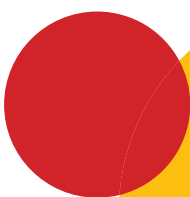




LE BAROMÈTRE 2010 DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Observ'ER



Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER avec le soutien financier de l'Ademe.



Directeur de la publication : Alain Liébard
Rédacteur en chef : Yves-Bruno Civel
Responsable des études : Diane Lescot
Rédacteurs : Nolwenn Le Jannic, Thomas Petitjean, Charlotte Rigaud,
Juliette Talpin sous la direction de Frédéric Tuillé, adjoint au responsable des études
Responsable des produits éditoriaux : Isabelle Roque
Rédactrice en chef adjointe : Laurence Augereau
Secrétaire de rédaction : Marie Selva-Roudon
Assistante d'édition : Carole Fossati
Conception graphique et réalisation : Lucie Sauget/Pop Agency

AVANT-PROPOS	2
---------------------	----------

FILIÈRE ÉOLIENNE	3
-------------------------	----------

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE	13
-------------------------------	-----------

FILIÈRE HYDRAULIQUE	22
----------------------------	-----------

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE	32
--------------------------------	-----------

FILIÈRE BIOGAZ	39
-----------------------	-----------

FILIÈRE INCINÉRATION DES DÉCHETS	46
---	-----------

FILIÈRE GÉOTHERMIE	51
---------------------------	-----------

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES	55
---------------------------------	-----------

FILIÈRE HÉLIOTHERMODYNAMIQUE	61
-------------------------------------	-----------

PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE	66
---	-----------

OBSERVATOIRES RÉGIONAUX	72
--------------------------------	-----------

SOURCES	74
----------------	-----------

SOMMAIRE

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

Depuis plus de dix ans, Observ'ER est le leader du projet européen EurObserv'ER, un baromètre qui suit au plus près l'actualité énergétique et économique de toutes les filières renouvelables dans chacun des pays de l'Union européenne.

C'est sur la base de ce savoir-faire qu'Observ'ER présente pour la première fois un baromètre entièrement consacré aux filières renouvelables électriques en France. À l'image de son modèle européen, l'ambition de ce travail est de réunir en un seul outil un ensemble d'indicateurs énergétiques et d'agrégats socio-économiques et industriels qui, regroupés et analysés, présentent une photographie hexagonale précise de toutes les filières.

Chaque filière traitée est présentée sous la forme d'une fiche synthétique. On y retrouve les énergies renouvelables électriques les plus développées comme l'éolien, le photovoltaïque, l'hydraulique, la biomasse solide, le biogaz et l'incinération de déchets, mais également les secteurs en devenir comme la géothermie, l'héliothermodynamie et les énergies marines.

Une attention toute particulière a été portée à la dimension territoriale en produisant, chaque fois que cela était possible, un détail régional de l'état des filières suivies. Ce baromètre est exclusivement disponible en format électronique. Il est téléchargeable sur les sites d'Observ'ER et de l'Ademe. ●

Note méthodologique

Pour les indicateurs énergétiques de puissances installées ou en attente de raccordement, ce baromètre s'est appuyé sur les données du SOeS (Service de l'observation et des statistiques), de ERDF (Électricité réseau distribution France pour la partie continentale) et EDF SEI (EDF Systèmes énergétiques insulaires). Pour les données de production d'électricité, seuls les chiffres du SOeS ont été utilisés.

Les indicateurs socio-économiques d'emploi et de chiffre d'affaires sont issus de l'étude annuelle réalisée par l'Ademe, "Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables".

Pour les filières éolien et photovoltaïque, des résultats de collectes mises en place par Observ'ER, publiés respectivement dans "l'Atlas de l'éolien 2010" (cf. Le Journal de l'Éolien n° 7) et dans "l'Atlas du photovoltaïque 2010" (cf. Le Journal du Photovoltaïque n° 4) ont été utilisés.

L'ensemble des sources utilisées est détaillé à la fin de ce baromètre.

