur de faire des économies. Si ce nombre d'années est supérieur à la durée de vie de l'installation, cela signifie que la solution CESC+appoint est globalement plus chère que la solution à laquelle elle est comparée. Ce nombre d'années est appelé temps de retour financier.

Pour la comparaison réalisée, on considère ici que la mise en place du CESC intervient lorsque l'appareil de production d'ECS principal est arrivé en fin de vie et qu'il doit de toute façon être changé.

Deux cas sont distingués : l'installation dans une collectivité et l'installation dans une entreprise. Les résultats diffèrent en raison des aides dont peuvent bénéficier les projets.

| Collectivité |  |  |  |  |
|------------------------------------|---|---|--|---|
| Energie substituée | Gaz nat | Fioul | Propane | Electricité |
| Temps de retour investisseur (ans) | 25 | 16 | 7 | 16 |
| TRI sur 20 ans (hors VR) | -2,5% | 3,3% | 15,5% | 2,4% |

| | | | | |
|------------------------------------|---|---|--|---|
| Entreprise |  |  |  |  |
| Energie substituée | Gaz nat | Fioul | Propane | Electricité |
| Temps de retour investisseur (ans) | > 30 | 23 | 12 | 29 |
| TRI sur 20 ans (hors VR) | | | 16,9% | |

Remarque : Les calculs tiennent compte des aides disponibles dans le cadre du PRAE. Les économies réalisées dépendent du prix de l'énergie substituée et de son évolution future, ainsi que du rendement de l'appareil correspondant. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Note : La durée de vie d'un CESC, ainsi que des autres solutions de production d'ECS est d'environ 25 ans.

Pour une collectivité : Pour toutes les énergies sauf le gaz naturel, le choix d'un CESC (+ appoint) permet au maître d'ouvrage de faire des économies sur la durée de vie des équipements par rapport à la solution utilisant uniquement une énergie fossile (la même que celle choisie en appoint dans la solution EnR). Pour le gaz naturel, étant donné que le temps de retour trouvé correspond à la durée de vie observée généralement, il est difficile de se prononcer, mais l'opération risque de ne pas être rentable sur la durée de vit de l'installation.

Pour une entreprise : Pour toutes les énergies sauf le propane, le choix d'un CESC (+ appoint) ne permet pas ou peu au maître d'ouvrage de faire des économies sur la durée de vie des équipements.

18.1.3. Installation de chauffage de l'air

L'étude des conditions de rentabilité économique d'une installation solaire thermique de préchauffage de l'air de ventilation est réalisée pour une installation de capteur mural à plaque perforée réalisée par une entreprise.

Hypothèses de calcul

- Volume à chauffer : 4 000 m³,
- Débit de ventilation : 2 000 m³/h,
- Température de consigne : 20°C,
- 100 m² de capteurs, orientés au sud, inclinés à la verticale,
- Puissance supplémentaire de ventilation requise : 300 W,
- Pas de masque.

Production

| | Janv | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juill. | Août | Sept | Oct. | Nov. | Déc. |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----------|------------|-------------|-------------|------------|
| Énergie captée (MWh) | 2,14 | 2,43 | 3,14 | 2,84 | 1,03 | 0 | 0 | 0 | 0,93 | 2,33 | 2,7 | 2,17 |
| Réduction des pertes murales (MWh) | 0,4 | 0,36 | 0,22 | 0,13 | 0,02 | -0,01 | -0,01 | 0 | -0,03 | 0,01 | 0,25 | 0,43 |
| Énergie délivrée (MWh) | 2,54 | 2,79 | 3,36 | 2,96 | 1,05 | -0,01 | -0,01 | 0 | 0,9 | 2,34 | 2,95 | 2,6 |
| Productivité (kWh/m²) | 25,4 | 27,9 | 33,6 | 29,6 | 10,5 | -0,1 | -0,1 | 0 | 9 | 23,4 | 29,5 | 26 |

Bilan annuel

| | |
|--|-----------------|
| Énergie renouvelable captée | 19,7 MWh |
| Récupération des pertes de chaleur du bâtiment | 1,8 MWh |
| Énergie renouvelable fournie | 21,5 MWh |
| Production annuelle d'énergie par unité de surface | 215 kWh/m² |
| Rendement du capteur solaire | 30 % |
| Énergie supplémentaire de ventilation | 1,7 MWh |

En première approche, les besoins en chauffage du bâtiment étudié sont d'environ 210 MWh/an ; l'installation couvre donc environ 10 % des besoins.

Coût de l'installation

Le coût d'investissement d'une telle installation est d'environ 18 200 €, montant ramené en fait à 15 200 € car la mise en place de l'installation permet des économies sur l'achat et la pose des matériaux de parement :

| | Matériel | Installation |
|-----------------------------|----------|--------------|
| Capteur solaire | 4 700 | 7 000 |
| Crédit matériau de parement | - 2 000 | - 1 000 |
| Ventilateur et gaine | 2 400 | 2 000 |
| Etude, ingénierie et divers | 2 100 | |

Les frais d'électricité pour le fonctionnement du ventilateur dédié se montent à environ 120 €/an. Il n'y a aucun frais de maintenance.

Comparaison avec des solutions dites de référence

Il est intéressant de comparer sur le plan financier la mise en place d'une installation de chauffage solaire de l'air de ventilation et de son appoint avec le choix d'une installation « classique » ; on considère que cette dernière utilise la même énergie que celle choisie pour l'appoint dans la solution EnR+appoint, de manière à réaliser une comparaison valable.

Pour cela, est réalisé le calcul du nombre d'années au bout desquelles les dépenses sont les mêmes pour les deux solutions (dépenses = investissement + entretien de l'installation + achat de l'énergie + remboursement de l'emprunt). C'est à partir de ce nombre d'années d'équilibre que le choix de la solution EnR+appoint permettra à l'utilisateur de faire des économies. Si ce nombre d'années est supérieur à la durée de vie de l'installation envisagée, cela signifie que la solution EnR+appoint est

globalement plus chère que la solution à laquelle elle est comparée. Ce nombre d'années est appelé temps de retour investisseur.

| | | | | |
|------------------------------|---|---|--|---|
| Entreprise |  |  |  |  |
| Energie substituée | Gaz nat | Fioul | Propane | Electricité |
| Temps de retour projet (ans) | 12 | 9 | 4 | 8 |
| TRI sur 30 ans (hors VR) | 10,4% | 20,6% | | 26,4% |

Remarque : Les calculs ont été effectués dans le cas où le maître d'ouvrage bénéficie d'une subvention de 20 % du montant total de l'investissement HT. Les économies réalisées dépendent du prix de l'énergie substituée et de son évolution future, ainsi que du rendement de l'appareil correspondant. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Note : La durée de vie d'une installation solaire de préchauffage de l'air de ventilation est très longue (pas de composants en mouvement) ; seules les installations de ventilation seront à renouveler régulièrement.

Étant donné le faible coût d'investissement et les coûts évités (matériaux de parement), l'équilibre des dépenses entre les solutions comparées intervient relativement tôt.

18.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES

18.2.1. Crédit d'impôt en faveur des énergies renouvelables

De même que pour le bois énergie, les particuliers s'équipant d'une installation solaire thermique sur leur résidence principale peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt de 50 %.

Les équipements doivent répondre à la certification CSTBat ou à la certification Solar Keymark.

18.2.2. PRAE : ADEME/Région

Dans le cadre du Programme Régional Aquitain de l'Environnement (PRAE) 2007, l'ADEME et le Conseil Régional accordent des aides aux projets d'installations solaires thermiques, au niveau aide à la décision et aide à l'investissement.

Les différentes interventions sont les suivantes :

- Préparation de la mise en place d'un système de conditionnalité des aides,
- Création et animation du comité régional d'orientation QualitEnR,
- Promotion de l'approche qualité des installations individuelles et collectives,
- Formation des bureaux d'études thermiques sur le solaire thermique et la GRS,
- Recherche de partenariat avec des maîtres d'ouvrages notamment les bailleurs sociaux (sous forme d'appels à projets),
- Audits qualités des installations individuelles,
- Soutien technique et financier à des réalisations d'installations collectives solaires thermiques de type chauffage ou chauffe-eau, ainsi que les opérations de séchage en milieu agricole. Ces opérations seront encadrées par la garantie de résultats solaires.
- Communications : présentation opération, visite de site y compris habitat social.

Règles générales à respecter pour l'octroi d'aides :

- Les matériels solaires thermiques doivent être certifiés par le CSTB,
- les installations solaires thermiques doivent être accompagnés d'une garantie de résultat solaire (GRS),
- les investissements solaires doivent être accompagnés d'un plan d'action de maîtrise de demande d'énergie (MDE) et de l'eau dans le cas d'opérations en solaire thermique,
- Les opérations solaires dans le neuf sous maîtrise d'ouvrage public et privé seront aidées en fonction du niveau de performance RT 2005 retenu.

Le détail des aides financières est donné en annexe.

Attention : Les aides et leurs critères accordées dans le cadre du PRAE ont été modifiées en 2008 ; ces aides étant en cours d'actualisation, se reporter directement à la délégation régionale de l'ADEME ou au Conseil Régional.

Bonification des prêts

Dans le cadre du PRAE, le Conseil Régional aquitain vient de mettre en place une aide supplémentaire aux particuliers sous forme de bonification de prêt : allègement de 2 % des intérêts d'emprunt, pris en charge par le Conseil Régional.

Cette aide est cumulable avec le crédit d'impôt. Les prêts bonifiés concernent les propriétaires, occupants ou bailleurs, réalisant leur investissement en Aquitaine. Ils s'appliquent sur l'installation de chauffe-eau solaires individuels pour des habitations principales ou secondaires, et seulement sur les maisons principales pour l'installation de systèmes solaires combinés ou photovoltaïques.

18.2.3. Autres

 Évolution législative :

Les installations solaires thermiques font partie des opérations qui entrent dans le cadre des certificats d'économie d'énergie.

19. POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT : LES CIBLES

19.1. DANS L'HABITAT

Dans l'habitat, trois types d'appareils peuvent être mis en place : d'une part, dans les maisons, les chauffe-eau solaires (CESI) et les Systèmes Solaires Combinés (SSC) et d'autre part, dans l'habitat collectif, les chauffe-eau solaires collectifs (CESC).

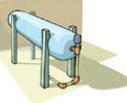
Gisement net des chauffe-eau solaires individuels

| | Existant | Neuf |
|------|--|---|
| CESI | 70 % des maisons dont l'ECS est chauffée au gaz de ville, fioul, gaz propane ou électricité. Le coefficient de 70 % est appliqué pour tenir compte des contraintes liées à l'intégration architecturale. Le gisement annuel est calculé en considérant la mise en place d'un CESI lors du renouvellement de l'installation existante (tous les 15 ans). | 70 % des maisons neuves (contraintes liées à l'intégration architecturale) ; la répartition par énergie est réalisée sur la base des données de la période 1990 – 1999. |

Dans l'existant :

| CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL DANS L'HABITAT EXISTANT |  |  |  |  |
|--|---|---|---|---|
| Nombre total de Maisons (cible totale) | 21 698 | 4 753 | 7 543 | 95 883 |
| Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire | Gaz naturel | Fioul | Gaz propane | Electricité |
| Gisement net pour les CESI (nb d'installations) | 15 189 | 3 327 | 5 280 | 67 118 |
| Gisement net annuel CESI (nb d'installations) | 1 013 | 222 | 352 | 4 475 |

Dans le neuf :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL DANS L'HABITAT NEUF |  |  |  |  |
| Nombre de Maisons/an (cible totale) | 439 | 35 | 162 | 1 358 |
| Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire | Gaz naturel | Fioul | Gaz propane | Electricité |
| Gisement net annuel CESI (nb d'installations) | 307 | 25 | 113 | 950 |

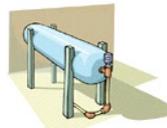
Gisement net des systèmes solaires combinés

| | Existant | Neuf |
|-----|--|--|
| SSC | <p>35 % des maisons chauffées au fioul ou au propane. Le coefficient de 35 % est appliqué pour tenir compte des contraintes liées à l'intégration architecturale.</p> <p>Le gaz de ville et le chauffage urbain ne sont pas pris en compte en raison de leur prix (SSC non compétitif sur le plan financier) ; l'électricité est écartée car les aménagements à réaliser sont trop importants.</p> <p>Le gisement annuel est calculé en considérant la mise en place d'un CESI lors du renouvellement de l'installation existante (tous les 15 ans).</p> | <p>35 % des maisons neuves (contraintes liées à l'intégration architecturale) potentiellement chauffées au fioul ou gaz propane ; la répartition par énergie est réalisée sur la base des données de la période 1990 – 1999.</p> |

Dans l'existant :

| | | |
|--|---|---|
| SYSTEME SOLAIRE COMBINE DANS L'HABITAT EXISTANT |  |  |
| Nombre total de Maisons (cible totale) | 15 845 | 9 428 |
| Energie utilisée pour le chauffage | Fioul | Gaz Propane |
| Gisement net pour les SSC (nb d'installations) | 5 546 | 3 300 |
| Gisement net annuel (nb d'installations) | 370 | 220 |

Dans le neuf :

| | | |
|---|---|---|
| SYSTEME SOLAIRE COMBINE DANS L'HABITAT NEUF |  |  |
| Nombre de Maisons/an (cible totale) | 117 | 203 |
| Energie utilisée pour le chauffage | Fioul | Gaz propane |
| Gisement net annuel SSC (nb d'installations) | 41 | 71 |

Gisement net des systèmes solaires collectifs

| | Existant | Neuf |
|------|--|---|
| CESC | <p>55 % des immeubles équipés d'une installation de préparation de l'ECS collective au fioul ou au gaz naturel. Le gaz propane est également envisagé mais représente un gisement quasiment nul.</p> <p>Un coefficient de 55 % est appliqué.</p> <p>On considère un besoin d'1,5 m² de panneaux solaires par logement et des installations de 30 m² au total (surface moyenne des CESC existants dans les Landes).</p> | <p>55 % des immeubles neufs potentiellement utilisant potentiellement le gaz naturel pour le chauffage collectif de l'ECS (1,5 m² de panneaux solaires par logement); la répartition par énergie est réalisée sur la base des données de la période 1990 – 1999.</p> <p>Le gaz propane et le fioul ont été considérés mais le gisement est quasi inexistant.</p> |

Dans l'existant :

| | | |
|---|---|---|
| CHAUFFE-EAU SOLAIRE COLLECTIF DANS LES IMMEUBLES EXISTANTS |  |  |
| Nombre total de logements | 1 956 | 397 |
| Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire | Gaz naturel | Fioul |
| Gisement net pour les CESC (surface en m²) | 1 617 | 329 |
| Gisement net pour les CESC (nb d'installations) | 55 | 11 |
| Gisement net annuel CESC (nb d'installations) | 4 | 1 |

Dans le neuf :

| | |
|---|--|
| CHAUFFE-EAU SOLAIRE COLLECTIF DANS LES IMMEUBLES NEUFS |  |
| Nombre de logements/an | 27 |
| Energie utilisée pour l'eau chaude sanitaire | Gaz naturel |
| Gisement net annuel CESC (surface en m²) | 22 |
| Gisement net annuel CESC (nb d'installations) | 1 |

Remarque : Le nombre d'immeubles cibles pour l'installation de CESC sur le neuf est très faible car il a été calculé en prenant en compte la répartition des énergies principales de chauffage pratiqué entre 1990 et 1999 ; or à cette période, la très grande majorité des immeubles neufs a été équipée d'installations de chauffage individuelles, c'est-à-dire par logement.

19.2. AUTRES SECTEURS

Secteurs collectif et tertiaire

L'eau chaude solaire collective se conçoit sur des équipements qui consomment de l'eau chaude régulièrement toute l'année. C'est pourquoi les bâtiments d'enseignement ne sont a priori pas indiqués pour la mise en place d'un chauffe-eau solaire : l'énergie produite pendant les deux mois de vacances estivales ne serait alors pas utilisée.

Les bâtiments et équipements collectifs susceptibles de recevoir une installation solaire thermique, en plus des bâtiments administratifs, sont les suivants :

- les crèches,
- les foyers d'accueil (pour personnes âgées, pour handicapés, ...),
- les centres d'hébergements touristiques (gîtes, campings, hôtels, centres de vacances, locations meublées, ...),
- les équipements sportifs,
- les restaurants (1 605 hôtels et restaurants dans les Landes),
- etc.

Les bâtiments administratifs sont également une cible intéressante pour la mise en place d'installations solaires thermiques, sauf si l'administration pratique une fermeture annuelle au mois d'août par exemple.

Secteur industriel

Séchage solaire

Le séchage solaire concerne les exploitations agricoles qui produisent du fourrage ; leur superficie représente 38 000 hectares dans les Landes³⁰. (28 % fourrages annuels quasiment exclusivement maïs, 41 % prairies temporaires, 59 % surface toujours en herbe)

Cette technique parfaitement maîtrisée peut être rentabilisée en moins de 10 ans. Non seulement il y a une baisse des consommations d'énergie puisque le solaire apporte 80 % de l'énergie totale consommée (l'électricité est encore utilisée pour le ventilateur), mais cette solution est aussi plus respectueuse de l'environnement par rapport à des solutions au fioul par exemple.

Haute température

Les activités qui se prêtent le mieux à l'installation d'un chauffe-eau solaire sont les activités annuelles pour lesquelles la consommation d'eau chaude est importante (industrie agro-alimentaire, papeterie, etc.).

Sur la base des entreprises présentes sur le territoire, il est possible d'identifier les principaux secteurs d'activités qui se prêtent à ce type d'installation :

| Type d'établissements | Nbre dans les Landes |
|--|----------------------|
| Industrie des viandes | 152 |
| Industrie du lait | 6 |
| Industries alimentaires diverses | 378 |
| Fabrication de pâte à papier, papier et carton | 3 |
| Fabrication d'articles en papier ou en carton | 3 |
| <i>TOTAL</i> | <i>542</i> |

Cela représente une cible d'environ 500 entreprises dans les Landes, essentiellement dans le secteur agro-alimentaire.

20. BILAN ENVIRONNEMENTAL

20.1. A L'ECHELLE D'UN BATIMENT

Les installations solaires thermiques permettent la substitution des énergies traditionnellement utilisées, fossiles ou nucléaire, qui, en plus d'être fortement polluantes en terme de rejets atmosphériques ou de déchets produits, présentent des ressources limitées. L'énergie solaire, quant à elle, est non seulement gratuite et inépuisable, mais elle ne génère aucune pollution.

Les résultats pour les exemples de projet déjà étudiés sur le plan économique (voir § 18.1) sont les suivants :

³⁰ Source : AGRESTE, statistiques agricole annuelle, année 2005

| Énergie substituée | Quantité de CO ₂ évitée (kg/an) | | |
|--------------------------------|--|-----------------|----------------------|
| | Exemple de CESI | Exemple de CESC | Exemple de Solarwall |
| Gaz naturel | 336 | 3 198 | 4 408 |
| Fioul domestique | 444 | 4 228 | 5 827 |
| Propane | 379 | 3 604 | 4 967 |
| Électricité (ECS ou chauffage) | 66 | 624 | 3 870 |

La durée de vie d'un capteur solaire thermique est de vingt ans et il est courant de voir les fabricants garantir les capteurs pour 10 ans.

20.2. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT

Si l'ensemble du gisement identifié (cf. § 19 Potentiel de développement : les cibles) était installé, l'émission de 50 000 tonnes de CO₂ serait évitée chaque année par les installations sur les bâtiments existants, et 740 tonnes supplémentaires seraient évitées chaque année par les installations sur le neuf.

Attention : Ces chiffres correspondent à un potentiel d'installation, mais ne constituent pas des objectifs réalistes à atteindre.

L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

21. PRECONISATIONS TECHNIQUES

On distingue trois grands types d'application susceptibles d'être alimentés par l'énergie photovoltaïque, à savoir :

- les systèmes de production autonomes pour l'alimentation de sites ou d'équipements isolés et non raccordés au réseau électrique,
- les systèmes de pompage pour l'adduction d'eau,
- les systèmes de production raccordés au réseau de distribution de l'électricité.

21.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les modules photovoltaïques produisent de l'électricité à partir de l'ensoleillement (les photons de la lumière du soleil), il ne faut donc pas les confondre avec les panneaux solaires thermiques qui produisent de la chaleur qui est transmise par un fluide caloporteur.

ATTENTION

Ne pas confondre les capteurs solaires thermiques et les modules photovoltaïques :



Un capteur solaire thermique produit de la chaleur à partir du rayonnement solaire, qui est restituée par un fluide caloporteur (de l'eau glycolée généralement).



Un module photovoltaïque produit directement de l'électricité à partir de l'ensoleillement.

Actuellement, il existe essentiellement deux technologies en photovoltaïque : le polycristallin ou monocristallin et l'amorphe.

21.1.1. Les modules polycristallins ou monocristallins

La cellule photovoltaïque est composée d'un matériau semi-conducteur qui absorbe l'énergie lumineuse et la transforme directement en courant électrique. Le principe de fonctionnement de cette cellule fait appel aux propriétés du rayonnement et à celles des semi-conducteurs.

Lorsqu'une cellule est exposée au rayonnement électromagnétique solaire, les photons de la lumière viennent frapper la face avant de la cellule. Cette énergie est suffisante pour permettre aux électrons (présents en abondance sur cette face) de se déplacer sur la face arrière de la cellule (qui présente un manque d'électrons).