2

AVANT-PROPOS

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France



CHIFFRES CLÉS

5 007 MW

Puissance installée fin juin 2010

7 891 GWh

Production électrique en 2009

11,1 %

Part de l'éolien dans la production électrique renouvelable française en 2009

11 500 MW

(dont 1 000 MW en mer)

Objectif de capacités installées en 2012

25 000 MW

(dont 6 000 MW en mer)

Objectif de capacités installées en 2020

9 585 emplois

dans la filière en 2009

2,8 milliards d'euros

Chiffre d'affaires dans la filière en 2009

Avec près de 10 000 MW de nouvelles capacités installées dans l'Union européenne en 2009, l'éolien est devenu la filière de production d'électricité la plus active en Europe. Pour la France, les enjeux du secteur sont à la hauteur de son développement car au défi énergétique se greffe un défi économique : créer des emplois en France. La filière éolienne est celle qui devra porter l'essentiel de l'augmentation de la production d'électricité renouvelable à l'horizon 2020. Cependant, la tendance des derniers mois indique une baisse du rythme de son développement. Faut-il déjà craindre pour les objectifs 2020 ?

FILIÈRE ÉOLIENNE

Observ'ER

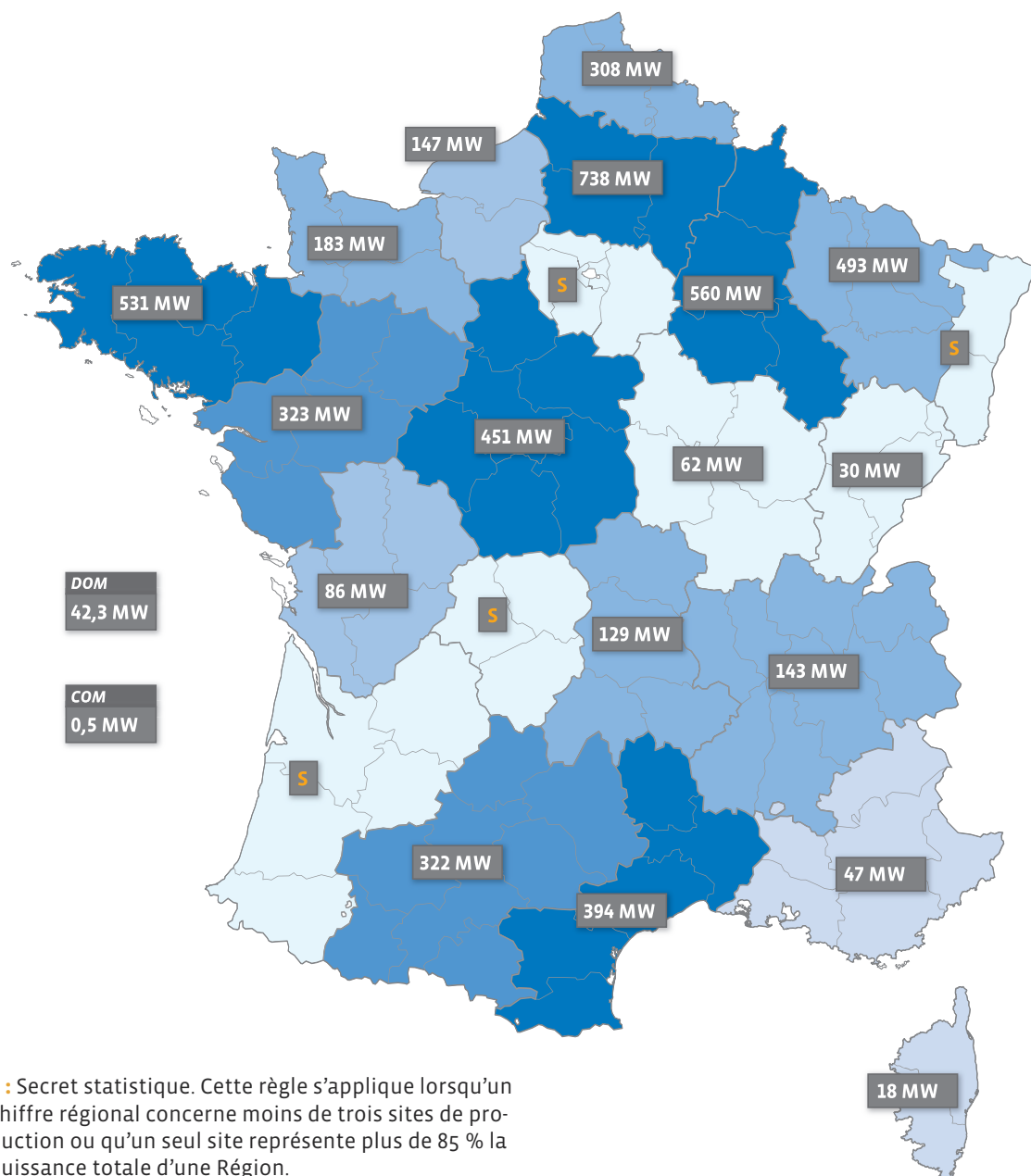
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE ÉOLIENNE