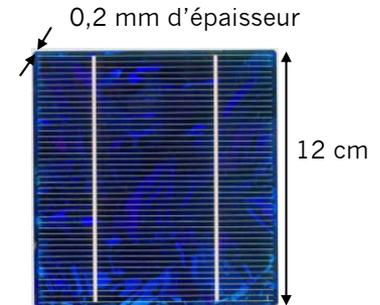
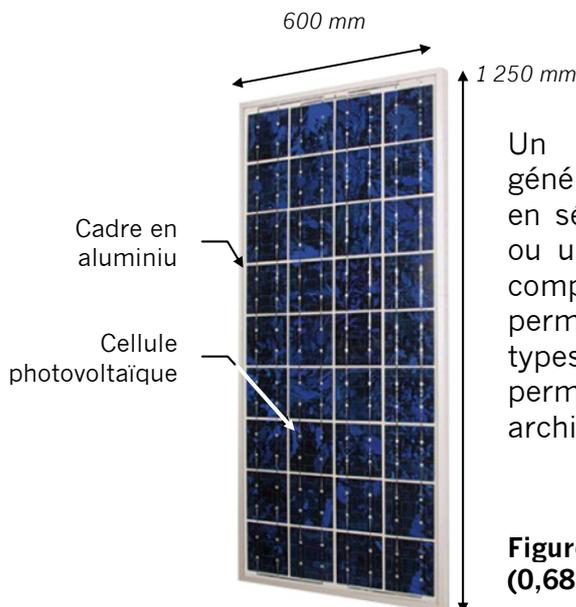


Figure 12 : Cellule photovoltaïque polycristalline

| | |
|--|--|
| <p>Les cellules des modules photovoltaïques polycristallins sont bleues d'un aspect mosaïque.</p>  | <p>Les cellules des modules photovoltaïques monocristallins sont gris bleuté ou noir d'un aspect uniforme.</p>  |
| <ul style="list-style-type: none"> • avantages : bon rendement (entre 1 et 15 %), moins cher que le monocristallin. • inconvénients : rendement faible sous un faible éclaircissement. Rendement inférieur au mono-cristallin. | <ul style="list-style-type: none"> • avantage : très bon rendement (17 %). • inconvénients : coût élevé, rendement faible sous un faible éclaircissement. |



Un module photovoltaïque se compose généralement d'un circuit de 36 jusqu'à 60 cellules en série encapsulées entre deux plaques de verre ou une plaque de verre à l'avant et un matériau composite à l'arrière. Un cadre en aluminium permet la fixation de ce module sur différents types de supports. Des modèles sans cadre permettent différentes variantes pour l'intégration architecturale.

Figure 13 : Un module photovoltaïque de 75 Wc (0,68 m²)

La puissance d'un module photovoltaïque est exprimée en Watt crête ; c'est une valeur donnée pour un ensoleillement de 1 000 W/m² et une température ambiante de 25°.

Les puissances mises en jeu en fonction des différentes technologies, polycristallin ou monocristallin vont respectivement de 110 Wc à 150 Wc par mètre carré (soit un rendement entre 11 et 15 %). Le module produit un courant continu et une tension d'environ 20 V. Les fabricants garantissent 80 % de la puissance après 25 ans de fonctionnement.

21.1.2. Les modules amorphes à couche mince

Le silicium est déposé sur un support généralement flexible, le rendement est d'environ 5%. Cette technologie permet de produire de l'énergie électrique même avec un temps nuageux (ceci n'est pas le cas avec les modules poly ou monocristallin).

Les bandes flexibles sont de longueur très variables (moins d'un mètre jusqu'à plus de 5m).



Figure 14 : Un module photovoltaïque de 192 Wc (5,2 m²)

- avantages : fonctionnent avec un éclairage faible (même par temps couvert ou à l'intérieur d'un bâtiment).
- inconvénients : rendement faible en plein soleil, performances qui diminuent sensiblement avec le temps.

Remarque : Un panneau solaire photovoltaïque est appelé « *module* » (le terme capteur quant à lui, est réservé pour l'énergie solaire thermique). La mise en série de plusieurs modules est appelée « *une branche* » tandis que l'ensemble des branches connectées entre elles est appelé « *champ photovoltaïque* ».

21.2. INTERET DE L'OPERATION

La production d'électricité à partir de l'énergie radiative du soleil par l'intermédiaire de modules photovoltaïques présente des avantages importants :

- ✓ la ressource d'énergie utilisée est renouvelable et gratuite, aucune pénurie ou fluctuation des prix n'est à craindre ;
- ✓ le processus de production d'électricité n'a aucun impact sur l'environnement (ni rejet polluant, ni déchet, ni bruit, etc.) ;
- ✓ la production d'électricité est réalisée sans qu'il n'y ait aucune pièce en mouvement, ce qui entraîne des frais de maintenance excessivement faible et une exploitation aisée (les modules sont autonettoyés avec la pluie),
- ✓ lorsque la production est consommée sur place, cela présente un intérêt du point de vue électrique puisque les pertes dans les câbles sont très faibles (contrairement au mode de production décentralisé, ex : centrale nucléaire).

D'autre part, il est important de mettre en parallèle l'installation d'un générateur photovoltaïque sur un bâtiment avec la maîtrise de la consommation en énergie de ce

bâtiment : cela permet une vraie cohérence entre une production d'électricité « propre » et une consommation énergétique maîtrisée.

Le panel d'actions à mettre en place dans le cadre d'une telle démarche est vaste : remplacement des ampoules classiques par des lampes basse consommation aux endroits appropriés, appareils électriques performants, etc. Certaines actions sont très peu chères et faciles à mettre en œuvre, elles doivent donc absolument être réalisées.

QUE CHOISIR ?

Un maître d'ouvrage ou un particulier peut être amené à se poser la question du choix d'une installation solaire :

« - *il vaut mieux que j'installe des capteurs solaires thermiques ou un générateur photovoltaïque sur ma toiture ?* »

A partir du moment où il est possible d'implanter des panneaux solaires sur un site (les contraintes sur le patrimoine culturel sont levées et le site est bien exposé à l'ensoleillement), alors le choix d'un générateur photovoltaïque est toujours possible. En effet, il s'agit là d'une production d'électricité qui n'est pas en lien avec l'occupation ou les besoins en énergie de ce bâtiment. Le maître d'ouvrage se retrouve alors avec une installation de production d'énergie électrique sur son bâtiment et il participe à la diversification des sources d'approvisionnement énergétique souhaitée par la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique.

A l'inverse, une installation solaire thermique couvre une partie des besoins de chaleur ou d'eau chaude sanitaire d'une habitation. Cette installation est donc dimensionnée pour les besoins de chaleur de ce bâtiment ; dans certains cas de figure, le bâtiment peut ne pas s'y prêter. Le maître d'ouvrage contribue beaucoup plus à la réduction des gaz à effet de serre par le biais d'une installation solaire thermique (au minimum trois fois plus que le photovoltaïque). Le solaire thermique se substituant en très large partie aux énergies fossiles, il permet de réduire fortement les émissions de gaz à effet de serre. C'est une des priorités essentielles inscrites dans la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique.

21.3. CARACTERISTIQUES TECHNICO-ECONOMIQUES

21.3.1. Coût moyen du Watt crête installé

Générateur raccordé au réseau de distribution de l'électricité :

| | |
|---|--|
| Inférieur à 50 m ² dans l'habitat : | 8,15 € HT/Wc (en surimposition sur la toiture) |
| | 8,40 € HT/Wc (en intégration toiture) |
| Supérieur à 50 m ² dans le collectif : | 6 € HT/Wc (en surimposition sur la toiture) |
| | 7,50 € HT/Wc (en intégration toiture) |

Le coût de l'installation (d'environ 8 €HT/Wc installé pour un particulier) baisse jusqu'à 6 €HT/Wc installé (voire 4,5 à 5 €/Wc installé dans des cas particulièrement favorables) pour les installations collectives de forte puissance. Il faut noter que si

l'installation photovoltaïque est pensée dès la conception du projet, son surcoût est moindre et son intégration est plus facile et mieux réussie.

L'essentiel du coût de l'installation est le coût du module (60 %) et du ou des onduleurs (10 à 15 %).

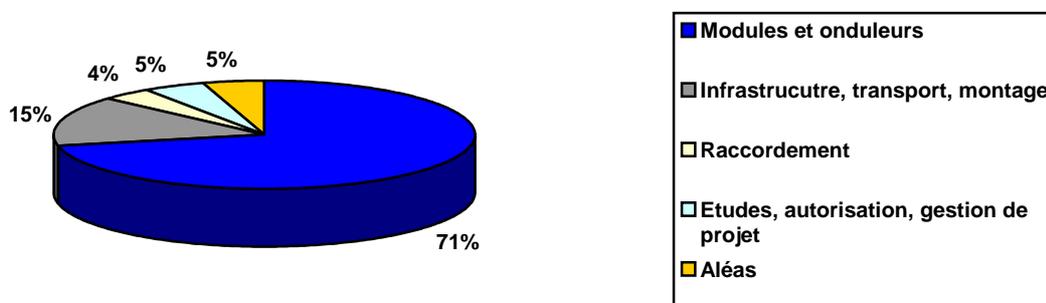


Figure 15 : Répartition du coût d'une installation photovoltaïque par poste de dépense

21.3.2. Coût de l'exploitation

Les dépenses annuelles d'exploitation et de maintenance (y compris les provisions pour changement des onduleurs) sont faibles, de l'ordre de 1 % du coût d'investissement en comptant par exemple sur 20 ans quatre visites de contrôles, trois incidents nécessitant une intervention, un défaut module et deux pannes d'onduleur.

Cela représente environ 800 €/an pour une installation de 10 kWc (100 m²)

21.3.3. Coût de l'énergie produite

Un calcul simplifié permet de déterminer le coût de l'énergie produite. Par exemple, pour une installation intégrée de 10 kWc (environ 100 m²) :

- Investissements : 80 000 €
- Maintenance : 800 €/an
- Production : 12 000 kWh/an
- Durée d'observation : 20 ans
- Recettes : 6 600 €/an (l'installation photovoltaïque étant intégrée au bâti, elle bénéficie d'un tarif d'achat de 0,55 €/kWh).

Ces hypothèses permettent de déterminer le coût de production de l'énergie : 0,55 €/kWh. Ce calcul est confirmé par une étude menée par la DGEMP et la DIDEME sur les coûts de référence de la production électrique (2004) :

- entre 557 et 683 €/MWh pour une installation de 5 kWc ;
- entre 357 et 435 €/MWh pour une installation d'1 MW.

D'autre part, le montant des recettes sur la même période s'élève à 132 000 €. Le temps de retour brut sur investissement est de 12 ans environ (hors subventions éventuelles).

21.3.4. Tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque

Arrêté du 10 juillet 2006 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie radiative du soleil

L'énergie active fournie par le producteur est facturée à l'acheteur sur la base des tarifs définis ci-dessous. Ils sont exprimés en c€/kWh hors TVA.

Ils peuvent inclure une prime à l'intégration au bâti appelée I, applicable lorsque les équipements de production d'électricité photovoltaïques assurent également une fonction technique ou architecturale essentielle à l'acte de construction. Ces équipements doivent appartenir à la liste exhaustive suivante :

- toitures, ardoises ou tuiles conçues industriellement avec ou sans supports ;
- brise-soleil ;
- allèges ;
- verrière sans protection arrière ;
- garde-corps de fenêtre, de balcon ou de terrasse ;
- bardages, mur rideau.

Pour bénéficier de cette prime I, le producteur fournit à l'acheteur une attestation sur l'honneur certifiant la réalisation de l'intégration au bâti des équipements de production d'électricité photovoltaïques. Le producteur tient cette attestation ainsi que les justificatifs correspondants à la disposition du préfet (directeur régional de l'industrie, de la recherche et de l'environnement).

1. En métropole continentale, le tarif applicable à l'énergie active fournie est égal à :

T + I, formule dans laquelle :

T = 30 c€/kWh ;

I = 25 c€/kWh.

21.4. REGLEMENTATION

L'installation de modules photovoltaïques participe de l'aspect bâti et architectural de la construction et nécessite une déclaration préalable ou un permis de construire. L'obtention de cette autorisation est un préalable à toute installation **quelque soit sa taille**.

Deux cas de figure se présentent :

1. Le bâtiment est existant

Il faut faire **une déclaration préalable** (article 421-9 du code de l'urbanisme) qui se présente sous la forme d'un formulaire de 7 pages (cerfa N°13404*01) et doit être accompagnée des éléments suivants :

- Plan de situation du terrain,
- Le plan de masse de la construction,
- Les plans des toitures ou façades concernées par l'installation photovoltaïque,
- Une représentation de l'aspect extérieur de la construction,

- Un document graphique permettant d'apprécier l'insertion de l'installation photovoltaïque dans son environnement,
- Une photographie permettant de situer le terrain dans l'environnement proche,
- Une photographie permettant de situer le terrain dans le paysage lointain.

2. Le bâtiment est neuf

Un **permis de construire** est nécessaire dans le cadre de la construction d'un bâtiment neuf (cerfa N°13406*01)³¹. En effet, les modules photovoltaïques deviennent alors un élément de composition architectural dont il faut tenir compte dans le permis de construire. Ils doivent apparaître clairement sur les plans d'architecte (positionnement exact et conformité au dimensionnement).

Dans les deux cas de figure, le numéro de la parcelle et la section cadastrale sont nécessaires pour repérer quel règlement sera à respecter concernant l'intégration architecturale des capteurs solaires. Les dispositions générales du PLU (Plan Local d'Urbanisme) indiquent les contraintes à respecter. Dans certains secteurs, des règlements plus contraignants existent (Site classé, ZPPAUP, PRI, ...), leurs impacts sur l'implantation de capteurs solaires sont présentés pages 93 à 95.

21.4.1. Contrats d'achat et de raccordement au réseau de distribution

La vente de l'électricité au distributeur local est soumise à une procédure administrative. Le raccordement au réseau de distribution électrique pour la revente de l'énergie passe par quatre étapes :

1. Demande d'autorisation d'exploiter ou déclaration

Pour les installations inférieures à 4,5 MW, une simple déclaration délivrée par la DIDEME (Direction de la Demande et des Marchés Énergétiques, anciennement DIGEC, sous la tutelle du Ministère de l'Industrie) est nécessaire (*décret 2000-877 du 7 septembre 2000*).

Cette autorisation est aussi requise dans le cas d'une exploitation en autoconsommation.

DIDEME

Télédoc : 172
61 Bd Vincent Auriol
75703 Paris Cedex 13
Tél. : 01 44 97 08 98 - Fax : 01 44 97 05 10

2. Certificat d'obligation d'achat

C'est la Division du Contrôle de l'Électricité de la DRIRE (par délégation de signature du préfet) qui délivre le certificat d'obligation d'achat de l'énergie par le gestionnaire du réseau électrique (*décret 2001-410 du 10 mai 2001*).

3. Contrat d'achat d'énergie électrique

Pour obtenir le contrat d'achat de l'énergie électrique il faut envoyer une demande à l'Agence Administration des Obligations d'Achat :

³¹ S'il s'agit de l'aménagement d'un lotissement ou de la construction de plusieurs lots, il faut utiliser le cerfa N°13409*01

Agence Administration des Obligations d'Achat

Mme Cécile MOZER

9 rue des Cuirassiers – BP 3013

69 399 LYON cedex

L'agence administration des obligations d'achat accuse réception de la demande et sur la base des indications fournies, indique le tarif d'achat qui sera appliqué.

4. Contrat de raccordement

Les gestionnaires de réseaux (RTE et EDF-GDF SERVICES ARD) se sont rapprochés des syndicats professionnels et de la Commission de Régulation de l'Électricité pour aboutir à une procédure unique de traitement des demandes de raccordement des installations de production décentralisée.

Dans le cadre de la réglementation actuelle, les SERVICES ARD d'EDF-GDF gèrent le raccordement des installations de puissance inférieure à 10 MW. Il faut donc contacter le service ARD Grand Centre situé à Saint Avertin pour remplir les formalités de raccordement au réseau :

GRD (Gestionnaire de Réseau de distribution) EDF-ARD (Accès au Réseau de Distribution) Grand Centre

15 rue de la Tuilerie - BP 60503

37 555 SAINT AVERTIN CEDEX

Tel : 02.47.80.25.67 / Fax : 02 47 80 25 71

Le producteur adresse une fiche de collecte de *données générales pour une étude exploratoire* au service régional ARD.

Le service régional ARD étudie la faisabilité technique du raccordement. Cette étude est la charge du gestionnaire du réseau public. Par contre, les travaux de raccordement sont jusqu'à présent entièrement à la charge du producteur.

Les règles techniques sont issues de *l'arrêté du 21 juillet 1997* (pour des installations inférieures à 1 MW).

21.5. CONSEILS DE MISE EN ŒUVRE***21.5.1. L'orientation des modules***

L'orientation des modules doit être plein sud d'une manière idéale. Toutefois, il faut tenir compte des deux paramètres suivants dans le cadre du choix d'une orientation :

- les masques environnants,
- l'orientation du site.

Dans le cas où le site présente des masques importants à l'est (végétation, bâtiments, etc.), il est peut-être préférable d'orienter plus à l'ouest le champ photovoltaïque plutôt que de le placer plein sud. La production sera alors plus importante l'après-midi sans pour autant défavoriser le matin (qui n'est pas ensoleillé du fait des masques).

L'orientation du bâtiment est aussi à prendre en compte dans la mesure où les modules seraient placés sur la façade du bâtiment ou encore sur la toiture.

Il s'agit là d'intégrer au mieux les modules au bâti quitte à produire un peu moins d'énergie.

21.5.2. L'inclinaison des modules

L'objectif est de produire le plus d'énergie sur l'année. La production est maximale lorsque les rayons du soleil sont perpendiculaires au module.

L'incidence du rayonnement sur les modules photovoltaïques varie de manière importante entre l'été et l'hiver (voir ci-contre un exemple de courbes d'ensoleillement à Lyon). D'autre part, la durée d'ensoleillement est elle aussi très variable entre l'été et l'hiver à tel point que chaque mois d'hiver représente moins de 5 % de la production totale.

Il faut donc rechercher quelle est l'inclinaison qui permettra de produire le plus d'énergie sur l'année. Celle-ci dépend de la latitude du lieu et aussi de l'orientation des capteurs.

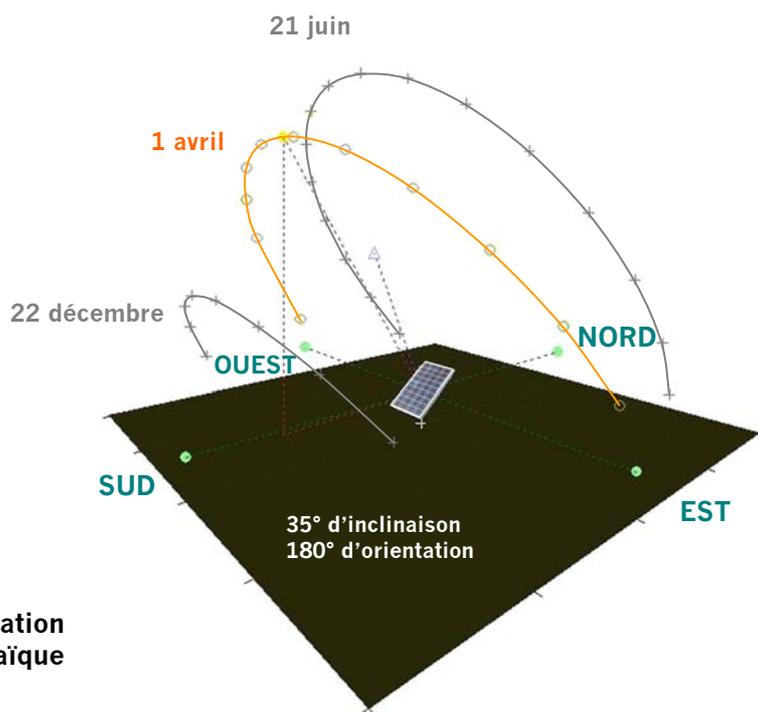


Figure 16 : Représentation d'un module photovoltaïque incliné à 35°

21.5.3. Le positionnement des modules

Le positionnement des modules et leur intégration au bâtiment ou au site doivent être étudiés précisément de manière à garantir un rendement satisfaisant tout en respectant les règlements d'urbanisme.

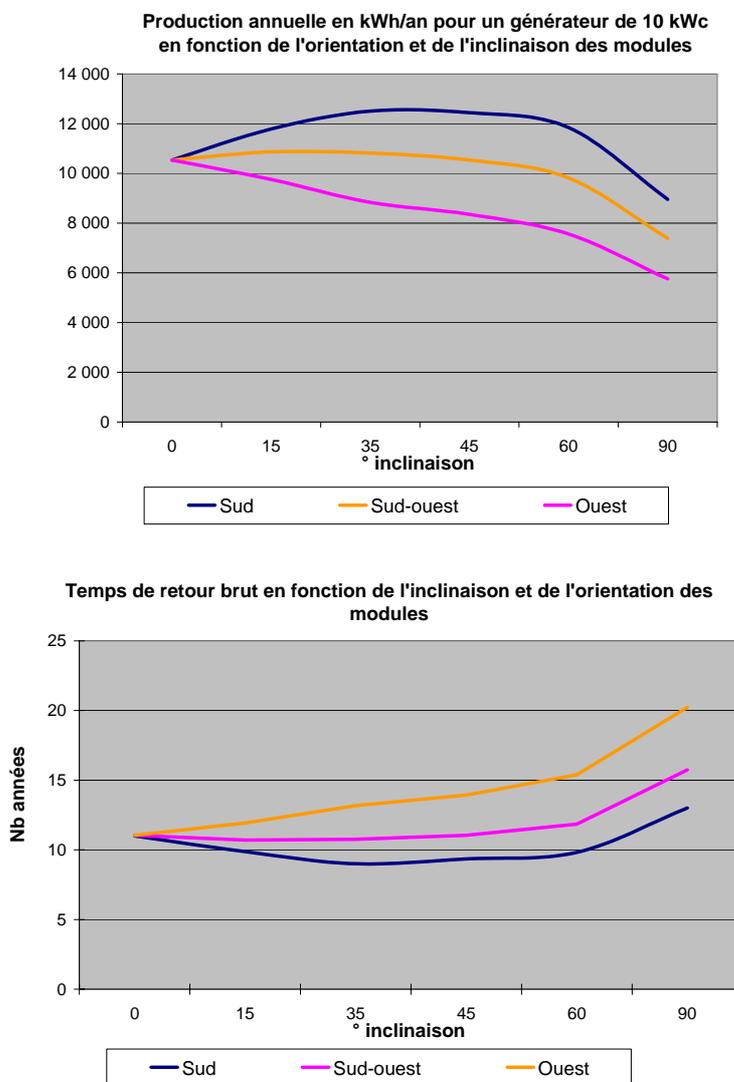
Contrairement aux capteurs solaires thermiques, les solutions d'intégration des modules photovoltaïques ne sont pas limitées par des contraintes techniques et sont donc à ce titre beaucoup plus nombreuses :

- intégré dans une toiture en pente,
- intégré en façade (en allège, en bardage ou encore en mur rideau),
- intégré en brise-soleil,
- intégré sur un auvent ou une verrière,
- intégré dans un garde-corps,
- au sol sur des châssis métalliques,
- sur une toiture-terrasse.

Parmi toutes ces solutions, seules les deux dernières ne donnent pas droit à la prime d'intégration au bâti.

Remarque : La perte de production entre un champ photovoltaïque incliné à 35° et le même champ photovoltaïque incliné à 90° en façade d'un bâtiment est de 30 % environ.

Les graphiques ci-dessous donnent une indication des pertes liées au positionnement des modules :



Il est donc nécessaire de veiller particulièrement au positionnement des modules. Afin de garder une productivité correcte du système, on tachera dans les projets, d'orienter les modules plein sud avec une marge de 30° maximum vers l'est ou l'ouest et de les incliner entre 25° et 45° par rapport à l'horizontale.

21.5.4. L'intégration architecturale

Sur un bâtiment, les modules photovoltaïques deviennent un élément de composition architectural et à ce titre, il faut respecter certaines règles qui vont dans le sens d'une intégration raisonnée et harmonieuse.

Sur une toiture-terrasse :

- orienter les modules photovoltaïques conformément aux façades,
- se décaler des bordures du toit s'il n'y a pas d'acrotère,
- préférer l'installation de plusieurs rangées de faible hauteur, plutôt qu'un faible nombre de rangées sur une hauteur plus grande,
- habiller l'arrière des capteurs dans le cas d'un bâtiment industriel de faible hauteur.

Sur une toiture en pente :

- intégrer les modules dans la toiture en évitant les surimpositions,
- éviter les disproportions entre la surface des modules et la surface qui les reçoit,
- rechercher des structures de fixation ayant les mêmes coloris que la toiture,
- éviter les contrastes entre les modules en toiture et la façade.

En façade d'un bâtiment :

- prévoir l'implantation des modules à la conception du bâtiment et éviter de les placer en façade d'un bâtiment existant,
- privilégier un positionnement en harmonie avec le bâti, respecter les symétries et éviter les pièces rapportées,
- conserver la cohérence de composition de la façade avec les éléments existants (porte, fenêtres, etc.).

Sur des structures spécifiques :

Les modules peuvent également être installés sur une toiture d'un garage, sur un auvent, sur une verrière, sur un garde-corps, etc.

Il faut alors veiller à conserver une harmonie et faire en sorte que les modules deviennent un élément à part entière naturellement intégré au bâtiment. Ils pourront dans ce cas de figure prétendre au tarif d'achat bonifié.

Remarque : La rentabilité d'une installation ne bénéficiant pas du tarif d'achat bonifié n'est pas intéressante (voir § Bilan économique).

Les photographies suivantes présentent différents exemples d'intégrations des modules photovoltaïques au bâti.



Structure en allège



Modules bi-verre intégrés-en garde corps



Bac acier photovoltaïque



Tuiles photovoltaïques



Structure en façade



Intégration en toiture



Structure en brise soleil



Modules bi-verre intégrés



Membranes amorphes

Figure 17 : Exemples d'installations photovoltaïques intégrées, éligibles au tarif bonifié



Structure en surimposition



Pergolas ou préaux



Structures sur châssis métalliques

Figure 18 : Exemples d'installations photovoltaïques non éligibles au tarif bonifié

Remarque : L'énergie photovoltaïque est le mode de production d'électricité le plus cher³², il est donc très important d'intégrer les modules photovoltaïques afin de leur donner une deuxième fonction (couverture d'un toit, bardage, verrière, etc.).

Quelques conseils à retenir

Lors de l'installation :

- ne pas placer les onduleurs à proximité des locaux ayant une occupation importante, ils ont tendance à faire du bruit (ventilation et/ou léger sifflement),
- pour un immeuble, privilégier un raccordement dans une colonne électrique existante, c'est le mode de raccordement le moins cher,
- pour une construction neuve, privilégier l'installation des deux compteurs (achat et vente) dans un coffret à l'extérieur de l'habitation (si le distributeur souhaite couper le courant, il ne coupera pas la production, cela ne serait pas le cas si un seul câble partait du coffret extérieur).

³² Coût de production 2007. Actualisation 8 % - DGEMP DIDEME :

| | |
|------------------|---|
| Photovoltaïque | 550 €/MWh (5 kWc) |
| Eolien | 50 €/MWh (terrestre, 2 500 heures) |
| Hydroélectricité | 30 €/MWh (haute chute, 800 kW, 6000 heures) |

Lors du fonctionnement :

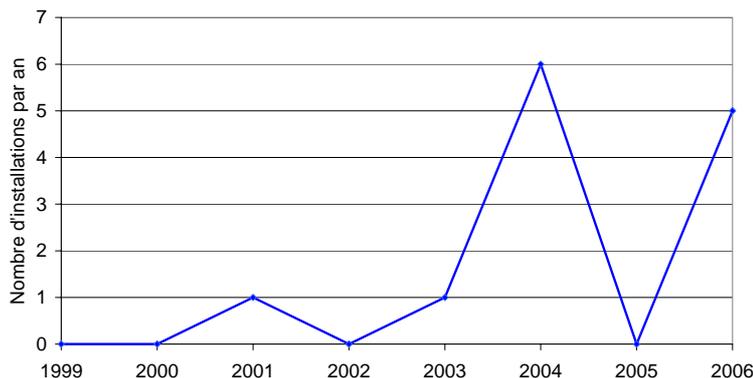
A l'intérieur du bâtiment, un effort devra être consenti sur les performances énergétiques des équipements électriques (éclairage, électroménager, etc.). En effet, il ne serait pas logique de produire une énergie renouvelable et dans le même temps de gaspiller de l'énergie à l'intérieur du bâtiment.

22. BILAN DE L'EXISTANT

22.1. INSTALLATIONS RACCORDEES AU RESEAU

Installations individuelles

13 installations solaires photovoltaïques individuelles raccordées au réseau ont été installées entre 1999 et 2006 sur le département des Landes (source : ADEME). La majorité d'entre elles a vu le jour en 2004 et 2006, année de mise en place des nouveaux tarifs d'achat de l'électricité d'origine photovoltaïque (aucune installation en 2005, année de mise en place des mesures de crédit d'impôt).



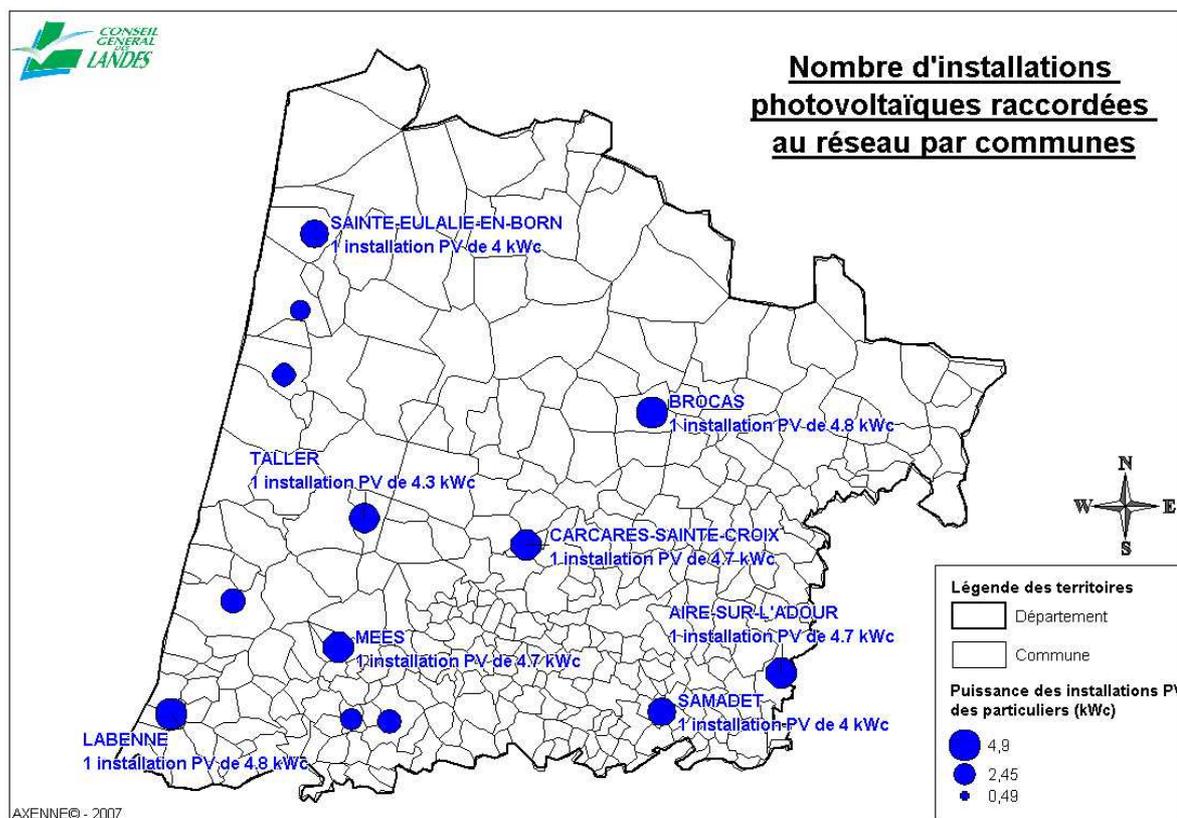
Graphique 14 : Nombre d'installations photovoltaïques individuelles entre 1999 et 2006

Les 13 installations représentent une puissance installée de **49,86 kW_c**³³, soit une moyenne de **3,8 kW_c par installation**.

Si l'on considère une production de 1 312 kWh/kW_c³⁴ sur les Landes, la production totale de ces installations est de **65,4 MWh/an**, et la production moyenne d'une installation de **5 MWh/an**.

³³ La puissance d'un module photovoltaïque est exprimée en Watt crête (W_c) ; c'est une valeur donnée pour un ensoleillement de 1 000 W/m² et une température ambiante de 25°C.

³⁴ Valeur obtenue à partir d'une simulation réalisée avec le logiciel PV-Design-Pro-G.



Carte 15 : Localisation des installations photovoltaïques raccordées au réseau individuelles

Les installations PV raccordées au réseau chez les particuliers sont réparties sur tout le département.

Autres installations

Deux installations photovoltaïques raccordées au réseau, non portées par des particuliers, ont vu le jour dans les Landes (en 2002 et en 2006). Elles sont situées à Saint-Paul-en-Dax et Pouydesseaux.

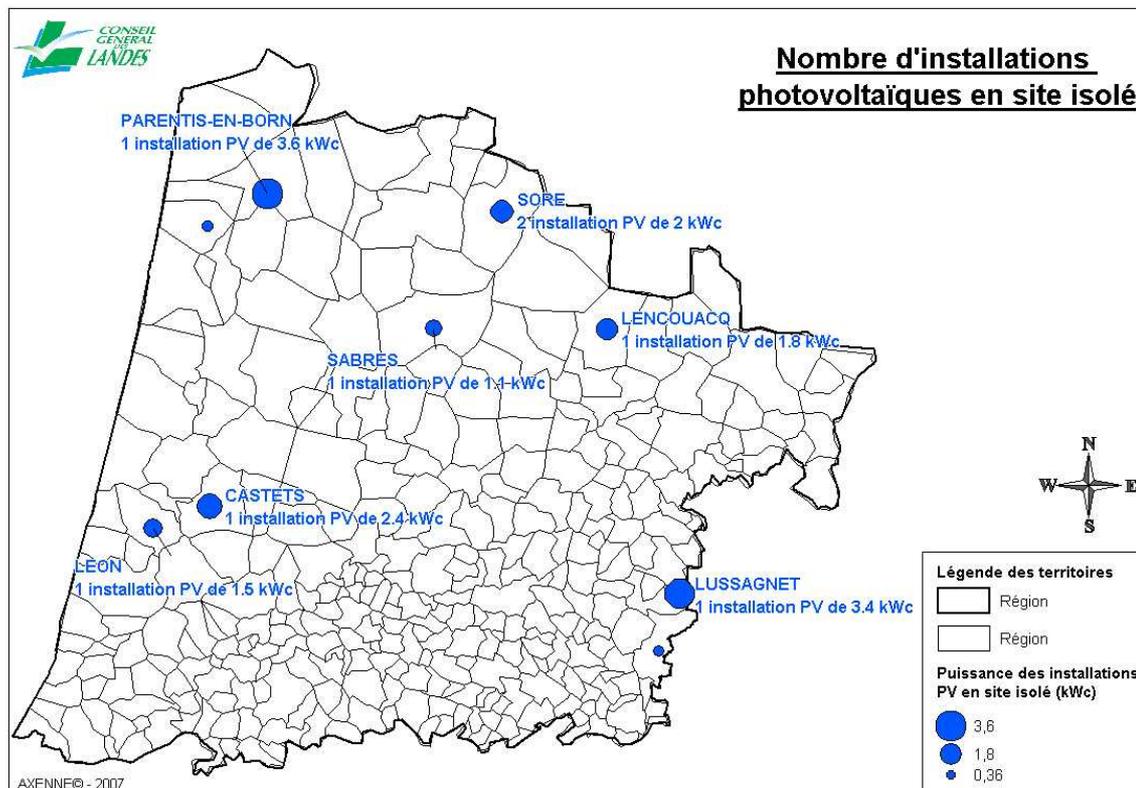
La puissance totale installée est de **19,6 kW_c**, 10,1 kW_c pour la première et 9,5 kW_c pour la deuxième.

Si l'on considère une production de 1 312 kWh/kW_c, elles produisent **25,7 MWh/an** au total, soit respectivement 13,3 MWh/an et 12,5 MWh/an.

22.2. INSTALLATIONS EN SITE ISOLE

Il existe onze installations photovoltaïques en site isolé dans les Landes. Cela correspond à une puissance installée totale de **17,2 kW_c**, soit **1,5 kW_c** par installation.

Elles produisent au total **22,5 MWh/an**, soit environ **2 MWh/an par installation**.



Carte 16 : Localisation des installations photovoltaïques en site isolé

22.3. PROJETS EN COURS

Deux projets de taille très importante sont en cours (phase d'étude) sur le département :

- l'un situé sur les communes de l'Aire-sur-l'Adour et Villeneuve-de-Marsan (puissance installée de 10 MWc) porté par la Caisse des Dépôts et E-Concern ;
- l'autre situé sur la commune de Losse (puissance installée de 10 MWc) porté par EDF Énergie Nouvelles et la Caisse des Dépôts.

23. RESSOURCE

23.1. DONNEES CLIMATIQUES ET ENSOLEILLEMENT

Les données climatiques et les cartes d'ensoleillement ont été présentées dans le paragraphe consacré à l'énergie solaire thermique (voir § 17 Ressource).

23.2. PRODUCTION MOYENNE

Les simulations réalisées sur le logiciel PV-Design-Pro-G ont permis de déterminer que la production d'électricité d'un kWc se monte à 1 312 kWh/an à Mont-de-Marsan.

Les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- Modules orientés au sud et inclinés à 40°
- Pas de masque.

24. BILAN ECONOMIQUE

24.1. RENTABILITE ECONOMIQUE

24.1.1. Installation individuelle

En ce qui concerne une résidence raccordée au réseau électrique, et non située en « site isolé »³⁵, il est financièrement plus intéressant pour un particulier de revendre la totalité de sa production d'électricité photovoltaïque à l'opérateur national plutôt que de la consommer pour ses propres besoins. En effet, la politique de soutien au développement de la filière photovoltaïque mise en place par le gouvernement se traduit notamment par un tarif de vente de l'électricité photovoltaïque à l'opérateur national bien plus élevé que le tarif d'achat de l'électricité par le particulier à l'opérateur.

L'étude des conditions de rentabilité économique d'une installation solaire photovoltaïque pour un particulier est donc réalisée dans le cas d'une installation raccordée au réseau dont l'électricité produite est revendue dans son intégralité.

Hypothèses de calcul

- Installation de 3 kWc (soit environ 30 m²)
- Modules orientés au sud, inclinés à 40°
- pas de masque

³⁵ En site isolé du réseau de distribution d'électricité, le cas est différent puisqu'un particulier peut, sous certaines conditions, bénéficier de financements pour l'électrification de sa résidence principale.

Production

| MOIS | Ensoleillem. Wh/m ² .j à l'horizontal | Ensoleillem. dans le plan du module Wh/m ² .j | Production du générateur photovoltaïque kWh/mois |
|------|--|---|---|
| Janv | 1 275 | 2 143 | 186 |
| Févr | 2 059 | 3 358 | 258 |
| Mars | 3 254 | 4 329 | 354 |
| Avr | 4 436 | 4 870 | 376 |
| Mai | 5 291 | 5 136 | 400 |
| Juin | 5 862 | 5 266 | 392 |
| Juil | 5 994 | 5 670 | 418 |
| Août | 5 071 | 5 155 | 397 |
| Sept | 4 228 | 5 147 | 384 |
| Oct | 2 659 | 3 846 | 308 |
| Nov | 1 569 | 2 641 | 219 |
| Déc | 1 117 | 1 991 | 175 |

3866 kWh

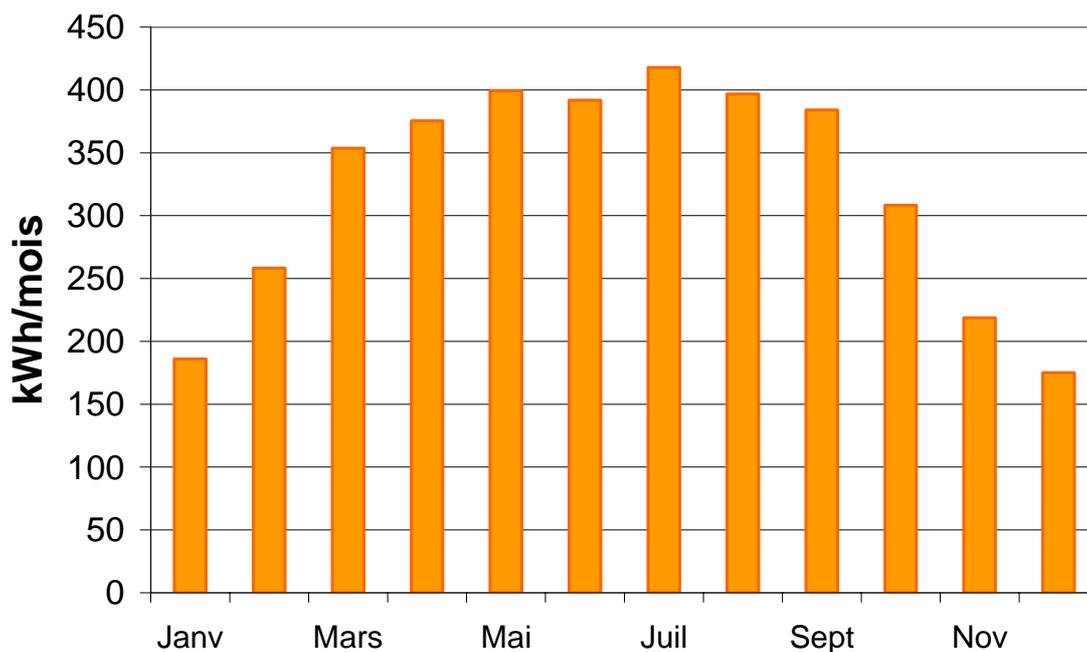


Figure 19 : Production mensuelle du générateur photovoltaïque

Bilan annuel

Production de l'installation solaire :

3 866 kWh

Coût de l'installation

Nous donnons ici un ordre de grandeur du prix rapporté au Wc installé ; deux prix différents sont donnés suivant que l'installation peut bénéficier ou non de la prime d'intégration au bâti :

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Prix du Wc installé intégré : | 8,40 € HT/Wc |
| Prix du Wc installé non intégré : | 8,15 € HT/Wc |

L'installation étudiée ici demande donc un investissement de l'ordre de 25 200 € HT, soit 29 500 € TTC (TVA : 19,6 % sur le matériel et 5,5 % sur la pose) si elle est intégrée au bâti et de l'ordre de 24 500 € HT soit 28 500 € TTC sinon.

Les coûts de maintenance sont inexistantes sur une installation individuelle.

Rentabilité de l'investissement

Puisque l'intégralité de la production est revendue, l'installation ne participe pas directement à la couverture des besoins en électricité de la résidence. En fait, les besoins et la production sont complètement découplés. L'installation est donc considérée comme un projet à part, pour lequel il est possible de calculer un temps de retour sur investissement.

Deux cas de figure sont différenciés : une installation intégrée au bâti ou non.

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| |  |  |
| Energie substituée | Installation intégrée au bâti | Installation non intégrée au bâti |
| Temps de retour investisseur (ans) | 3 | 15 |

Remarque : Les calculs ont été réalisés dans le cas où le particulier bénéficie du crédit d'impôt et d'un prêt bonifié de 2 %. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Les résultats montrent très clairement qu'une installation intégrée au bâti, bien qu'un peu plus chère à l'investissement, est beaucoup plus rentable grâce à la prime sur le tarif d'achat.

24.1.2. Installation réalisée par une collectivité ou une entreprise

De même que pour un particulier, une collectivité ou une entreprise ont plutôt intérêt, financièrement parlant, à revendre l'électricité produite par leur installation photovoltaïque qu'à la consommer pour leurs propres besoins. En effet, une collectivité et une entreprise bénéficient des mêmes tarifs d'achat de l'électricité photovoltaïque que les particuliers.