Carte n°1

Cartographie des puissances régionales en France (Chiffres juin 2010)

Sources : SOeS/EDF SEI



4

S : Secret statistique. Cette règle s'applique lorsqu'un chiffre régional concerne moins de trois sites de production ou qu'un seul site représente plus de 85 % la puissance totale d'une Région.

LE COMPTE À REBOURS DES 25 000 MW POUR 2020 A DÉJÀ COMMENCÉ

Fin 2009, la puissance totale éolienne installée sur le territoire français était de 4 530 MW. Ce chiffre place le pays au qua-

trième rang européen en talonnant l'Italie (4 850 MW), mais loin derrière les deux ténors que sont l'Espagne (19 149 MW) et

Observ'ER

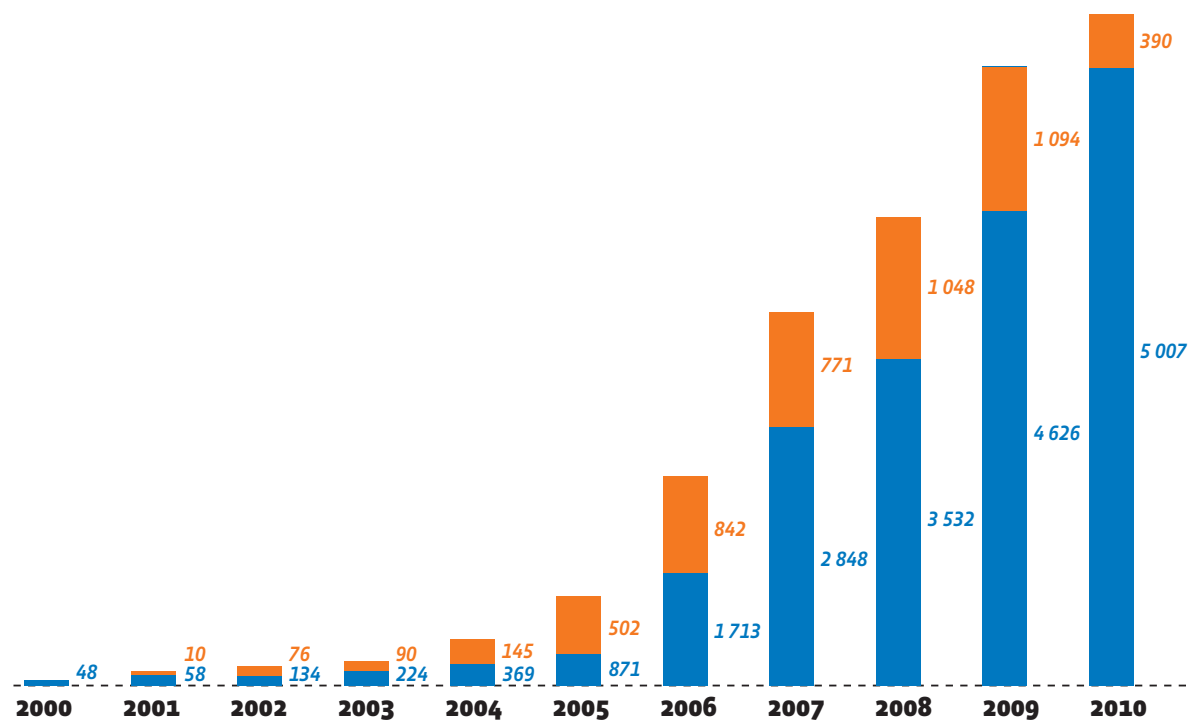
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE ÉOLIENNE

Graph. n°1

Évolution du parc éolien français

Source : SOeS



Métropole et DOM
(COM non inclus)

■ Puissance supplémentaire
■ Puissance cumulée

l'Allemagne (25 777 MW). La production de ce parc a été de 7 891 GWh. Depuis la fin de l'année 2009, la filière a continué de progresser pour atteindre 5 007 à fin juin 2010.