Hypothèses de calcul

- Installation de 50 kWc (soit environ 500 m²)
- Modules orientés au sud, inclinés à 40°
- pas de masque

Production

| MOIS | Ensoleillem. Wh/m ² .j à l'horizontal | Ensoleillem. dans le plan du module Wh/m ² .j | Production du générateur photovoltaïque kWh/mois |
|------|--|---|---|
| Janv | 1 257 | 2 625 | 3 746 |
| Févr | 2 006 | 3 320 | 4 195 |
| Mars | 3 136 | 4 202 | 5 692 |
| Avr | 4 368 | 4 799 | 6 184 |
| Mai | 5 044 | 4 913 | 6 418 |
| Juin | 5 688 | 5 207 | 6 545 |
| Juil | 5 949 | 5 579 | 7 066 |
| Août | 5 168 | 5 293 | 6 699 |
| Sept | 4 151 | 5 051 | 6 289 |
| Oct | 2 570 | 3 814 | 5 102 |
| Nov | 1 593 | 3 041 | 4 115 |
| Déc | 1 109 | 2 495 | 3 594 |

65645 kWh

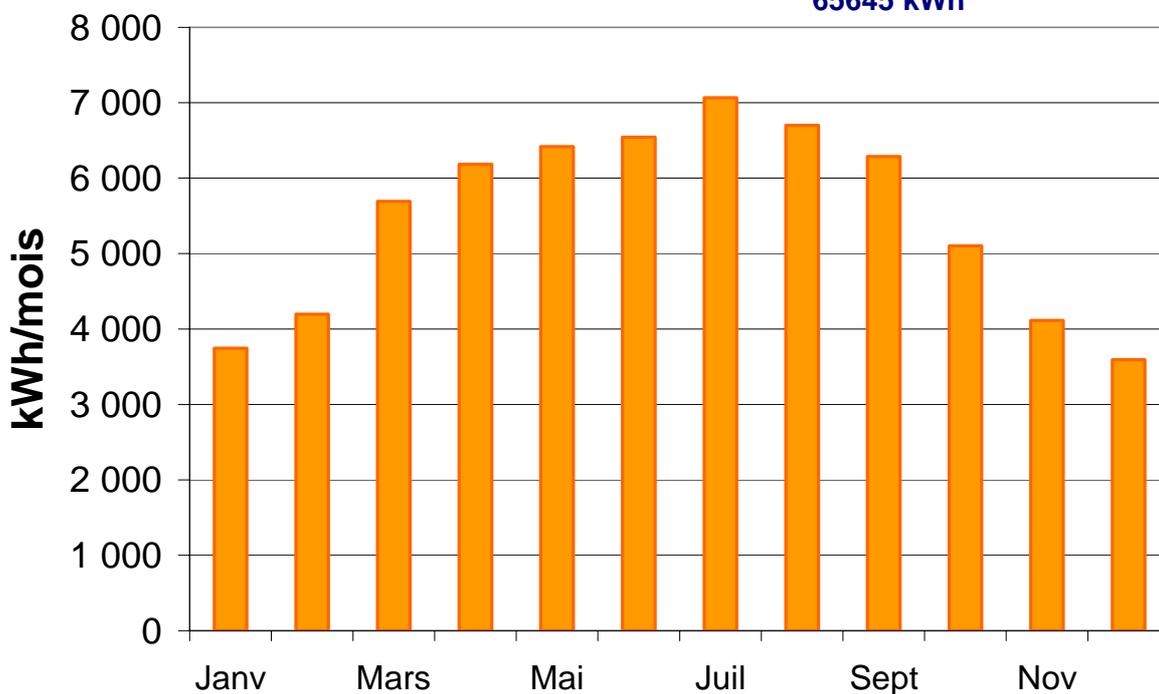


Figure 20 : Production mensuelle du générateur photovoltaïque

Bilan annuel

Production de l'installation solaire :

65 645 kWh

Coût de l'installation

Nous donnons ici un ordre de grandeur du prix rapporté au Wc installé ; deux prix différents sont donnés suivant que l'installation peut bénéficier ou non de la prime d'intégration au bâti :

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Prix du Wc installé intégré : | 6,20 € HT/Wc |
| Prix du Wc installé non intégré : | 6,00 € HT/Wc |

L'installation étudiée ici demande donc un investissement de l'ordre de 310 000 € HT, soit 370 000 € TTC (TVA : 19,6 % sur le matériel et 5,5 % sur la pose) si elle est intégrée au bâti et de l'ordre de 300 000 € HT soit 360 000 € TTC.

Les coûts de maintenance sont de l'ordre de 1 000 €/an.

Rentabilité de l'investissement

Le temps de retour investisseur est calculé : il prend en compte l'ensemble des paramètres du projet, c'est-à-dire les caractéristiques du financement.

Pour une collectivité puis pour une entreprise, deux cas de figure sont différenciés : une installation intégrée au bâti ou non. Les temps de retour diffèrent si le maître d'ouvrage est une collectivité ou une entreprise en raison d'un plus grand nombre de postes de dépenses pour les entreprises (taxe professionnelle, impôt sur le résultat).

| | | | |
|---------------------|---|---|-----------------------------------|
| Collectivité |  |  | |
| | Energie substituée | Installation intégrée au bâti | Installation non intégrée au bâti |
| | Temps de retour investisseur (ans) | 5 | 13 |
| | TRI sur 20 ans (hors VR) | 22,9% | 5,5% |

| | | | |
|-------------------|---|---|-----------------------------------|
| Entreprise |  |  | |
| | Energie substituée | Installation intégrée au bâti | Installation non intégrée au bâti |
| | Temps de retour investisseur (ans) | 5 | 15 |
| | TRI sur 20 ans (hors VR) | 24,3% | 4,3% |

Remarque : Les calculs ont été réalisés dans le cas où le maître d'ouvrage touche les aides accordées dans le PRAE. Le détail des hypothèses est donné en annexe.

Les résultats montrent très clairement qu'une installation intégrée au bâti, bien qu'un peu plus chère à l'investissement, est beaucoup plus rentable grâce à la prime sur le tarif d'achat.

24.2. AIDES FINANCIERES DISPONIBLES

24.2.1. Crédit d'impôt en faveur des énergies renouvelables

De même que pour le bois énergie, les particuliers s'équipant d'une installation photovoltaïque sur leur résidence principale peuvent bénéficier d'un crédit d'impôt de 50 %. Pour une installation dont la production est revendue en tout ou partie, les conditions suivantes doivent être remplies pour pouvoir bénéficier du crédit d'impôt :

- revente de l'excédent de production non consommée par l'habitation principale : la part de l'énergie revendue ne doit pas être prépondérante au regard de la capacité de production des équipements PV ;
- revente de l'intégralité de la production d'électricité : la consommation électrique de l'habitation principale doit être supérieure à la moitié de la capacité de production des équipements PV. Cette condition est considérée remplie si la puissance des équipements PV n'excède pas 3 kWc.

D'autre part, les équipements doivent être conformes à la norme EN 61215 ou NF EN 61646.

24.2.2. PRAE : ADEME/Région

Dans le cadre du PRAE, l'ADEME et la Région accordent des aides financières pour la mise en place d'éoliennes hors et sur réseau.

Hors réseau

Dans le but d'assurer la desserte d'électricité sur des sites isolés, il est important de développer la production décentralisée d'électricité par des technologies du type photovoltaïque, éolien ou hydraulique.

Les modalités d'intervention sont les suivantes :

- Soutien à la réalisation d'études de faisabilité préalables aux investissements ;
- Formation des installateurs (stage photon délocalisé) ;
- Communication : valorisation des expériences menées par les Syndicats d'Électrification d'Électricité.

Sur réseau

Dans le but de diversifier la production d'électricité d'origine énergie renouvelable, il est important de développer la production centralisée d'électricité par des technologies du type photovoltaïque, éolien ou hydraulique.

Le photovoltaïque apporte de nombreuses réponses techniques à l'architecture des bâtiments.

Enfin, le nouveau cadre tarifaire du 10 juillet 2006 encourage la mise en œuvre de l'ensemble de ces solutions techniques.

Les modalités d'intervention sont les suivantes :

- Favoriser la connaissance de l'offre et de la solution photovoltaïque en matière d'intégration dans le bâtiment,
- Appel à projets photovoltaïque permettant d'accompagner des opérations exemplaires et à haute performance énergétique,
- Promotion des solutions PV auprès des prescripteurs et maîtres d'ouvrages,
- Formation des installateurs avec le module de stage Photon réseau et Promotion de QualiPV,
- Communication autour d'une opération exemplaire,

Le détail des aides financières est donné en annexe ; elles sont accordées uniquement aux projets retenus lors de l'appel à projet.

Attention : Les aides et leurs critères accordés dans le cadre du PRAE ont été modifiées en 2008 ; ces aides étant en cours d'actualisation, se reporter directement à la délégation régionale de l'ADEME ou au Conseil Régional.

Bonification des prêts

Dans le cadre du PRAE, le Conseil Régional d'Aquitaine vient de mettre en place une aide supplémentaire aux particuliers sous forme de bonification de prêt : allègement de 2 % des intérêts d'emprunt, pris en charge par le Conseil Régional.

Cette aide est cumulable avec le crédit d'impôt. Les prêts bonifiés concernent les propriétaires, occupants ou bailleurs, réalisant leur investissement en Aquitaine. Ils s'appliquent sur l'installation de chauffe-eau solaires individuels pour des habitations principales ou secondaires, et seulement sur les maisons principales pour l'installation de systèmes solaires combinés ou photovoltaïques.

25. POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT : LES CIBLES

D'une manière générale, deux types d'installations photovoltaïques peuvent être distinguées : les installations non intégrées à l'ensemble architectural et les installations intégrées. La distinction est importante en terme de tarif d'achat de l'électricité produite par l'opérateur national.

25.1. DANS L'HABITAT ET L'HEBERGEMENT

Gisement net des installations photovoltaïques sur les maisons

| | Existant | Neuf |
|--------------------|--|---|
| Structure standard | Pas de gisement considéré (il est plus intéressant de réaliser une installation intégrée). | |
| Structure intégrée | 70 % des maisons existantes | Toutes les maisons neuves ayant une toiture inclinée (a priori 70 % des maisons neuves) car l'intégration architecturale y est plus facile. |

| PHOTOVOLTAÏQUE DANS L'HABITAT INDIVIDUEL |  |  |
|--|--|---|
| | Toiture inclinée | Toiture inclinée |
| Type de structure | structure intégré sur l'existant | structure intégrée sur le neuf |
| Nombre total de Maisons (cible totale) | 130 206 | 1 968/an |
| Gisement net pour les installations photovoltaïques (nb d'installations) | 91 144 | 1 378/an |
| Gisement net (kWc installés) | 349 538 | 5 283/an |

Gisement net des installations photovoltaïques dans l'habitat et les hébergements³⁶ collectifs

| | Existant | Neuf |
|--------------------|--|--|
| Structure standard | 55 % des immeubles de logement existants (coefficients tenant compte des difficultés d'orientation, des ombres portées, etc.). | Pas de gisement considéré (il est plus intéressant sur du neuf de réaliser une installation intégrée). |
| Structure intégrée | Pas de gisement considéré | 55 % des immeubles neufs |

³⁶ Hôtels, foyers de personnes âgées, d'étudiants, de jeunes travailleurs, de migrants, d'enfants ou adolescents inadaptés, d'handicapés mentaux, etc.

| PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES IMMEUBLES COLLECTIFS D'HABITAT ET D'HEBERGEMENT |  Structure standard |  Structure intégrée |  Structure intégrée |
|---|---|--|---|
| Type de bâtiment | Logements collectifs existants | Logements collectifs neufs | Hébergements (dans le neuf uniquement) |
| Nombre total d'immeubles (cible totale) | 3 949 | 194/an | 9/an |
| Gisement net (nb d'installations) | 2 177 | 107/an | 5/an |
| Gisement net (kWc installés) | 21 332 | 1 049 | 49 |

25.2. DANS LES SECTEURS COLLECTIF, TERTIAIRE ET INDUSTRIEL

En ce qui concerne les bâtiments existants, il existe un potentiel d'installations photovoltaïques mais nous ne disposons pas de données pour le quantifier. Dans le neuf, seules les structures intégrées sont considérées (rentabilité meilleure).

| | Neuf – structure intégrée |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Bureaux ³⁷ | 55 % des constructions neuves |
| Locaux industriels | 90 % des constructions neuves. |
| Locaux agricoles | 90 % des constructions neuves. |
| Transport et parking ³⁸ | 15 % des constructions neuves. |
| Enseignement et culture | 55 % des constructions neuves. |
| Santé et social | 55 % des constructions neuves. |

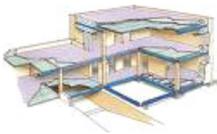
Les coefficients tiennent compte des difficultés à intégrer une installation photovoltaïque sur le type de bâtiment considéré (exemple parkings : le parking peut-être souterrain, comporter plusieurs étages, etc.).

Remarque : Les chiffres des constructions neuves sont issus du fichier SITADEL de la DRE.

³⁷ Bâtiment militaire, bureaux de l'administration, bureaux d'une activité commerciale, bureaux d'une activité industrielle, bureaux rattachés à un équipement collectif, cabinet médical, cité administrative, commissariat de police, étude notariale, gendarmerie (hors hébergement), hôtel de région, immeuble de bureaux, Mairie (local technique), Mairie (bureaux), profession libérale (local professionnel), tribunal.

³⁸ Aires de stationnement, parking et équipements collectifs concernant le transport (gares, aéroports, ...).

| | | | |
|---|---|--|---|
| PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES BATIMENTS AUTRES |  Structure intégrée |  Structure intégrée |  Structure intégrée |
| Type de bâtiment | Bureaux neufs | Locaux industriels neufs | Locaux agricoles neufs |
| Nombre total de bâtiments (cible totale) | 103/an | 163/an | 234/an |
| Nombre de m² de toiture | 3 263/an | 57 192/an | 53 492/an |
| Gisement net pour les installations photovoltaïques (nb d'installations) | 57/an | 147/an | 211/an |
| Gisement net (kWc installés) | 556/an | 1 438/an | 2 064/an |

| | | | |
|---|--|---|--|
| PHOTOVOLTAÏQUE SUR LES BATIMENTS AUTRES |  Structure intégrée |  Structure intégrée |  Structure intégrée |
| Type de bâtiment | Transport et parking | Enseignement et culture | Santé et social |
| Nombre total de bâtiments (cible totale) | 14/an | 108/an | 43/an |
| Nombre de m² de toiture | 4 690/an | 4 275/an | 2 968/an |
| Gisement net pour les installations photovoltaïques (nb d'installations) | 2/an | 60/an | 24/an |
| Gisement net (kWc installés) | 21/an | 583/an | 232/an |

26. BILAN ENVIRONNEMENTAL

26.1. A L'ECHELLE D'UNE INSTALLATION

Une fois le module sorti d'usine :

- Un module photovoltaïque produit autant d'énergie qu'il en a fallu pour sa conception au bout de 2,57 ans de production (installation en toiture à Lyon)³⁹.
- La durée de vie d'un module photovoltaïque est de trente ans, et il est courant de voir les fabricants garantir la production pour 20 ou 25 ans (avec une baisse de seulement 10 à 20 % de la puissance).
- Lors de son fonctionnement le module n'émet aucune nuisance (sonore, visuelle, etc.).

³⁹ Source : International Energy Agency - Photovoltaic Power Systems Programme

Les installations solaires photovoltaïques permettent la substitution des énergies habituellement utilisées pour la production d'électricité⁴⁰, fossiles ou nucléaire, qui, en plus d'être fortement polluantes en terme de rejets atmosphériques ou de déchets produits, présentent des ressources limitées. L'énergie solaire, quant à elle, est non seulement gratuite et inépuisable, mais elle ne génère aucune pollution.

Les résultats pour les exemples de projet déjà étudiés sur le plan économique (voir § 24.1) sont les suivants :

| Quantité de CO ₂ évitée (kg/an) | |
|---|--|
| Exemple d'installation individuelle (3 kWc) | Exemple d'une installation plus importante (100 kWc) |
| 230 | 3 935 |

Pour calculer les quantités de CO₂ évitées, on considère que l'électricité photovoltaïque substitue de l'électricité produite uniquement en journée et dont la production émet en moyenne 60 g de CO₂/kWh.

26.2. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT

Si l'ensemble du gisement identifié (cf. § 25 Potentiel de développement : les cibles) était installé, l'émission de 29 200 tonnes de CO₂ serait évitée chaque année par les installations sur les bâtiments existants, et 540 tonnes supplémentaires seraient évitées chaque année par les installations sur le neuf.

Attention : Ces chiffres correspondent à un potentiel d'installation, mais ne constituent pas des objectifs réalistes à atteindre.

⁴⁰ Cette substitution n'étant pas toujours directe puisque l'énergie produite n'est pas, le plus souvent, utilisée dans le bâtiment producteur mais revendue à l'opérateur national.

LA GEOTHERMIE

27. BILAN DE L'EXISTANT

27.1. GEOTHERMIE BASSE ENERGIE⁴¹

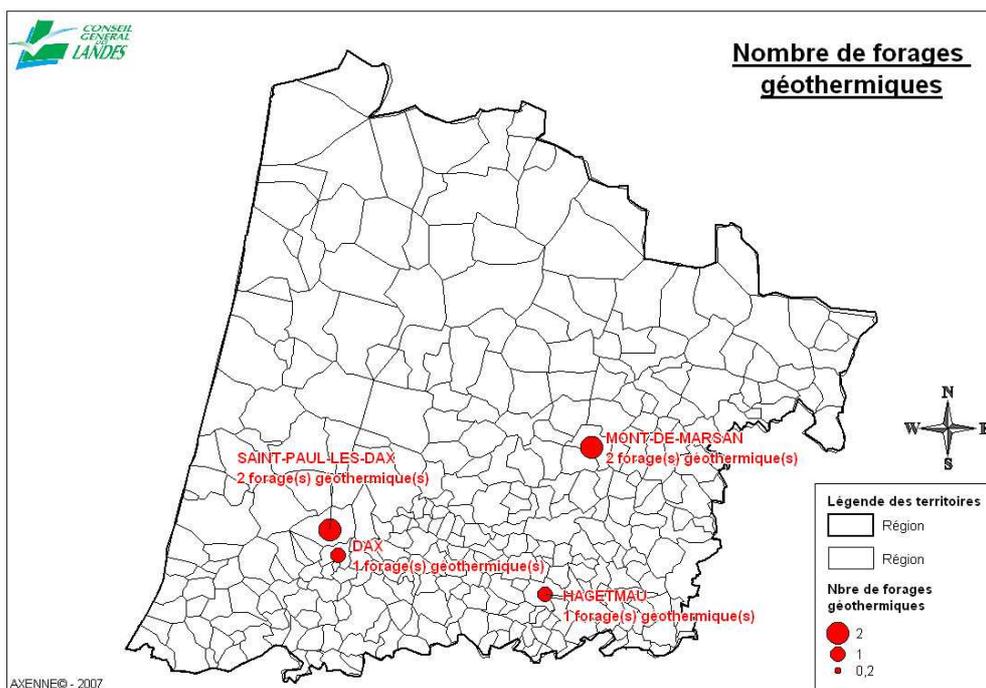
Actuellement, six installations géothermiques sur nappe (puits en U) existent dans les Landes. Elles sont relativement anciennes puisqu'elles ont été mises en service entre 1976 et 1994. Elles sont essentiellement utilisées pour le chauffage de locaux et du thermalisme (également : production d'eau chaude sanitaire, piscine, serres).

| Commune | Maître d'ouvrage | Utilisation | Nbre d'équivalents logements | Production réelle (MWh) |
|----------------------|------------------|----------------|------------------------------|-------------------------|
| Hagetmau | Municipalité | Piscine / ECS | | 1 076 |
| Dax | Therme Adour | Chauf/Therm | 800 | 20 584 |
| Mont-de-Marsan 1 | Municipalité | Chauffage | 1380 | 14 532 |
| Mont-de-Marsan 2 | Municipalité | Chauffage | 560 | 2 473 |
| Saint-Paul-les-Dax 1 | | Chauf/Therm | | 13 775 |
| Saint-Paul-les-Dax 2 | | Piscine/Serres | | 4 299 |
| TOTAL | | | | 56 740 |

Tableau 11 : Installations géothermiques existantes dans les Landes

Source : ADEME, Sénat

Les installations produisent au total **environ 57 000 MWh/an**, soit **environ 9 500 MWh/an par installation**.



Carte 17 : Localisation des forages géothermiques existants

⁴¹ Voir en annexe pour la définition des différentes catégories de géothermie.

Les forages utilisés pour la valorisation de l'énergie géothermique sont situés dans la moitié sud du département.

27.2. GEOTHERMIE TRES BASSE ENERGIE⁴²

Aucun recensement n'existe concernant les pompes à chaleur existantes en France en général, et dans les Landes en particulier.

D'une manière générale en France, le marché des pompes à chaleur connaît une croissance très importante ces dernières années. Les chiffres suivants correspondent à l'augmentation des ventes de pompes à chaleur entre 2005 et 2006 suivant le type de PAC concerné⁴³ et au global⁴⁴ :

- PAC sol/sol et sol/eau : + 23 %,
- PAC eau/eau : + 64 %,
- PAC air/eau : + 192 %,
- Global : + 112 %.

Voici le commentaire de l'AFPAC sur le marché de la PAC en France :

Sous la pression des exigences environnementales et plus particulièrement de **la réduction des rejets de CO₂** dans l'atmosphère, le développement des pompes à chaleur (PAC) connaît depuis le début des années 90 un nouveau souffle en Europe.

En France, le développement de l'offre produits associé au programme EDF de développement des PAC dans le cadre général de son offre commerciale **Vivrelec** a dynamisé très fortement le marché. Celui-ci d'environ 1 500 réalisations par an avant 1997 a atteint environ **17 300 PAC en 2004**, hors systèmes Air/Air.

La progression s'est encore accentuée en 2005 et 2006 avec la mise en place par les pouvoirs publics d'un crédit d'impôt en faveur des PAC de 40 % en 2005 suivi de 50 % en 2006. Nous dénombrons ainsi en 2006 la commercialisation de **53 500 PAC géothermiques et air/eau** auxquelles nous pouvons ajouter **plusieurs milliers d'installations de chauffage à base de PAC de type Air/Air**.

En nombre de matériel, la France est **le deuxième marché européen** de la pompe à chaleur derrière la Suède.

28. POTENTIEL DE LA FILIERE

Ce paragraphe étudie essentiellement la géothermie hors très basse énergie ; en effet, la mise en application de la géothermie très basse énergie n'est pas soumise à des ressources particulières du territoire. On ne peut pas dire d'un territoire qu'il possède une forte ou une faible potentialité en ce qui concerne la géothermie très basse énergie. Ce type d'installations peut donc tout à fait être adapté dans les Landes, à condition que le terrain envisagé s'y prête.

⁴² Voir en annexe pour la définition des différentes catégories de géothermie.

⁴³ Voir en annexe pour la définition des différents types de pompes à chaleur.

⁴⁴ Source : AFPAC

28.1. LES APPLICATIONS ENVISAGEABLES

Les utilisations possibles de la chaleur géothermique sont nombreuses et dépendent des caractéristiques de température de la ressource : dans les Landes, les températures constatées se trouvent dans une échelle de 30 à 130°C, ce qui correspond à ce qu'on appelle la géothermie basse et moyenne énergie.