L'ÉOLIEN DANS LES RÉGIONS

Au niveau de la photographie régionale, la puissance éolienne installée dépasse les 100 MW dans 13 des 22 Régions métropolitaines. La première d'entre elles est la Picardie avec 738 MW. À l'inverse, des Régions sont quasiment vierges de tout projet. Ainsi, si l'Aquitaine et l'Île-de-France n'ont qu'un ou deux parcs, l'Alsace est la seule Région qui n'a actuellement aucun

site éolien. Dans l'ensemble, ces territoires ne profitent pas d'un gisement éolien naturel particulièrement généreux et, dans le cas de l'Alsace, la Région doit faire face à l'existence d'un tissu associatif anti-éolien virulent qui bloque le développement du moindre projet.

LA LOI GRENELLE II, DE NOUVELLES CONTRAINTES POUR L'ÉOLIEN

Globalement, l'année 2009 a été relativement moyenne en termes de progression de marché. 1 094 MW ont été installés, chif-

5

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE ÉOLIENNE

fre qui évolue peu par rapport à 2008. Plus inquiétant, la puissance supplémentaire installée au cours du premier semestre 2010 n'a été que de 390 MW contre 564 MW lors de la même période en 2009.

Cela s'explique essentiellement par l'instabilité du contexte national de développement de la filière au cours des 18 derniers mois. Le secteur se plaint depuis longtemps des lourdeurs administratives qui pèsent sur le développement de nouveaux sites. L'atmosphère n'avait pas été apaisée en 2009 avec l'annonce de la possible entrée des sites éoliens dans le champ des installations classées pour l'environnement (ICPE).

La loi Grenelle II, avec son volet sur les énergies renouvelables, était très attendue, notamment pour simplifier les procédures. Loin de rassurer les acteurs, le texte voté en mai 2010 a plutôt ajouté de nouvelles contraintes au secteur :

- les sites sont désormais soumis à un classement ICPE ;
- les zones de développement éolien (ZDE) devront être mises en place dans les territoires désignés par les schémas régionaux climat, air, énergie. La création de ces schémas sera pilotée par les Régions ou les préfets ;
- tout nouveau site devra désormais comporter au minimum 5 mâts (comprendre 5 éoliennes) ;
- une distance de 500 mètres devra être assurée entre les éoliennes et "toutes zones destinées à l'habitation".

Les acteurs craignent que ces nouvelles dispositions viennent alourdir un peu plus les procédures actuelles. Les délais et la complexité du montage des projets seront accrus et le risque de contentieux multi-

plié : aux recours contre les ZDE et les permis de construire s'ajouteront désormais ceux contre les autorisations ICPE.

On peut noter que la disposition sur le seuil minimal de 5 éoliennes pour constituer un parc bloquerait une bonne part des projets en attente de raccordement (plus de 60 % dans certains départements).

Face à cela, le fait que le ministère de l'Écologie s'engage dans la loi à faire un bilan de ces mesures dans trois ans, avec un objectif de référence d'un minimum de 500 éoliennes construites par an (soit environ 1 300 MW par an), ne semble pas peser lourd pour apaiser la filière.

LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DU MONTAGE D'UN PROJET ÉOLIEN

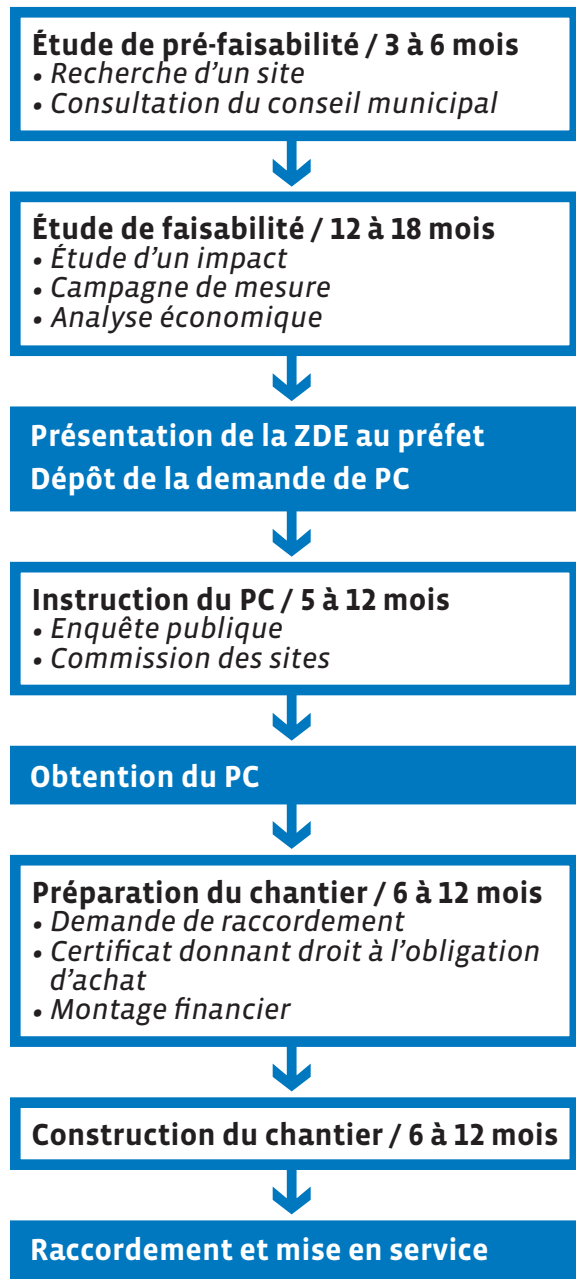
Le schéma page suivante décrit le phasage des différentes étapes d'un projet dans le contexte administratif d'avant la loi de Grenelle II (donc sans l'autorisation ICPE et les schémas régionaux climat, air et énergie). L'ensemble des procédures prend entre 32 et 60 mois dans le cas d'une validation de la ZDE et de l'obtention du permis de construire. Sur ce sujet, une étude européenne, Wind Barriers, a analysé les délais moyens nécessaires pour l'obtention d'un permis de construire éolien dans les différents pays de l'Union européenne en 2009. Les résultats sont très contrastés avec un écart de 8,3 mois (Finlande) à 58 mois (Portugal). La France se situe au-dessous de la moyenne européenne concernant la durée : 29,6 mois contre 42 en moyenne en Europe) mais affiche un nombre moyen d'instances ou d'autorités intervenant dans le processus supérieur à ce qui est observé globalement par ailleurs (36 instances contre 18 pour l'Union européenne).

FILIÈRE ÉOLIENNE

Graph. n°2

Les différentes étapes du montage d'un projet éolien

Sources : Amorce/Ademe



4 243 MW EN FILE D'ATTENTE POUR ÊTRE RACCORDÉ

ERDF publie trimestriellement l'état des files d'attente de raccordement. Cet indica-

Observ'ER

Le Baromètre 2010 des énergies renouvelables électriques en France

teur est très intéressant car il permet d'obtenir une image très fiable de la puissance accordée mais non construite dans chaque Région. À fin juin 2010, le relevé de l'organisme faisait état de 4 314 MW pour 461 projets. Ce chiffre correspond aux autorisations qui sont délivrées et qui font l'objet d'une demande auprès d'ERDF de proposition technique et financière pour le raccordement au réseau électrique. Ce chiffre ne prend pas en compte les recours qui peuvent être exercés par des tiers contre le développement de projet ayant reçu ses autorisations de construction et de raccordement.