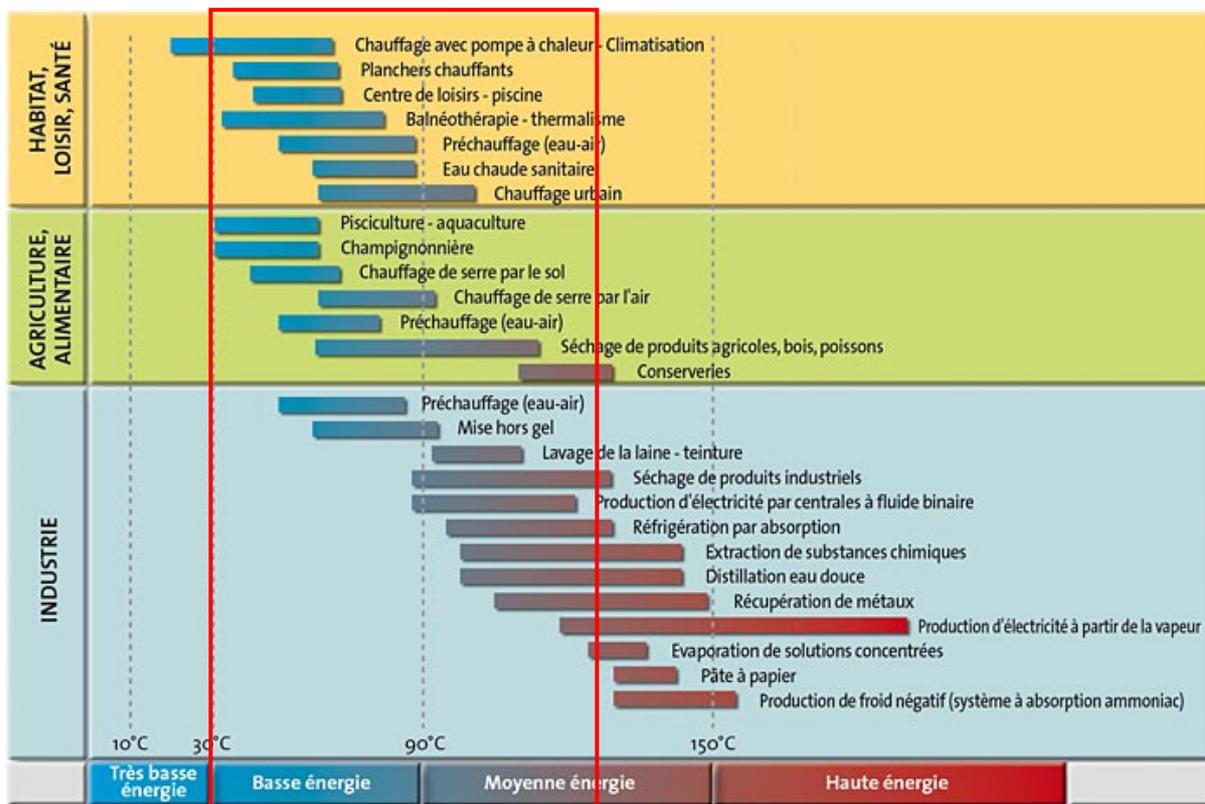


Figure 21 : Principales utilisations de la géothermie en fonction des températures (source : Géothermie perspectives)

28.2. REHABILITATION DE FORAGES EXISTANTS

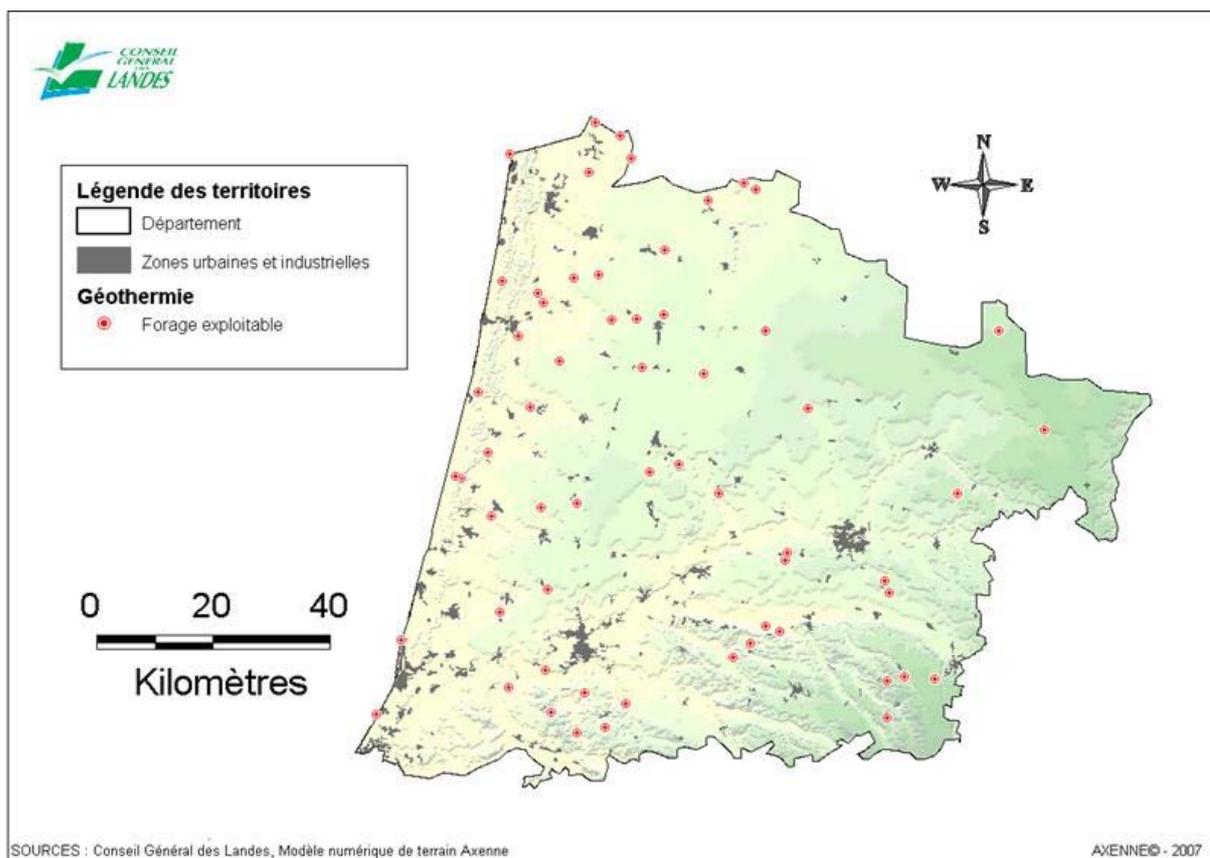
28.2.1. Production de chaleur

Le département des Landes a lancé une étude importante sur la réhabilitation de forages existants. Cette étude portait sur plus de 200 puits de forage actuellement à l'abandon, qui avait été exploré entre autres, par des compagnies pétrolières.

92 de ces anciens forages seraient susceptibles d'être réhabilités. La profondeur moyenne de ces forages est de 1 600 m (entre 500 et 4 500 m, plus de 70 % des forages ont une profondeur supérieure à 1 000 m).

Les températures s'échelonnent entre 27°C et 130°C (30 % des forages peuvent avoir une température supérieure à 70°C).

La productivité s'échelonne entre 75 et 150 m³/h.



Carte 18 : Forages susceptibles d'être réhabilités pour une production d'énergie thermique

La carte ci-dessus présente le positionnement des 92 forages identifiés comme pouvant être réhabilités.

D'autres projets pourraient être réalisés en production de chaleur, à partir de nouveaux forages.

28.2.2. Production d'électricité

Présentation

La production d'électricité géothermique est possible à partir de champs géothermiques de moyenne ou haute énergie⁴⁵.

Dans le cas de géothermie haute énergie, l'eau est extraite du sous-sol en phase vapeur (sèche ou humide⁴⁶) : la vapeur (dégagée de la phase liquide le cas échéant) est envoyée dans une turbine à vapeur ; celle-ci entraîne l'alternateur qui transforme le travail fourni par la turbine en électricité.

Dans le cas de géothermie moyenne énergie, la production d'électricité se fait suivant un cycle à fluide binaire (cycle de Rankine) : l'eau géothermale extraite, en phase

⁴⁵ Moyenne énergie : $90^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$ et haute énergie : $T > 150^{\circ}\text{C}$.

⁴⁶ On appelle vapeur sèche de l'eau sous forme vapeur uniquement, et vapeur humide un mélange des deux phases vapeur et liquide.

liquide, transfère sa chaleur à un fluide dit « de travail » présentant la propriété de se vaporiser à basse température.

C'est ce fluide ainsi vaporisé qui va être envoyé dans la turbine à vapeur couplée à un alternateur. En sortie de turbine, le fluide de travail est condensé, et le liquide obtenu est renvoyé vers l'échangeur de chaleur pour recevoir de nouveau la chaleur de l'eau géothermale, repasser dans la turbine, etc.

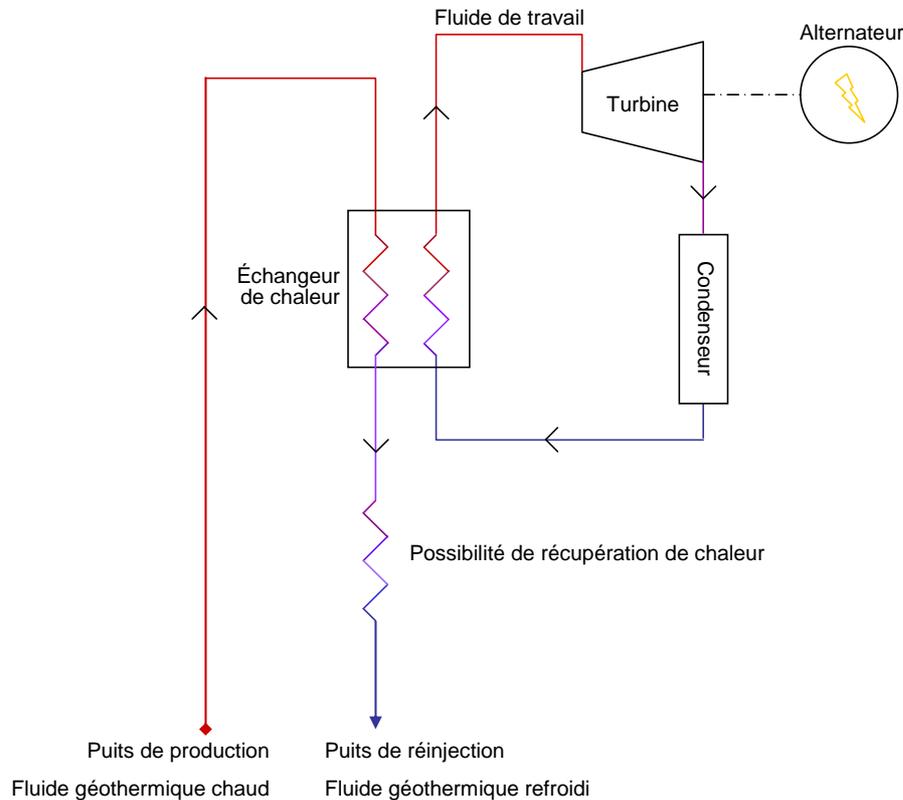


Figure 22 : Schéma de principe de production d'électricité selon un cycle à fluide binaire

Dans les Landes, étant données les températures observées, la production d'électricité à partir d'une ressource géothermique peut s'envisager selon un cycle à fluide binaire uniquement. Pour une telle technologie, les fluides géothermaux doivent avoir une température comprise entre 85 et 130°C.

Adéquation avec les anciens forages

Seuls cinq anciens forages, parmi ceux qui pourraient être reconditionnés, ont des caractéristiques de température qui les placent comme potentiellement valorisables pour la production d'électricité.

L'un d'eux a une température maximale à peine au-dessus de 90°C (95°C) et un débit maximal de 75 m³/h.

29. ASPECTS REGLEMENTAIRES

En ce qui concerne un projet de géothermie sur nappe, la réglementation s'applique à plusieurs niveaux (pas de démarche nécessaire, déclaration, autorisation) et sur plusieurs composantes du projet :

- la recherche ou l'exploitation d'eau pour de la géothermie ;
- le forage en tant qu'ouvrage ;
- les prélèvements d'eau réalisés ;
- la réinjection de l'eau prélevée.

Les réglementations concernées sont essentiellement le Code Minier et le Code de l'Environnement (loi sur l'Eau).

Dans un souci de facilitation et de meilleure application de la réglementation, un guichet unique pour les démarches réglementaires a été mis en place dans les départements de la région Aquitaine ; une fiche déclarative préalable a été élaborée afin de recueillir les données sur la réalisation des ouvrages souterrains qui permettent de les situer par rapport aux diverses réglementations et d'orienter les usagers vers les services compétents. Dans les Landes, elle doit être adressée à la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt des Landes.

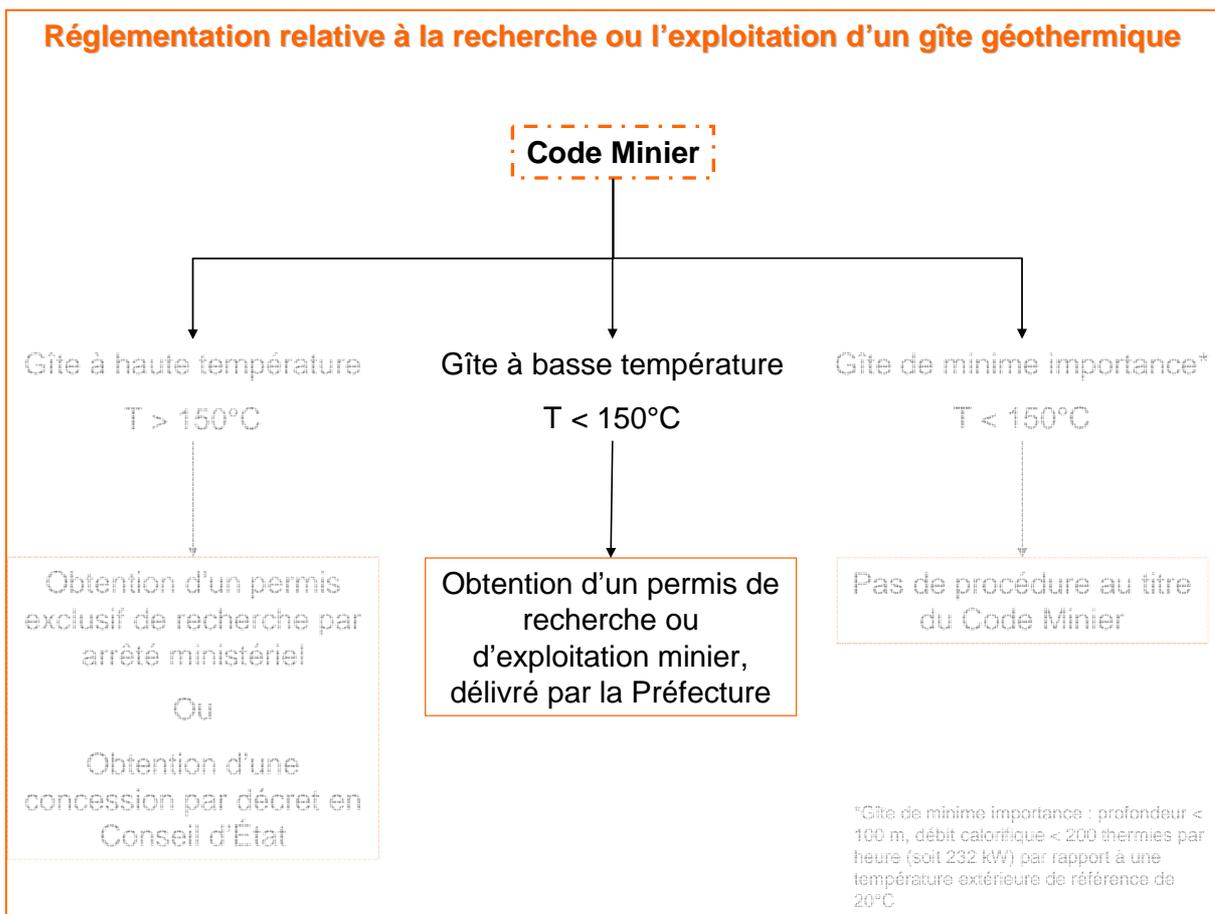
Remarque : Cette fiche préalable ne comprend pas les démarches à réaliser dans le cadre de la recherche ou de l'exploitation de l'eau pour la géothermie.

Les premières démarches à réaliser sont d'une part le remplissage de la fiche préalable et d'autre part la réalisation du dossier permettant l'obtention d'un permis de recherche minier, délivré par la Préfecture.

Les différentes réglementations et leur mode d'application sont explicités dans les paragraphes suivants.

29.1. REGLEMENTATION RELATIVE A LA RECHERCHE OU L'EXPLOITATION D'UN GITE GEOTHERMIQUE

Les gîtes géothermiques sont divisés en trois catégories : gîtes à haute température, gîtes à basse température, et gîtes de minime importance.



Remarque : La réglementation concernant les gîtes à haute température et les gîtes de minime importance a été grisée car les projets envisagés ne rentreront pas dans ces catégories.

La recherche et l'exploitation de gîtes géothermiques à haute température (eau de plus de 150°C) sont soumises à la réglementation minière générale : notamment, obtention d'un permis exclusif de recherche par arrêté ministériel ou obtention d'une concession par décret en Conseil d'État (Code Minier, notamment titres II et III, et décret n°95-427).

La recherche et l'exploitation de gîtes géothermiques à basse température (eau de moins de 150°C) sont soumises à l'obtention d'un permis de recherche ou d'exploitation minier, délivré par la préfecture (code Minier, articles 98 à 103, et décret n°78-498).

L'exploitation de l'installation est soumise à la législation minière. D'après le décret n°95-696, sous réserve des procédures spécifiques qu'il comporte et qui se substituent à celles du décret n°93-742 du 29 mars 1993, l'autorisation minière vaut autorisation au titre du Code de l'Environnement.

Sont exemptés de la réglementation minière les gîtes géothermiques dits de "minime importance" (décret n°78-498 du 28 mars 1978), qui répondent aux caractéristiques suivantes : profondeur inférieure à 100 m et débit calorifique inférieur à 200 thermies

par heure (= 232 kW), par rapport à une température extérieure de référence de 20°C. La géothermie à usage domestique relève généralement de cette exemption. Dans ce cas, l'exploitation est soumise à déclaration, qui doit être faite à la DRIRE, au plus tard un mois avant la réalisation des travaux, par lettre recommandée avec accusé de réception (elle tient lieu de déclaration au titre du code minier).

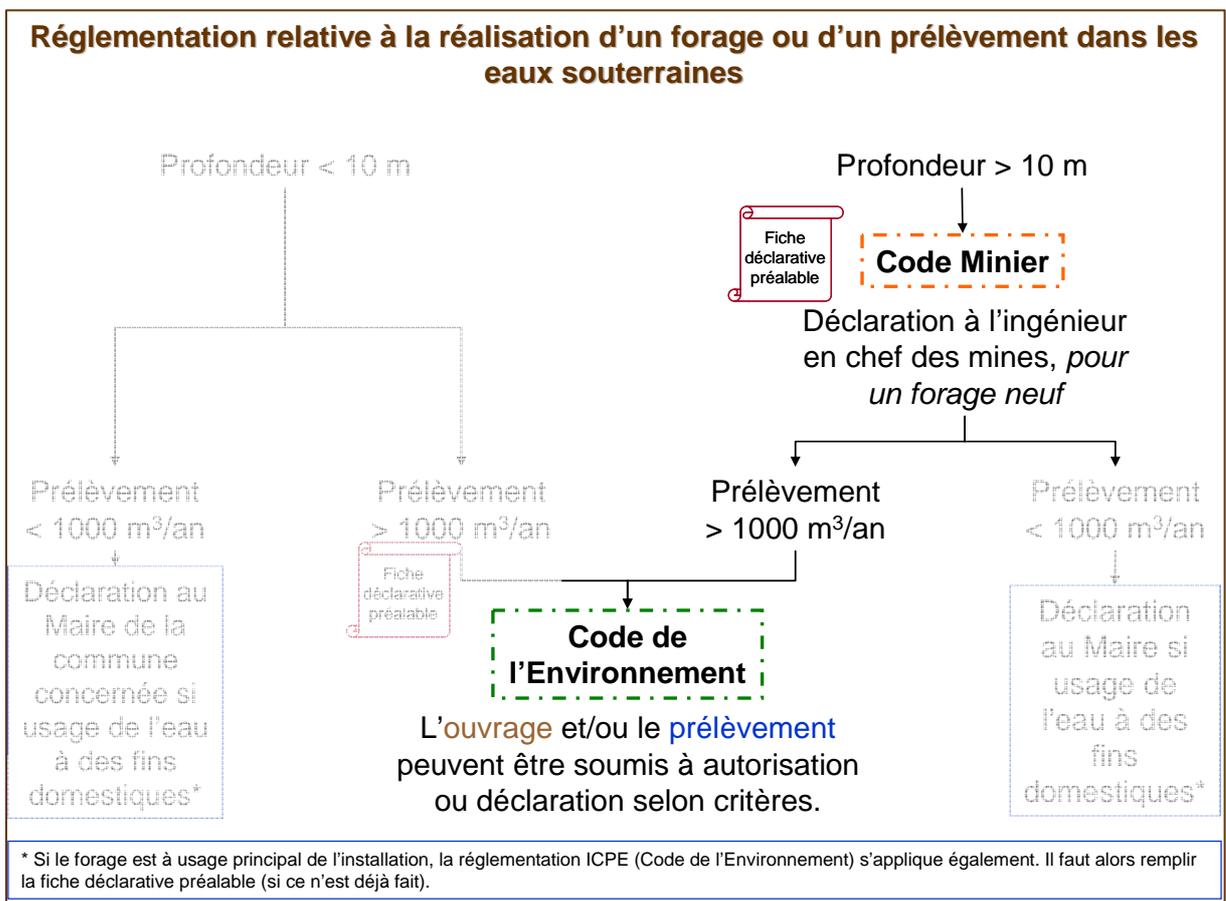
Remarque : En matière de forages, il est demandé de communiquer, à l'issue des travaux, la coupe géologique des terrains au Service géologique régional (BRGM) afin d'alimenter la Banque de données du Sous-Sol (BSS).

Résumé des démarches pour un gîte à basse température :

- 1) *Obtention d'un permis de recherche minier*, délivré par la Préfecture, avant la phase de test des capacités du forage ;
- 2) Puis *obtention d'un permis d'exploitation minier*, délivré par la Préfecture, si l'exploitation est décidée, avant le commencement de l'exploitation.

29.2. REGLEMENTATION RELATIVE A LA REALISATION D'UN FORAGE ET/OU D'UN PRELEVEMENT DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Les réglementations qui s'appliquent et les démarches à réaliser diffèrent selon les caractéristiques du forage (profondeur) et du prélèvement (débit prélevé) :



Remarque : La réglementation concernant les forages de moins de 10 mètres de profondeur et les prélèvements de moins de 1 000 m³/an a été grisée car les projets envisagés ne rentreront pas dans ces catégories.

La réalisation d'un nouveau forage de plus de 10 mètres de profondeur doit être déclarée à l'ingénieur en chef des mines.

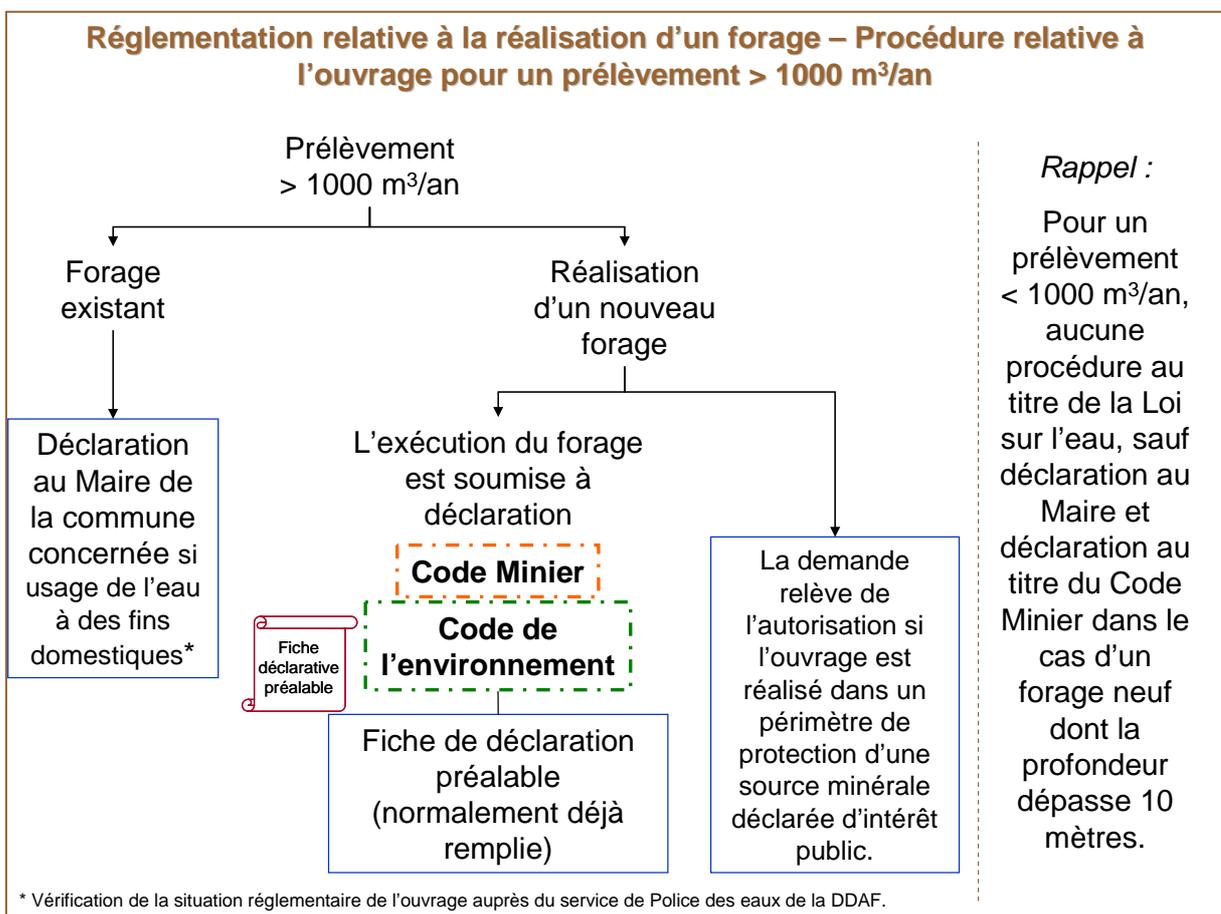
D'autre part, lorsque la quantité d'eau prélevée est prévue pour être supérieure à 1 000 m³ par an, l'ouvrage et/ou le prélèvement peuvent être soumis à déclaration ou autorisation. Ces dispositions sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Résumé des démarches pour un forage de profondeur supérieure à 10 mètres ou un prélèvement supérieur à 1 000 m³/an :

- Déclaration à l'ingénieur en chef des mines/DRIRE (via la fiche déclarative préalable) dans le cas d'un nouveau forage de plus de 10 mètres de profondeur ;
- Respect des prescriptions de la loi sur l'Eau concernant l'ouvrage et le prélèvement (voir § suivants) pour un prélèvement supérieur à 1 000 m³/an.

29.2.1. Réglementation relative à la réalisation ou l'utilisation d'un forage

Le schéma ci-dessous concerne les dispositions réglementaires qui s'appliquent au forage en tant qu'ouvrage.



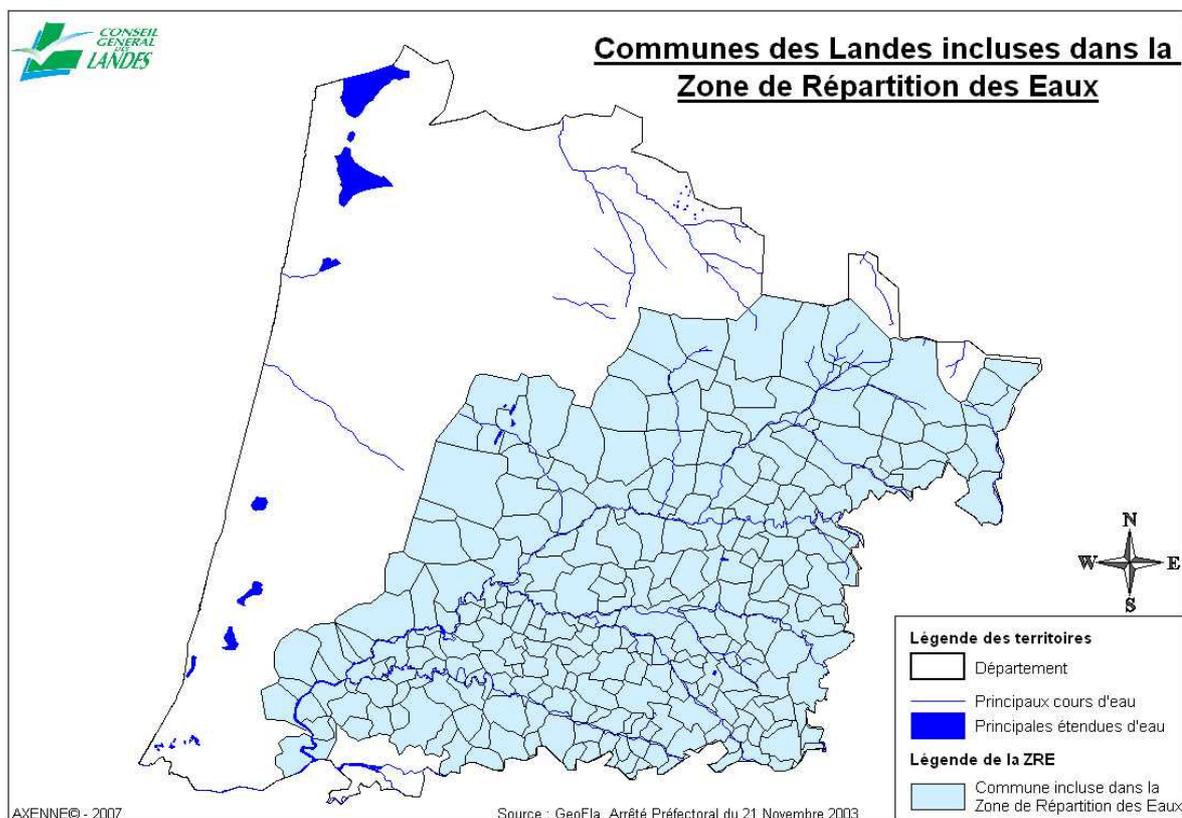
Dans le cadre d'un forage utilisé pour un prélèvement supérieur à 1 000 m³ par an, l'exécution du forage est soumise à déclaration s'il s'agit d'un forage neuf.

Résumé des démarches pour la réalisation d'un forage utilisé pour un prélèvement supérieur à 1 000 m³/an :

- *Déclaration* à l'ingénieur en chef des mines (via la fiche déclarative préalable) dans le cas d'un nouveau forage de plus de 10 mètres de profondeur ;
- *Déclaration* (via la fiche déclarative préalable) pour un nouveau forage utilisé pour un prélèvement supérieur à 1 000 m³/an ;
- *Autorisation* si l'ouvrage est réalisé dans un périmètre de protection d'une source minérale déclarée d'intérêt public.

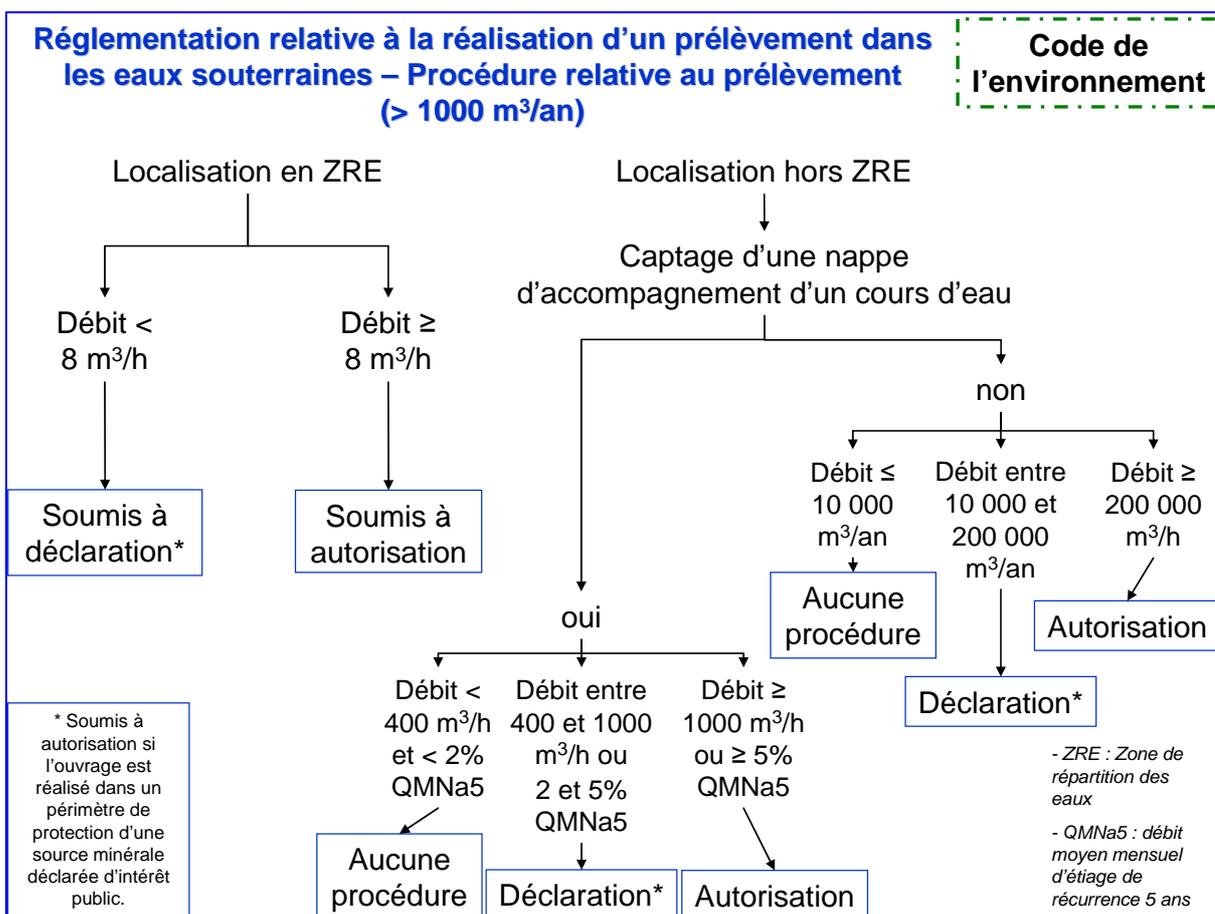
29.2.2. Réglementation relative à un prélèvement dans les eaux souterraines

La réglementation diffère si le prélèvement est réalisé en Zone de Répartition des Eaux (ZRE). Les ZRE sont des territoires sensibles à des pénuries de leurs ressources en eaux. C'est pourquoi dans ces territoires, les seuils réglementaires des régimes de la déclaration et de l'autorisation ont été abaissés. Dans les Landes, 251 communes ont été incluses dans la ZRE par Arrêté Préfectoral du 21 novembre 2003.



Carte 19 : Communes incluses en ZRE

Le schéma ci-dessous concerne les dispositions réglementaires qui s'appliquent aux prélèvements d'eau souterraine.



Débit annuel prélevé > 1 000 m³/an :

Un prélèvement dans une ZRE est soumis à déclaration si le débit prélevé est inférieur à 8 m³/h et à autorisation s'il est supérieur.

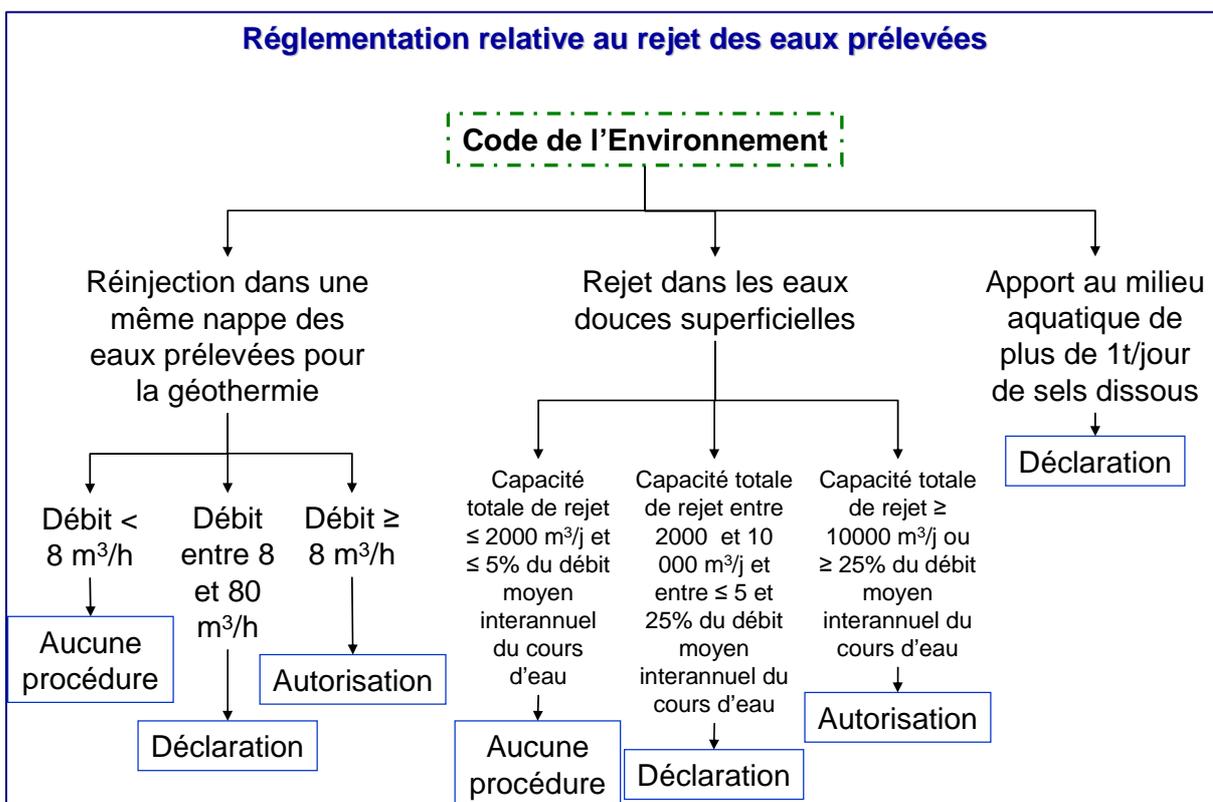
Hors ZRE, si la nappe est une nappe d'accompagnement d'un cours d'eau, le régime (autorisation, déclaration, hors procédure) dépend du débit prélevé et de son rapport au débit moyen mensuel d'étiage du cours d'eau.

Sinon, un prélèvement inférieur à 10 000m³/an n'est soumis à aucune procédure, contrairement à un prélèvement compris entre 10 000 et 200 000 m³/an (déclaration) ou supérieur à 200 000 m³/an (autorisation).

Rappel : Pour un prélèvement inférieur à 1 000 m³/an, aucune procédure au titre de la Loi sur l'eau si ce n'est la déclaration au Maire de la commune concernée dans le cas d'un usage domestique de l'eau : « Art. L. 2224-9. - *Tout prélèvement, puits ou forage réalisé à des fins d'usage domestique de l'eau fait l'objet d'une déclaration auprès du maire de la commune concernée.* »

29.2.3. Réglementation relative au rejet des eaux prélevées

Le schéma ci-dessous concerne les dispositions réglementaires qui s'appliquent aux rejets d'eau souterraine prélevée.



La réglementation diffère suivant la localisation du rejet : dans la nappe dans laquelle l'eau a été prélevée ou dans les eaux douces superficielles. Dans ces deux cas, les démarches à effectuer dépendent du débit réinjecté.

Dans le cas d'eau très fortement chargée en sels dissous, si la quantité de sels dissous est supérieure à 1 tonne par jour, il est nécessaire de déclarer le rejet pour cette caractéristique.

29.3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES CONCERNANT LA REALISATION ET L'EXPLOITATION DES SONDAGES

Les prescriptions techniques à respecter pour réaliser des sondages sont fixées dans le décret n°96-102 du 2 février 1996, ainsi que dans les trois arrêtés du 11 septembre 2003 (en fonction de la catégorie de déclaration ou d'autorisation).

Ces arrêtés rendent obligatoires certaines précautions d'implantation et de construction des sondages, afin d'éviter de dégrader les ressources en eaux souterraines.

29.4. IMPOSITIONS DIVERSES

Police des eaux : (Code de l'Environnement, articles L. 211-2 et suivants) : des prescriptions nationales ou locales peuvent limiter ou interdire les prises d'eau ou les rejets. Les missions de police de l'eau sont confiées à la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.

Code de la Santé Publique : Il s'applique au cas particulier des forages destinés à un usage alimentaire. Si l'ouvrage destiné à un usage thermique est également utilisé, en second usage, pour un usage alimentaire (notamment si l'eau est destinée à la consommation humaine ou utilisée dans l'industrie agroalimentaire), la distribution de l'eau à usage alimentaire est soumise à autorisation ou à déclaration au titre du code de la santé publique (articles L1321-1 à L1321-10).

Les prélèvements à l'usage d'une famille sont soumis à déclaration à la Mairie dans les conditions prévues à l'article L2224-9 du code général des collectivités territoriales.

Les autres prélèvements pour distribution par un réseau public ou privé sont soumis à autorisation.

Code général des collectivités territoriales : (article L. 2223-5) : « Nul ne peut, sans autorisation, élever aucune habitation ni creuser aucun puits à moins de 100 mètres des nouveaux cimetières transférés hors des communes. »

ANNEXES

A.1 Positionnement des acteurs de la filière bois vis-à-vis du bois énergie

Associations de promotion des EnR et de la maîtrise de l'énergie

ADEME

| | |
|-----------|---|
| Freins | - Difficulté de mettre en place une filière car la demande est encore faible, ce qui n'incite pas les structures diverses à vouloir s'équiper et se lancer dans cette filière, ce qui réciproquement n'incite pas les porteurs de projet à mettre en place une chaufferie bois. |
| Ressource | - Il y a une tension sur la ressource à l'échelle départementale (ou plus) ; intérêt de s'orienter sur des filières courtes. Dans ce cas, l'approvisionnement ne devrait pas être un problème. - Rémanents et souches : potentiel non encore exploité mais qui demande des coûts importants. L'intérêt se situe pour les projets de taille importante. - Il peut être intéressant de solliciter les communes forestières. |
| Filière | - Aujourd'hui très centralisée : il faudrait créer des filières locales (problématique du transport). - Nécessité d'une structure ayant un rôle de coordination, suivi qualité et prospection. |
| ADEME | L'ADEME soutient les départements moteurs pour mettre en place une filière (soutiens technique et financier) ; soutien également aux maîtres d'ouvrage de chaudière bois (faisabilité et investissement). - L'ADEME souhaite une coordination départementale sur plusieurs projets pour qu'il y ait une filière qui se mette en place. But : Département/ADEME/région portent une installation collectivement. - Si pas de volonté local, moins de projets qui sortent. |

EIE

| | |
|---------------------------|--|
| Dynamique | - Les particuliers sont de plus en plus sensibles aux économies d'énergie, en partie à cause de l'augmentation du pris des énergies. Ils recherchent aussi le confort d'utilisation. |
| Fournisseurs combustibles | - Pas de fournisseur de granulés dans les Landes ; un en Dordogne, un sur Pau et un sur Bayonne. - Bûches : les particuliers récupèrent des bûches eux-mêmes dans les zones campagnardes. |
| Lacunes | - Les particuliers ne sont pas assez informés des solutions existantes (notamment bois énergie). - Pas de revendeurs de granulés dans le département. - Peu d'installateurs qui demandent des délais très longs. |

ForestiersCAFSA

| | |
|-----------|---|
| Ressource | <ul style="list-style-type: none"> - Rémanents, dépressage, pré éclaircies, bois brûlés ponctuellement, etc. - L'exploitation des souches est compétitive. - Toute la ressource est exploitée sur le massif landais. Presque toute la ressource sur le massif des Chalosses. |
| Actions | <ul style="list-style-type: none"> - Études sur des chantiers tests de faisabilité technique et économique (récupération souches, rémanents, éclaircies, cultures dédiées, filières mixtes, etc.). |
| Vision | <ul style="list-style-type: none"> - Peut augmenter sa production (va le faire l'année prochaine) ; le frein vient de la demande plus que de la ressource. - Les filières doivent rester locales pour être rentables. |

ONF

| | |
|--------|---|
| Vision | <ul style="list-style-type: none"> - La ressource peut être trouvée, c'est surtout une question de volonté des propriétaires forestiers. - Le bois énergie peut être vu comme une sécurisation car il permet une diversification des débouchés. |
|--------|---|

CRPF

| | |
|---|--|
| Motivation des propriétaires pour le bois énergie | <ul style="list-style-type: none"> - Pour l'instant, pas de motivation car la rémunération n'est pas attractive comparée aux autres débouchés possibles (sauf pour le bois bûche). |
| Actions CRPF | <ul style="list-style-type: none"> - Chantiers tests pour étudier la rentabilité de la récolte de bois énergie (dépressage, éclaircie, densification des plantations de pins maritime, etc.). - Veille technologique et économique. |
| Freins | <ul style="list-style-type: none"> - La ressource n'est pas forcément un problème mais il est difficile pour un exploitant de s'équiper sans être sûr de pouvoir correctement écouler son produit (pas encore assez de demandes). - Manque une structure transversale. |
| Intérêt bois énergie | <ul style="list-style-type: none"> - Permet une diversification sécurisante de la sylviculture. |
| Position | <ul style="list-style-type: none"> - Le bois énergie doit venir doucement pour ne pas compromettre le maintien des industriels. |