Tabl. n°1

Puissances éoliennes en attente de raccordement

Source : ERDF

Grandes Régions ERDF	Puissance en MW
Manche / Mer du Nord	1 516,8
Est	837,6
Ouest	665,4
Auvergne / Centre / Limousin	463,8
Méditerranée	344,6
Rhône-Alpes / Bourgogne	321,7
Sud-Ouest	164,5
Île-de-France	0
Total	4 314,4

SUIVI DES PERMIS DE CONSTRUIRE ET DES ZDE

Un suivi spécifique mis en place par Observ'ER en 2010 a identifié 272 permis de construire acceptés à fin mai 2010 pour les acteurs de la filière française (268 en métropole et 4 dans les Dom et Com). Ce recense-



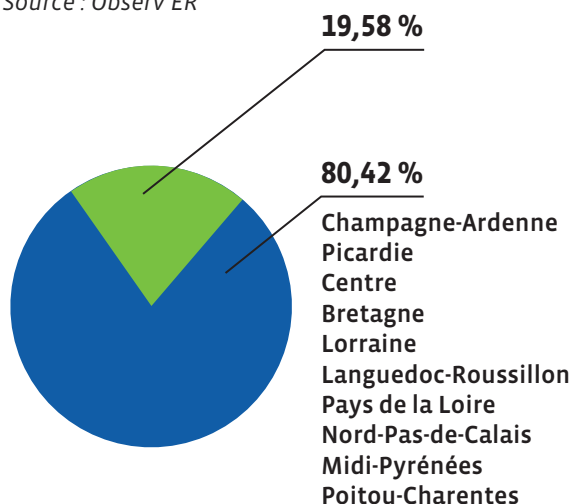
FILIÈRE ÉOLIENNE

ment permet de faire quelques calculs de projection qui, à l'horizon 2012, montreraient que le classement des Régions pourrait se modifier. En effet, à cette date, la Champagne-Ardenne prendrait la tête du classement français si tous les permis accordés se concrétisaient. La Région disposerait d'une capacité de 1 200 MW, devant la Picardie (1 020,85 MW), le Centre, la Bretagne et la Lorraine. À l'horizon 2012, les dix premières Régions réaliseront 80,5 % de la puissance totale contre 84 % actuellement.

Graph. n°3

TOP 10 des Régions à horizon 2012

Source : Observ'ER



La carte en page suivante détaille les ZDE validées actuellement sur le territoire ainsi que les projets qui ont fait l'objet d'une acceptation de leur permis de construire.

MOTIF DE REFUS DE PERMIS

En moyenne, on a observé en 2009 un rapport de 2 permis de construire refusés pour 5 acceptés. Parmi les causes les plus fréquemment citées pour justifier un refus de permis de construire, on retrouve la notion "d'impact paysager" qui peut paraître subjective, mais qui est une réalité pour les acteurs. Cela peut se traduire par une asso-

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

ciation locale qui accuse le site éolien de défigurer un panorama ou la décision qu'une ferme éolienne est incompatible sur le plan esthétique avec la présence d'un bâtiment classé dans le même périmètre. Enfin, il y a l'argument de la proximité avec une zone aéronautique ou avec des radars de météo France.

L'ENJEU DE L'ÉOLIEN EN MER

La programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (PPI) a fixé les jalons à venir de la croissance de la filière : 11 500 MW (10 500 MW terrestres et 1 000 MW en mer) à fin 2012 et 25 000 MW (19 000 MW terrestres et 6 000 MW en mer) à fin 2020. Les objectifs de 2012 semblent déjà hors d'atteinte. Cependant, le véritable point d'horizon national se situe bien sur le seuil à atteindre d'ici à 2020 et sur la participation des sites offshore.

L'éolien en mer est un enjeu important pour le secteur français qui, jusqu'à présent, ne compte aucun site. Le tarif d'achat pour ces types de projets n'est pas suffisamment élevé pour permettre leur développement. Pour débloquer la situation, le ministère de l'Environnement s'apprête à

Tabl. n°2

Tarif d'achat éolien en c€/kWh

Source : DGEC

Éolien terrestre	
Années 1 à 10	8,2
Années 11 à 15	2,8 à 8,2

Éolien en mer	
Années 1 à 10	13
Années 11 à 20	3 à 13

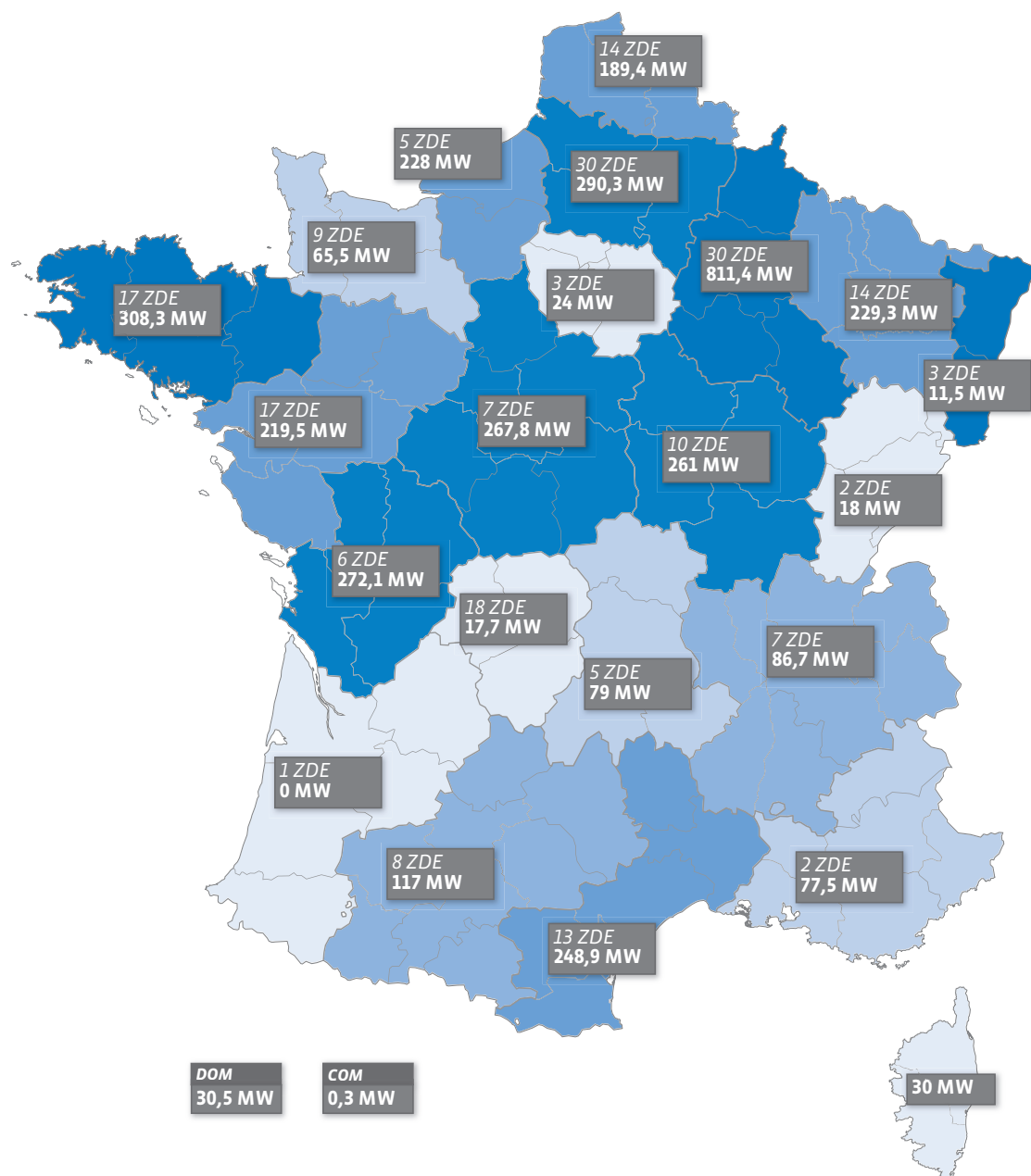


FILIÈRE ÉOLIENNE

Carte n°2

Cartographie ZDE et projets

Source : Observ'ER



lancer une série d'appels d'offres visant à construire 3 000 MW de capacité de production d'électricité éolienne dans une dizaine de zones maritimes identifiées comme favorables. La première tranche concernera l'installation de 600 éoliennes au large

des côtes françaises, un programme qui représenterait 10 milliards d'euros d'investissement.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France



FILIÈRE ÉOLIENNE

Tabl. n°3

Structuration de la filière éolienne française

Source : Observ'ER 2010

AMONT						AVAL
Fournisseurs	Fabricants	Développeurs	Maîtres d'ouvrage	B.E. techniques et environnementales	Maîtres d'œuvre	Exploitants
≈ 25	≈ 20	≈ 80	≈ 55	≈ 75	≈ 50	≈ 70