DRAF/SERFOB

| | |
|-----------|---|
| Ressource | <ul style="list-style-type: none"> - La totalité de la récolte, qui représente la totalité de l'accroissement, ainsi que les connexes de scieries produits sont déjà utilisés par les filières bois existantes. - Pas de place pour de gros projets (sauf ceux existants). - Possibilité de projets si localement (dans un rayon de 20 – 25 km) on trouve des opportunités stables à long terme (15 ans) sur des massifs non exploités ou sans conflit d'usage, ou avec de petites industries de transformation dont les connexes ne sont pas déjà captés. |
| Filière | <ul style="list-style-type: none"> - Il faudrait une filière plus locale qu'actuellement. |

IndustrielsCIBA (Conseil Interprofessionnel des bois d'Aquitaine)

| | |
|-----------|---|
| Position | <ul style="list-style-type: none"> - Jusqu'à aujourd'hui, pas de blocage au développement du bois énergie mais celui-ci ne doit pas se faire au détriment des autres filières. Doit actualiser sa position d'ici à la fin de l'année. - Doit réactualiser la charte sur le bois énergie qu'il avait réalisée avec les CG et le CR en 2002-2003. |
| Important | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un suivi des chaudières pour éviter les aberrations. |

FIBA (Fédération des Industries du Bois d'Aquitaine)

| | |
|-----------|---|
| Ressource | <ul style="list-style-type: none"> - Tout ce qui est mis en vente trouve acquéreur. Très peu de ressource pour le bois énergie. - Attention à ne pas briser l'équilibre de la filière bois existant (augmentation des prix, etc.). - Potentiel souches et cimes : utilisés pour les nouveaux projets qui devraient sortir dans le cadre de l'appel d'offres CRE2. - Possibilité pour de petits projets. |
|-----------|---|

Structures territorialesConseil Général des Landes

| | |
|---------|--|
| Actions | Le CG40 a initié la filière bois énergie dans les années 90 en mettant en place plus de dix chaudières bois sur son patrimoine bâti. Après une période d'essoufflement (investissements lourds et difficulté sur l'approvisionnement au début), il souhaite de nouveau envisager le bois énergie de manière systématique pour tous ses nouveaux projets immobiliers neufs. |
| Filière | <ul style="list-style-type: none"> - L'approvisionnement n'est actuellement pas optimisé en raison de l'existence d'une seule plate-forme située à Mont-de-Marsan. Le transport est donc important ce qui augmente le prix du combustible. Le CG a en projet la mise en place d'une nouvelle plate-forme dans le sud des Landes (deux sites possibles identifiés). - Besoin d'une structure de coordination (ingénierie et assistance à maîtrise d'ouvrage) pour développer la filière bois énergie et l'étendre à tous les maîtres d'ouvrage. |
| Freins | <ul style="list-style-type: none"> - Tension sur la ressource - Difficulté à mobiliser les particuliers sans usine de granulation proche. |

Conseil Régional d'Aquitaine

| | |
|-----------|--|
| Ressource | <ul style="list-style-type: none"> - Risque de tensions sur la ressource. - Possibilité d'augmenter un peu la ressource forestière en valorisant ce qui ne l'est pas actuellement. - Attention à garder une exploitation raisonnée de la forêt. |
| Vision | <ul style="list-style-type: none"> - Développement possible soit à partir de nouvelles ressources (souches par exemple) soit sur des filières très locales. - Difficulté : présenter une organisation solide de la fourniture de plaquettes (sans rupture de stock et d'approvisionnement). - Nécessité de convaincre les maîtres d'ouvrage des avantages de la filière bois énergie et de leur apporter des garanties (notamment en ce qui concerne l'approvisionnement à long terme). |

| | |
|---------|--|
| | - Nécessité de sensibiliser et coordonner les différents acteurs pour qu'ils puissent élaborer ensemble des plans d'approvisionnement. |
| Actions | - Soutien financier aux projets de chaufferies bois. - Soutien financier et politique au projet de valorisation des cimes et souches par les industriels dans le cadre du pôle de compétitivité. - Soutien financier à l'organisation de la fourniture de plaquettes, aux études de ressource. |

COFOR

| | |
|---------|--|
| Filière | - Foisonnement de projets. - Difficulté à mettre en place la filière : « Il n'y a pas de chaufferies car pas de plaquettes disponibles et pas de plaquettes disponibles car pas de chaufferies ». - Le développement de la filière est aussi lié à un choix politique, notamment en ce qui concerne les communes forestières. Cette volonté politique existe déjà pour un certain nombre de communes. - Importance d'une bonne répartition des places de dépôt sur le département. - Nécessité de mettre en place des projets « leaders » et de valoriser les expériences qui fonctionnent. - Besoin d'une structure transversale sur le département. |
|---------|--|

SIVU des chênaies de l'Adour

| | |
|--------------|--|
| Objectif | - Regroupement de 39 communes de l'Adour en vue du boisement et reboisement des chênaies. |
| Chêne | - Débouchés : plutôt bois d'œuvre et éclaircies en bois de chauffage. - Pas de problèmes de débouchés. - Volumes en hausse, prix intéressants. |
| Bois énergie | - Tout sauf le chêne et notamment les taillis d'acacia et les rémanents de coupes. - Travail avec COFOR et CRPF pour structurer une organisation. - Débouchés possibles : a priori Tartas dans un premier temps, mais aussi souhait d'approvisionner des particuliers et pourquoi pas une chaufferie collective qui se monterait localement. |

PNR Landes de Gascogne

| | |
|---------|--|
| Actions | En ce qui concerne la filière bois énergie, le Parc réalise plusieurs types d'actions : - sensibilisation, formation et démonstration auprès des élus, des acteurs locaux et de l'activité d'écotourisme ; - recherche de projets potentiels afin de créer des exemples pour de futurs maîtres d'ouvrage ; - émergence de structures d'approvisionnement locales. |
| Freins | - Les communes sont encore peu sensibilisées, mais le deviennent de plus en plus. |

Pays Landes Adour Océanes

| | |
|----------------------|---|
| Les EnR dans le Pays | La réflexion du Pays sur les EnR a 4 origines principales : - discours ambiant ; - conservation de l'attractivité du territoire (préservation des paysages, consommation de moins d'espace) ; |
|----------------------|---|

| | |
|-------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - sécurité de l'approvisionnement en électricité : tension sur les réseaux due à la variation de population saisonnière et à la croissance démographique importante ; - développement économique. |
| Freins | <ul style="list-style-type: none"> - Pas d'installation existante qui incite vraiment (coûts et problèmes techniques que les projets existants ont pu connaître). - Pas de dynamisme important, pas de culture de l'innovation chez les élus. |
| Charte forestière | <ul style="list-style-type: none"> - Volet bois énergie de la charte forestière : animation, consolidation du rôle des techniciens forestiers, recherche d'un lieu pour réaliser des expérimentations, émergence de la demande, etc. dans le but de structurer une filière d'approvisionnement et la demande, dans une logique de développement local. - Principalement sur le bassin de l'Adour. |
| Besoins | <ul style="list-style-type: none"> - animateurs de terrain au plus près de la réalité avec une coordination départementale. Structure d'accompagnement des collectivités. - Mise en conviction des élus. - Éducation aux bonnes pratiques pour éviter l'intensification de la production forestière. |
| Ressource | <ul style="list-style-type: none"> - Régulée par le marché suivant les prix pratiqués. |

Remarque : Nombreuses créations ou extensions de bâtiments communaux et de bâtiments d'habitation sur ce territoire.

Exploitants agricoles

FD CUMA

| | |
|-----------|--|
| FEADER | <ul style="list-style-type: none"> - Volet bois énergie du programme FEADER : animation et démonstrations essentiellement. Éventuellement études de faisabilité. |
| Dynamique | <ul style="list-style-type: none"> - Quelques initiatives mais rien d'important ni de réellement structuré. |
| Freins | <ul style="list-style-type: none"> - Difficulté de se prononcer sur la rentabilité de l'activité bois énergie pour un exploitant agricole. - Difficulté à repérer puis fédérer les exploitants intéressés. - TTCR : difficultés techniques en ce qui concerne l'adaptation du matériel. - Nécessité de faire émerger la demande. |
| Pistes | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place une organisation entre les exploitants intéressés. - Mettre en place un projet pilote. |

Professionnels de la récupération

Déchetteries

| | |
|---------------|---|
| Bois de rebut | <ul style="list-style-type: none"> - Les cinq syndicats de gestion des déchets des Landes trient et vendent la quasi totalité du bois récupéré. Une grande partie est vendue à l'entreprise Egger Rol située à Rion-des-Landes (fabrication de panneaux agglomérés). - La vente du bois pour une valorisation énergétique semble tout à |
|---------------|---|

| | |
|--|--|
| | fait réalisable si les conditions économiques et pratiques sont réunies. |
|--|--|

Seosse

| | |
|----------------------|--|
| Limite de l'activité | - Problématique logistique : gisement existant mais très disparate. - Nécessité de coupler avec le transport d'autres marchandises. |
| Ressource | - Peu de ressource sur les Landes (peu d'industries et de grandes villes). |
| Caractéristiques | - Travail en flux tendu et vente de broyat humide. |

A.2 Aides PRAE 2007

Bois énergie

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|---|--------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % 90 % (biogaz) | 40 % | 80 % 90 % (biogaz) | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité ou de structuration de filière | 33 % (maxi 50 %) | 33 % | 66 % | 75 000 € HT |
| Entreprises | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40 % | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

AIDES A L'INVESTISSEMENT BOIS ENERGIE

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|--|--------------------|---------------------|----------------|--|
| Collectivités | | | | |
| Chaufferie collective sans réseau de chaleur (Puissance < 300 kW) | 30 % maxi | 30 % | 60 % | 4.000 €/tep |
| Chaufferie collective sans réseau de chaleur (300 < P < 3000 kW) | 30 % maxi | 30 % | 60 % | Suivant la formule : $4222 - (0,741 \times P(\text{kW}))$ |
| Chaufferie collective P > 3000 kW | 30 % maxi | 30 % | 60 % | 2000 €/tep |
| Chaufferie collective avec réseau de chaleur (Puissance < 300 kW) | 30 % maxi | 30 % | 60 % | 6.000 €/tep |
| Chaufferie collective avec réseau de chaleur (300 < Puissance < 3000 kW) | 30 % maxi | 30 % | 60 % | Suivant la formule : $6\,311 - (1,037 \times P(\text{kW}))$ |
| Chaufferie collective > 3000 kW avec réseau de chaleur | 30 % maxi | 30 % | 60 % | 3200 €/tep |

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|--|---|---------------------|-----------------------|---|
| Entreprises | | | | |
| Chaufferies bois industrielles (hors industrie du bois pour l'ADEME) | 15 % aide maxi avec un plafond d'assiette éligible de 2.000 €/tep | 15 % | 30 % (GE 15 %) | surcoût d'investissement par rapport à une chaudière utilisant un combustible conventionnel |
| Équipement de collecte et de conditionnement du bois dédié à la plaquette forestière | 20 % (aide maxi 30 %) | 20 % | 40 % (Gde Ent. : 30%) | |

Éolien – Hors réseau

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40 % | 80 % | 3 800 € HT |
| Entreprises | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40% | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

AIDES A L'INVESTISSEMENT EOLIEN

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE |
|---|--------------------|---------------------|----------------|
| Secteur rural avec FACE ⁴⁷ | 6,8 % (max 13,6 %) | 6,8 % | 13,6 % |
| Secteur rural hors FACE | 20 % | 20 % | 40% |
| Secteur urbain avec intervention EDF 35 % | 17,5 % (max 35 %) | 17,5 % | 35 % |

⁴⁷ **FACE**: Fonds d'Amortissement des Charges d'Electrification créé en 1946 (environ 300 M€/an). Financé par les contributions des distributeurs d'électricité, géré par un comité restreint rassemblant l'Etat, EDF, les collectivités et l'ADEME; finance en partie les travaux des collectivités de renforcement et d'extension du réseau basse tension en zone rurale, finance depuis 1995 des solutions alternatives à l'extension et au renforcement de réseau (MDE, EnR).

Éolien - Sur réseau

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|--|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40 % | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité (y.c. ZDE ⁴⁸) | 33 % (max 50 %) | 33 % | 66 % | 75 000 € HT |
| Entreprises | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40% | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

Solaire thermique

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|----------------------|---------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40 % | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 33 % (maxi 50 %) | 33 % | 66 % | 75 000 € HT |
| Entreprises | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40% | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

AIDES A L'INVESTISSEMENT SOLAIRE THERMIQUE

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|--|---|---------------------|--------------------|--|
| Collectivités | | | | |
| Équipement de chauffe-eau ou chauffage solaire collectif | 30 % plafonnée à 350€/m ² | 30 % | 60 % | Aide totale plafonnée à 500 €/m ² de capteurs |
| Garantie Résultats Solaires | 40 % | 40 % | 80% | |
| Entreprises | | | | |
| Équipement de chauffe-eau solaire collectif et de séchage agricole | 20 % plafonnée à 350€/m ² | 20 % | 40 % (PME 50 %) | Aide totale plafonnée à 400 €/m ² de capteurs |

⁴⁸ ZDE : Zone de Développement de l'Éolien

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|--|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Équipement innovant de chauffage solaire collectif | 25 % | 25 % | 50 % | |
| Garantie Résultats Solaires | 25 % | 25 % | 50% | |

Solaire photovoltaïque- Hors réseau

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40 % | 80 % | 3 800 € HT |
| Entreprises | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40% | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

AIDES A L'INVESTISSEMENT SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE |
|---|--------------------|---------------------|----------------|
| Secteur rural avec FACE ⁴⁹ | 6,8 % (max 13,6 %) | 6,8 % | 13,6 % |
| Secteur rural hors FACE | 20 % | 20 % | 40% |
| Secteur urbain avec intervention EDF 35 % | 17,5 % (max 35 %) | 17,5 % | 35 % |

Solaire photovoltaïque- Sur réseau

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Pré diagnostic | 40 % | 40 % | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 33 % (max 50 %) | 33 % | 66 % | 75 000 € HT |
| Entreprises | | | | |

⁴⁹ FACE : Fonds d'Amortissement des Charges d'Electrification créé en 1946 (environ 300 M€/an). Financé par les contributions des distributeurs d'électricité, géré par un comité restreint rassemblant l'Etat, EDF, les collectivités et l'ADEME; finance en partie les travaux des collectivités de renforcement et d'extension du réseau basse tension en zone rurale, finance depuis 1995 des solutions alternatives à l'extension et au renforcement de réseau (MDE, EnR).

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Pré diagnostic | 40 % | 40% | 80 % | 3 800 € HT |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

AIDES A L'INVESTISSEMENT SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|---|--------------------|---------------------|----------------|----------------------------------|
| Collectivités raccordées au réseau | | | | |
| Avec intégration au bâti | Max 2,4 €/Wc | | | Aide totale plafonnée à 2,4 €/Wc |
| Sans intégration au bâti | Max 1 €/Wc | | | Aide totale plafonnée à 1 €/Wc |
| Entreprises raccordées au réseau | | | | |
| Avec intégration au bâti | Max 2,4 €/Wc | | | Aide totale plafonnée à 2,4 €/Wc |
| Sans intégration au bâti | Max 1 €/Wc | | | Aide totale plafonnée à 1 €/Wc |

Géothermie

AIDES A LA DECISION

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|----------------------|--------------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| Collectivités | | | | |
| Étude de faisabilité | 33 % (max 50 %) | 33 % | 66 % | 75 000 € HT |
| Entreprises | | | | |
| Étude de faisabilité | 25 % | 25 % | 50 % | 75 000 € HT |

AIDES A L'INVESTISSEMENT GEOTHERMIE

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|---|--------------------|---------------------|----------------|---|
| Collectivités raccordées au réseau | | | | |
| Équipements de réhabilitation dont extension de réseau de chaleur | 25 % (max 40 %) | 25 % | 50 % | plafonnée à 400 €/t _{CO2} évitée |
| Équipement innovant (PAC sonde verticale) | 10 % | 25 % | 35 % | COP > 3,5 |

| Intervention | Aide moyenne ADEME | Aide moyenne Région | Aide Maxi PRAE | Assiette maxi prise en compte |
|--|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--|
| Entreprises raccordées au réseau | | | | |
| Équipement innovant (PAC sonde verticale) | 10 % | 25 % | 35 % | COP > 3,5 |

A.3 Rentabilité des installations – Hypothèses

Cette annexe présente les hypothèses qui ont été prises pour calculer les temps de retour correspond aux différentes installations utilisant les énergies renouvelables étudiées et présentées dans ce rapport.

Bois énergie

Chaudière individuelle

| Installation | | | |
|------------------------------------|---------------|--------------|--|
| Puissance de la chaudière | 17 kW | | |
| Besoins en chauffage | 31 363 kWh/an | | |
| Investissement chaudière bois | 16 740 € HT | 19 667 € TTC | |
| Matériel | 85% | | |
| Installation | 15% | | |
| Aides | 43% | | |
| ADEME | € | | |
| Région | € | | |
| Département | € | | |
| Crédit d'impôt | 8 509 € | 50% | |
| Exploitation | | | |
| Entretien chaudière bois (année 1) | 180 € TTC | | |
| Durée de vie de la chaudière bois | 20 ans | | |

| Hypothèses | | | | |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
| Taux d'inflation | 1,9% | | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 5 ans | | | |
| Pourcentage de financement | 85% | | | |
| Montant de l'emprunt | 16 717 € | Reste | 2 950 € | |
| Energie de référence | Prix énergie en 2006 (TTC) | Taux annuel d'actualisation énergie | Rendement chaudière | Abonnement en 2006 |
| Electricité HP | 10,64 | 0,5% | 100% | 120 |
| Electricité HC | 9,25 | 0,5% | 100% | 189 |
| Gaz nat | 4,22 | 2,8% | 90% | 125 |
| Fioul | 6,45 | 3,5% | 85% | |
| Propane | 10,54 | 2,8% | 85% | |
| Bois (combustible choisi) | 4,67 | 1,9% | 85% | |

Chaudière collective

| | | | |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|----------------|
| Installation | | | |
| Puissance | 418 kW | P bois | 292 kW |
| Besoins utiles | 752 717 kWh/an | B utiles couverts b | 602 173 kWh/an |
| | | | 2 060 h |
| Investissement chaufferie | 320 000 € HT | | 382 720 € TTC |
| Matériel | 75% | | |
| Installation | 25% | | |
| Aides | 39% | | |
| ADEME | 62 228 € | | 19% |
| Région | 62 228 € | | 19% |
| Département | € | | |
| Exploitation | | | |
| Entretien chaufferie (année 1) | 6 865 € | | 5 €/MWh |
| Durée de vie de la chaudière bois | 20 ans | | 10% |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Hypothèses | | | |
| Taux d'inflation | 1,9% | | |
| Taux d'actualisation | 4,5% | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | |
| Pourcentage de financement | 0% | | |
| Montant de l'emprunt | 0 € | Reste | 382 720 € TTC |
| Energie de référence | | | |
| | Prix énergie en 2006 (HT) | Taux annuel d'actualisation énergie | Rendement chaudière |
| Electricité | 6,88 | 0,5% | 100% |
| Gaz nat | 3,55 | 2,8% | 90% |
| Fioul | 4,51 | 3,5% | 85% |
| Propane | 9,35 | 2,8% | 85% |
| Bois (combustible choisi) | 2,30 | 1,9% | 85% |

Solaire thermique

Chauffe-eau solaire individuel (CESI)

| | | | |
|--------------------------------|--------------------|--|-------------|
| Installation | | | |
| Surface de capteurs | 3,6 m ² | | |
| Production du CESI | 1 639 kWh/an | | |
| Investissement CESI | 3 600 € HT | | 4 204 € TTC |
| Matériel | 80% | | |
| Installation | 20% | | |
| Aides | 41% | | |
| ADEME | € | | |
| Région | € | | |
| Département | € | | |
| Crédit d'impôt | 1 722 € | | 50% |
| Exploitation | | | |
| Entretien CESI (année 1) | 21 € TTC | | 0,5% |
| Durée de vie de l'installation | 20 ans | | |

| | | | |
|------------------------------|----------------------------|--|---------------------|
| Hypothèses | | | |
| Taux d'inflation | 1,9% | | |
| Taux d'intérêt | 2,5% | Prêt bonifié <input checked="" type="checkbox"/> | 2% VRAI |
| Nombre d'années de l'emprunt | 5 ans | | |
| Pourcentage de financement | 30% | | |
| Montant de l'emprunt | 1 261 € | Reste | 2 943 € |
| Energie substituée | | | |
| | Prix énergie en 2006 (TTC) | Taux annuel d'actualisation énergie | Rendement chaudière |
| Electricité HP | 10,64 | 0,5% | 100% |
| Electricité HC | 9,25 | 0,5% | 100% |
| Gaz nat | 5,9 | 2,8% | 90% |
| Fioul | 6,45 | 3,5% | 85% |
| Propane | 10,54 | 2,8% | 85% |

Chauffe-eau solaire collectif – collectivité

| | | | |
|--------------------------------|-------------------|--------------|--|
| Installation | | | |
| Surface de capteurs | 30 m ² | | |
| Production du CESC | 15 600 kWh/an | | |
| Investissement CESC | 27 000 € HT | 32 292 € TTC | |
| Matériel | 80% | | |
| Installation | 20% | | |
| Aides | | | |
| | 56% | | |
| ADEME | 8 193 € | | |
| Région | 6 900 € | | |
| Département | € | | |
| Exploitation | | | |
| Entretien + GRS (année 1) | 350 € | | |
| Durée de vie de l'installation | 20 ans | | |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Hypothèses | | | |
| Taux d'inflation | 1,9% | | |
| Taux d'actualisation | 4,5% | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | |
| Pourcentage de financement | 0% | | |
| Montant de l'emprunt | 0 € | Reste | 32 292 € |
| Energie substituée | | | |
| | Prix énergie en 2006 (HT) | Taux annuel d'actualisation énergie | Rendement chaudière |
| Electricité | 6,88 | 0,5% | 100% |
| Gaz nat | 3,55 | 2,8% | 90% |
| Fioul | 4,51 | 3,5% | 85% |
| Propane | 9,35 | 2,8% | 85% |

Chauffe-eau solaire collectif – entreprise

| | | | |
|--------------------------------|-------------------|--------------|--|
| Installation | | | |
| Surface de capteurs | 30 m ² | | |
| Production du CESC | 15 600 kWh/an | | |
| Investissement CESC | 27 000 € HT | 32 292 € TTC | |
| Matériel | 80% | | |
| Installation | 20% | | |
| Aides | | | |
| | 40% | | |
| ADEME | 5 458 € | | |
| Région | 5 458 € | | |
| Département | € | | |
| Exploitation | | | |
| Entretien + GRS (année 1) | 350 € | | |
| Durée de vie de l'installation | 20 ans | | |

| | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Hypothèses | | | |
| Taux d'inflation | 1,9% | | |
| Taux d'actualisation | 4,5% | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | |
| Pourcentage de financement | 50% | | |
| Montant de l'emprunt | 16 146 € | Reste | 16 146 € |
| Durée de l'amortissement | 20 ans | | |
| Energie substituée | | | |
| | Prix énergie en 2006 HT | Taux annuel d'actualisation énergie | Rendement chaudière |
| Electricité | 6,88 | 0,5% | 100% |
| Gaz nat | 3,55 | 2,8% | 90% |
| Fioul | 4,51 | 3,5% | 85% |
| Propane | 9,35 | 2,8% | 85% |

Solarwall – entreprise

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--|--------------|
| Installation | | | |
| Surface de capteurs | 100 m² | | |
| Production de l'installation | 21 500 kWh/an | | |
| Investissement Solarwall | 18 200 € HT | | 21 767 € TTC |
| Matériel | 8 150 | | |
| Installation | 10 050 | | |
| Aides | | | |
| | 20% | | |
| ADEME | 1 820 € | | 10,0% |
| Région | 1 820 € | | 10,0% |
| Département | € | | |
| Exploitation | | | |
| Entretien Solarwall (année 1) | 120 € | | |
| Durée de vie de l'installation | 30 ans | | |

| | | | |
|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Hypothèses | | | |
| Taux d'inflation | 1,9% | | |
| Taux d'actualisation | 4,5% | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | |
| Pourcentage de financement | 50% | | |
| Montant de l'emprunt | 10 884 € | Reste | 10 884 € |
| Durée de l'amortissement | 30 ans | | |
| <u>Energie substituée</u> | Prix énergie en 2006 (HT) | Taux annuel d'actualisation énergie | Rendement chaudière |
| Electricité | 6,88 | 0,5% | 100% |
| Gaz nat | 3,55 | 2,8% | 90% |
| Fioul | 4,51 | 3,5% | 85% |
| Propane | 9,35 | 2,8% | 85% |

Solaire photovoltaïque

Installation individuelle raccordée au réseau

| | | | |
|--------------------------------|---------------------|--|-------------------|
| Installation | | | |
| Puissance installée | 3 kWc | | 30 m ² |
| Production | 3 866 kWh/an | | |
| Investissement | 25 200 € HT | | 29 429 € TTC |
| Matériel | 80% | | |
| Installation | 20% | | |
| Aides | | | |
| | 41% | | |
| ADEME | € | | |
| Région | € | | |
| Département | € | | |
| Crédit d'impôt | 12 056 € | | 50% |
| Exploitation | | | |
| Entretien (année 1) | 0 € TTC | | |
| Durée de vie de l'installation | 20 ans | | |

| | | | |
|--|---------------|--|---------|
| Hypothèses | | | |
| Taux inflation | 1,9% | | |
| Taux d'intérêt | 2,5% | Prêt bonifié <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | |
| Pourcentage de financement | 90% | | |
| Montant de l'emprunt | 26 486 € | Reste | 2 943 € |
| Taux d'imposition | 30% | | |
| | 2006 | 2007 | 2008 |
| Tarif d'achat première année - intégré | 0,55 | 0,5538 | |
| Tarif d'achat première année - non intég | 0,30 | 0,3021 | |
| ICHTTS | 133,8 | 135,30 | |
| PPEI | 111 | 111,30 | |
| K | 1 | 1,007 | |
| L | 1 | 1,004 | |

Installation raccordée au réseau dans une collectivité

| | | |
|--------------------------------|----------------|--------------------------|
| Installation | | |
| Puissance installée | 50 kWc | 500 m² |
| Production | 65 600 kWh/an | |
| Investissement | 310 000 € HT | 370 760 € TTC |
| Matériel | 80% | |
| Installation | 20% | |
| Aides 39% | | |
| ADEME | 120 000 € | |
| Région | € | |
| Département | € | |
| Crédit d'impôt | 0 € | 0% |
| Exploitation | | |
| Entretien (année 1) | 1 000 € | |
| Durée de vie de l'installation | 20 ans | |

| | | | | |
|---|---------------|--------------|---------------|-----------|
| Hypothèses | | | | |
| Taux inflation | 1,9% | | | |
| Taux d'actualisation | 4,5% | | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | | |
| Pourcentage de financement | 0% | | | |
| Montant de l'emprunt | 0 € | | Reste | 370 760 € |
| | | 2006 | 2007 | 2008 |
| Tarif d'achat première année - intégré | | 0,55 | 0,5538 | |
| Tarif d'achat première année - non intégr | | 0,30 | 0,3021 | |
| ICHTTS | | 133,8 | 135,30 | |
| PPEI | | 111 | 111,30 | |
| K | | 1 | 1,007 | |
| L | | 1 | 1,004 | |

Installation raccordée au réseau dans une entreprise

| | | |
|--------------------------------|----------------|--------------------------|
| Installation | | |
| Surface de capteurs | 50 kWc | 500 m² |
| Production du CESC | 65 600 kWh/an | |
| Investissement CESC | 310 000 € HT | 370 760 € TTC |
| Matériel | 80% | |
| Installation | 20% | |
| Aides 39% | | |
| ADEME | 120 000 € | |
| Région | € | |
| Département | € | |
| Exploitation | | |
| Entretien (année 1) | 1 000 € | |
| Durée de vie de l'installation | 20 ans | |

| | | | | |
|---|---------------|--------------|---------------|-----------|
| Hypothèses | | | | |
| Taux d'inflation | 1,9% | | | |
| Taux d'actualisation | 4,5% | | | |
| Taux d'intérêt | 4,5% | | | |
| Nombre d'années de l'emprunt | 10 ans | | | |
| Pourcentage de financement | 25% | | | |
| Montant de l'emprunt | 92 690 € | | Reste | 278 070 € |
| Durée de l'amortissement | 20 ans | | | |
| | | 2006 | 2007 | 2008 |
| Tarif d'achat première année - intégré | | 0,55 | 0,5538 | |
| Tarif d'achat première année - non intégr | | 0,30 | 0,3021 | |
| ICHTTS | | 133,8 | 135,30 | |
| PPEI | | 111 | 111,30 | |
| K | | 1 | 1,007 | |
| L | | 1 | 1,004 | |

A.4 Pôle de compétitivité : Industries et Pin Maritime du Futur

| | |
|---------------------------------------|---|
| PÔLE NATIONAL | |
| Domaines sectoriels | |
| | - Ressources forestières |
| | - Sciage pour la construction, l'emballage, la décoration |
| | - Bois énergie |
| | - Fibres |
| | - Chimie verte |
| Thématiques principales | |
| | - Approvisionnement des industries du bois |
| | - Amélioration de la compétitivité des entreprises |
| | - Prospective et anticipation de l'évolution des marchés |
| Région principale | |
| | - Aquitaine |
| Zone de R&D | |
| | Carte / décret |
| Membres actifs | |
| Entreprises | 31 |
| Centres de recherche | 12 |
| Autres | 22 |
| Association | |
| Président | Jean LESBATS |
| Directeur | Stéphane LATOUR |
| Animatrice | Sandrine BESNARD |
| Vice-président | Pierre MORLIER |
| Contacts | |
| Adresse | 43 allée de Mégevie - 33174 Gradignan cedex |
| Téléphone | +33 (0)5 56 81 54 87 |
| Télécopie | +33 (0)5 56 51 69 12 |
| Courriel | ipmf@ipmf.fr |
| Site internet | www.ipmf.fr |
| Correspondant interministériel | André RICHTER (Agriculture) |

A.5 La géothermie – quelques définitions

Les différentes utilisations

La géothermie (du grec « gê » qui signifie terre et « thermos » qui signifie chaud) est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1 000°C à 4 300°C.

L'accroissement de la température en fonction de la profondeur est appelé « gradient géothermal ». Il est en moyenne, sur la planète, de 3,3°C par 100 mètres, le flux d'énergie thermique à l'origine de ce gradient étant de l'ordre de 60 mW/m². Mais ces valeurs peuvent être nettement supérieures dans certaines zones instables du globe, et même varier de façon importante dans les zones continentales stables. Ainsi, le gradient géothermal est en moyenne de 4°C tous les 100 mètres en France, et varie de 10°C/100 m dans le nord de l'Alsace à seulement 2°C/100 mètres au pied des Pyrénées.

On distingue cinq catégories, suivant le niveau de température des fluides exploités :

- la **géothermie profonde des roches chaudes fracturées**⁵⁰ (plus de 3000 m de profondeur) : encore au stade de la recherche, l'exploitation est destinée à la production d'électricité. Elle s'apparente à la création artificielle d'un gisement géothermique dans un massif cristallin. A trois, quatre ou cinq kilomètres de profondeur, de l'eau est injectée sous pression dans la roche. Elle se réchauffe en circulant dans les failles et la vapeur qui s'en dégage est pompée jusqu'à un échangeur de chaleur permettant la production d'électricité ;
- la **géothermie haute énergie** (température supérieure à 150°C) : Les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé. Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.
- la **géothermie moyenne énergie** (température comprise entre 90 et 150°C : eau chaude ou vapeur humide) : elle est destinée à des usages thermiques tels que des utilisations industrielles et peut être utilisée pour la production d'électricité (technologie faisant appel à un fluide intermédiaire). Elle se retrouve dans les zones propices à la géothermie haute énergie, mais à une profondeur inférieure à 1 000 mètres. Elle se situe également dans les bassins sédimentaires, à des profondeurs allant de 2 000 à 4 000 mètres. ;
- la **géothermie basse énergie** (température comprise entre 30 et 90°C) est destinée au chauffage urbain, à certaines utilisations industrielles, au thermalisme ou encore à la balnéothérapie. L'essentiel des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires (profondeur comprise entre 1 500 et 2 500 mètres) ;
- la **géothermie très basse énergie** (température inférieure à 30°C – profondeur de nappe inférieure à 100 m) : par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur (PAC), l'énergie du sous-sol et des aquifères qui s'y trouvent est utilisée pour le chauffage et le rafraîchissement de locaux.

⁵⁰ Hot Dry Rocks (HDR)

La géothermie très basse énergie

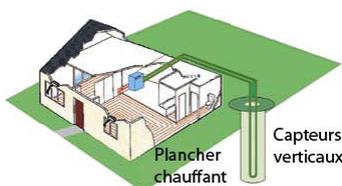
Les pompes à chaleur sont un élément indispensable pour la valorisation de la géothermie très basse énergie.

Les pompes à chaleur sont des systèmes thermodynamiques fonctionnant sur le même principe que les réfrigérateurs, le processus étant inversé pour produire de la chaleur. Elles ont globalement un COP (Coefficient de Performance) de 2 à 4 ce qui signifie que pour 1 kWh d'électricité consommée, elles en produisent 2 à 4. La consommation pour le chauffage est donc divisée par quatre par rapport à un chauffage électrique. D'autre part, le confort est également nettement amélioré si l'on compare avec un chauffage électrique.

Parmi les pompes à chaleur, plusieurs technologies existent, qui se distinguent suivant leur type de capteur, ainsi que suivant le fluide frigorigène utilisé.

Les différents types de capteurs :

- capteurs horizontaux : ils permettent une installation à moindre coût, mais ils nécessitent une grande surface de pose (1,5 à 2 fois la surface à chauffer). Il s'agit de tubes de polyéthylène ou de cuivre gainés de polyéthylène qui sont installés en boucles enterrées horizontalement à faible profondeur (de 0,60 m à 1,20 m). Dans ces boucles circule en circuit fermé de l'eau additionnée d'antigel ou le fluide frigorigène de la pompe à chaleur (selon la technologie employée).



- capteurs verticaux : ils sont constitués soit de deux tubes de polyéthylène formant un U installés dans un forage (jusqu'à 80 m de profondeur) et scellés dans celui-ci par du ciment. On y fait circuler en circuit fermé de l'eau additionnée de liquide antigel. La capacité d'absorption calorifique moyenne d'un capteur vertical est d'environ 50 W par mètre de forage, il faut donc souvent utiliser deux ou plusieurs capteurs qui doivent être distants d'au moins une dizaine de mètres.

Il peut également s'agir de deux tubes distincts venant puiser de l'eau dans un aquifère peu profond. Le fluide utilisé est alors directement l'eau de l'aquifère. D'une manière générale, les capteurs verticaux sont plus délicats à poser. Il est nécessaire de faire appel à une entreprise de forage qualifiée et de respecter les procédures administratives concernant la protection du sous-sol.

Les différentes technologies de PAC :

- PAC à détente directe ou PAC sol/sol : le fluide frigorigène circule dans les capteurs et le plancher chauffant (ou radiateurs, ...). Ce procédé n'est utilisable qu'avec des capteurs horizontaux ;
- PAC mixte ou PAC sol/eau : le fluide frigorigène de la PAC circule dans les capteurs et de l'eau circule dans les émetteurs de chauffage. Ce procédé n'est utilisable qu'avec des capteurs horizontaux ;
- PAC avec fluide intermédiaire ou PAC eau (glycolée)/eau : de l'eau additionnée d'antigel ou non circule dans les capteurs et de l'eau circule dans les émetteurs de chauffage. Le fluide frigorigène reste confiné dans la PAC. Le procédé est utilisable en capteurs horizontaux ou verticaux ;
- PAC air/eau : la chaleur est puisée dans l'air ambiant. Il n'y a alors pas de capteurs, ce qui en fait une solution facile à installer.

La géothermie basse énergie

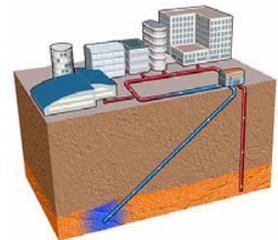
Dans le cas de géothermie basse énergie, un puits de production capte l'eau chaude (fluide primaire) dans le sous-sol ou la nappe. Ce fluide, dit fluide primaire, est ensuite remonté à la surface, grâce à :

- 1- un système de pompe : une pompe d'exort (sur le puits d'exort) et un système de réinjection (puits et pompe de réinjection). En fait, l'eau doit être réinjectée pour des questions d'équilibre de la nappe aquifère, elle est de toute manière inexploitable ;
- 2- la pression présente dans le sol : l'eau remonte toute seule mais avec un débit plus bas. Il faut alors une torchère pour brûler les gaz (eau sulfurée) ou sinon avoir sur ce système une pompe de dégazage.

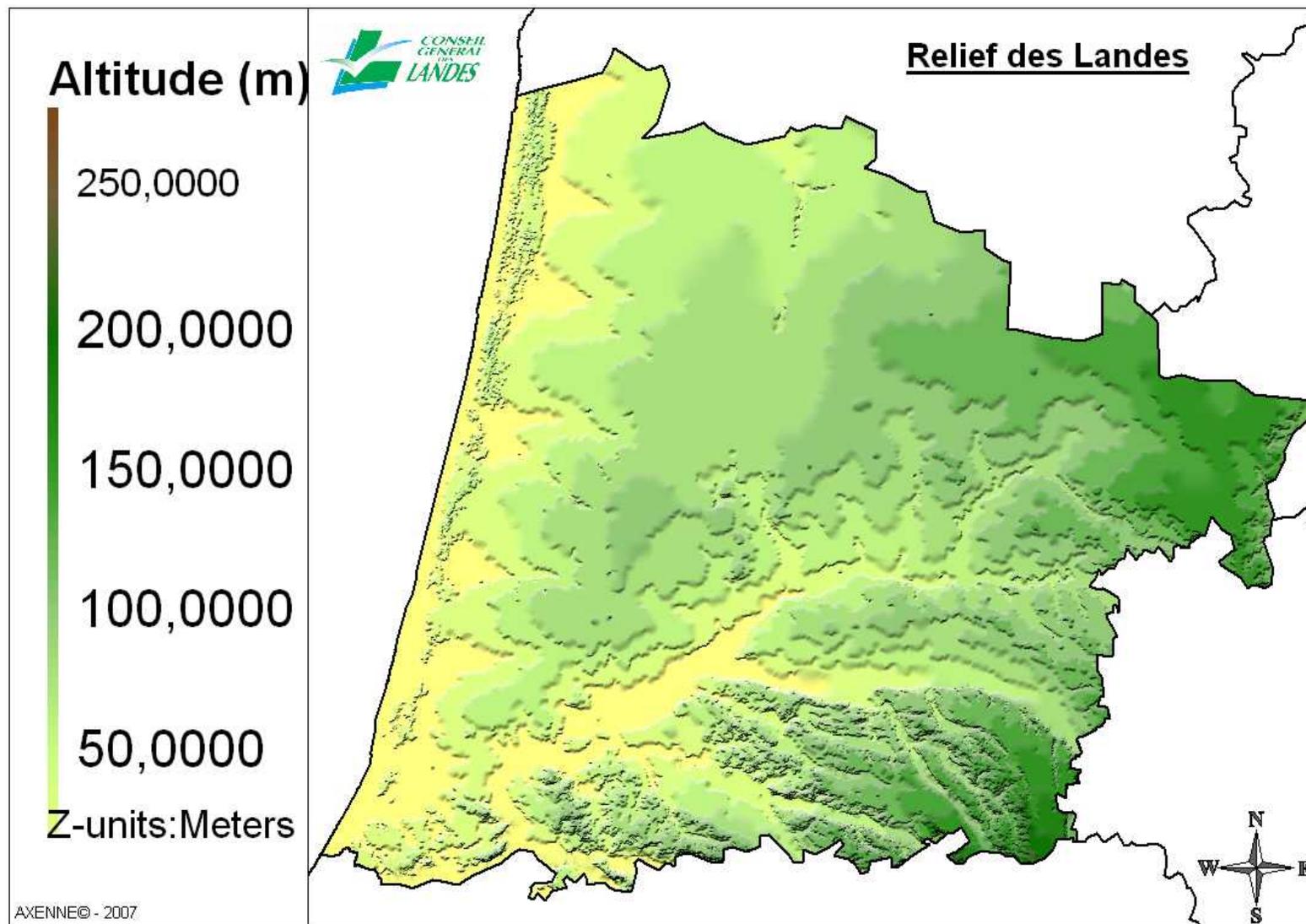
Dans le cas où l'on utilise seulement la pression présente dans le sol, les coûts d'investissement sont réduits ; cependant, la diminution du débit d'eau obtenue peut avoir également des conséquences. Des calculs de rentabilité poussés doivent alors être réalisés.

Le fluide primaire passe ensuite dans un échangeur de chaleur où il vient élever la température du fluide secondaire. C'est ce fluide qui sera distribué pour couvrir les besoins de chauffage, ou d'eau chaude sanitaire.

Aux profondeurs où est capté le fluide primaire, l'eau étant fréquemment salée et/ou chargée en sulfures, donc corrosive , il est interdit de la rejeter en surface. Il est nécessaire de forer un second puits pour réinjecter l'eau dans l'aquifère originel. Mais il convient d'implanter ce puits à environ 1 500 ou 2 000 mètres du puits de production afin que le recyclage de l'eau refroidie réinjectée ne soit pas trop rapide : c'est le concept de doublet géothermique



A.6 Carte du relief des Landes



A.7 Jachère - Définition

Historiquement et étymologiquement, la jachère désigne une terre labourable que l'on laisse temporairement reposer en ne lui faisant pas porter de récolte (jachère dite « traditionnelle » ou « agronomique »).

Avec la réforme de la PAC de 1992, apparaît la notion de « jachère aidée » (dite aussi « jachère institutionnelle » ou « gel ») : pour avoir droit aux aides sur les COP (céréales, oléagineux et protéagineux), les agriculteurs ayant une production annuelle théorique de plus de 92 tonnes de COP doivent mettre en jachère une partie de leurs terres ; les surfaces ainsi gelées donnent droit à une aide à l'hectare.

Cette jachère aidée peut ne pas porter de récolte (comme la jachère traditionnelle) ; mais elle peut recevoir des cultures destinées à des fins non alimentaires. Elle est alors appelée « jachère industrielle » ou « jachère non alimentaire », bien qu'elle n'ait de jachère que le nom.

Ces jachères aidées ont été mises en place comme une mesure d'ordre économique destinée à limiter la surproduction dans certaines cultures, notamment les céréales.

Remarque : Pour la SAA, le terme « jachère » exclut la jachère industrielle et ne désigne que la jachère ne donnant pas de récolte, aidée ou pas.

A.8 Liste des différents acteurs contactés

| | |
|---|---------------------------|
| ADEME – Bois énergie | Eric Aufaure |
| ADEME – EnR | Alain Mestdgah |
| AFOCEL | M. Fraysse |
| CAFSA | M. Cosme |
| Caisse des Dépôts | M. Civel |
| CCI des Landes | Hervé Furstoss |
| CIBA | M. Grigaut |
| COFOR | Pierre Darmanté |
| Conseil Général des Landes – Service énergie | M. Mondin |
| Conseil Général des Landes – Direction de l'aménagement | Annie Tarquis |
| Conseil Général des Landes – Actions économiques | M.Reymund |
| Conseil Régional Aquitaine – Conseiller EnR/URE | P. Latorre |
| Conseil Régional Aquitaine – Conseiller bois énergie | M. Maitia |
| Conseil Régional Aquitaine – Service construction | M. Peyrol |
| Conseil Régional Aquitaine – Maîtrise d'ouvrage | Jean-Noël Galvan |
| CRPF Aquitaine | Henri Husson |
| DDE – Service urbanisme | M. Frague |
| DIREN – Service nature, espace et paysage | M. Papacotsia |
| DIREN – Correspondante Développement Durable | M ^{me} Ortis |
| DRAF – SERFOB | M. Carreau |
| DRIRE | M. Lafarice |
| EDF | M. Gorce |
| Espace Info Énergie – PACT CESAHA des Landes | M ^{elle} Labat |
| FD CUMA | Emilie Castang |
| FIBA | M. Latour/M. Lesbats |
| SIVU des chênaies de l'Adour | M. Carrincazeaux |
| ONF Mont-de-Marsan | Mme Pastuszka/M. Reteau |
| Pays Landes Adour Océanes - Directeur | M. Arrondeau |
| PNR Landes de Gascogne – Chargé de mission MDE/EnR | M. Laloup |
| SEOSSE ECO Transformation | P. Mouyen |
| SICTOM du Marsan | M. Vieussan |
| SIETOM de Chalosses | M. Batby |
| SITCOM Côte Sud des Landes | M. Toullec |
| SIVOM des Cantons du Pays de Born | M. Brun |
| Syndicat d'Élimination des Déchets de la Haute Lande | M ^{me} Hauciarce |