Tabl. n°4

Nombre d'emplois directs dans le secteur éolien en France

Source : Ademe 2010

	2007(e)	2008(e)	2009(e)	2010(e)
Fabrication, assemblage, montage des projets	6 095	7 040	8 670	10 610
Distribution, installation, exploitation des sites	490	710	915	1 190
Total	6 585	7 750	9 585	11 800

(e) : estimé

Tabl. n°5

Chiffre d'affaires du secteur

Source : Ademe 2010

	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Fabrication des équipements	1 475	1 650	1 846	2 210
Études et installation	196	363	506	686
Total	1 671	2 013	2 352	2 896

(e) : estimé

10

LA FRANCE RATTRAPE SON RETARD INDUSTRIEL

L'industrie éolienne française continue son développement malgré un envol tardif. Le tissu industriel est composé d'un ensemble d'environ 150 acteurs, TPE comme grands groupes, issus de secteurs d'activité variés (métallurgie, aéronautique, chantiers navals, exploitants pétroliers en mer) et qui possèdent des savoir-faire parfaitement transposables au domaine de l'éo-

lien. Au niveau de l'activité de construction des éoliennes, la France est entrée dans le secteur à travers les rachats respectifs par Alstom et Areva des entreprises Ecotècna et Multibrid. Ces noms venant s'ajouter à celui de Vergnet, acteur national historique de la filière.

Pour 2009, on estime à près de 9 600 le nombre d'équivalents emplois directs temps

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE ÉOLIENNE

plein dans la filière en France pour un chiffre d'affaires de plus de 2,8 milliards d'euros. Pour 2010, les estimations font état de 11 800 emplois et 3,6 milliards d'activités. La France a donc su profiter du dynamisme de la filière pour créer de l'emploi et de la valeur ajoutée. Selon une étude commandée par l'Ademe et de SER-FEE, l'atteinte des objectifs du Grenelle de l'environnement se traduira, si une dynamique industrielle collective se met en place avec le soutien des pouvoirs publics, par la création d'environ 50 000 emplois et représenterait un investissement cumulé de 20 à 30 milliards d'euros.

ENERCON, NORDEX, VESTAS ET REPOWER : 70 % DES MACHINES INSTALLÉES EN FRANCE

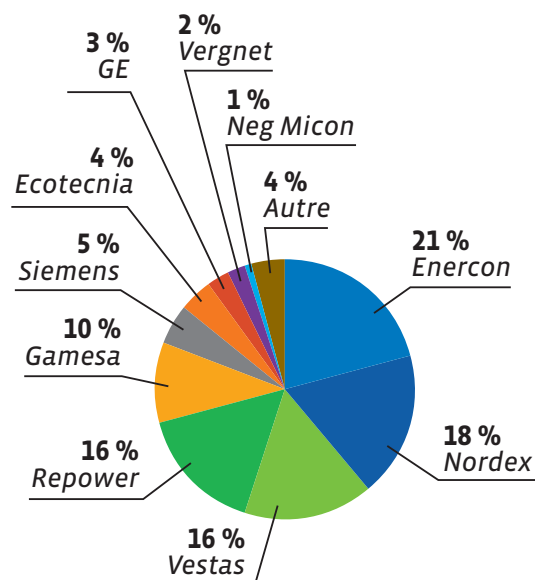
Le pointage des machines installées à fin mai 2010 montre que quatre constructeurs occupent plus de 70 % du marché français. Sur la base du travail d'enquête mené par Observ'ER sur les projets en cours, le classement des firmes sera appelé à changer. À l'horizon 2012, Repower devrait occuper la deuxième place derrière Enercon. Il est à noter que la part des quatre premières entreprises diminuerait, passant alors de 70 % en 2010 à 63 % en 2012.

Le niveau très relevé de la concurrence internationale en matière de fabrication d'éolienne ne permet pas aux acteurs français d'avoir les outils pour lutter sur le même terrain que les géants danois, allemands ou espagnols. Pour trouver des zones de développement, ils se sont plutôt orientés vers des marchés plus spécifiques. Ainsi Vergnet, spécialisé dans les machines rabattables au sol pour zones cycloniques s'est surtout développée dans les DOM. Depuis quelques années, l'entreprise s'est tournée vers les marchés africains et a rem-

Graph. n°4

Panorama des machines installées en mai 2010

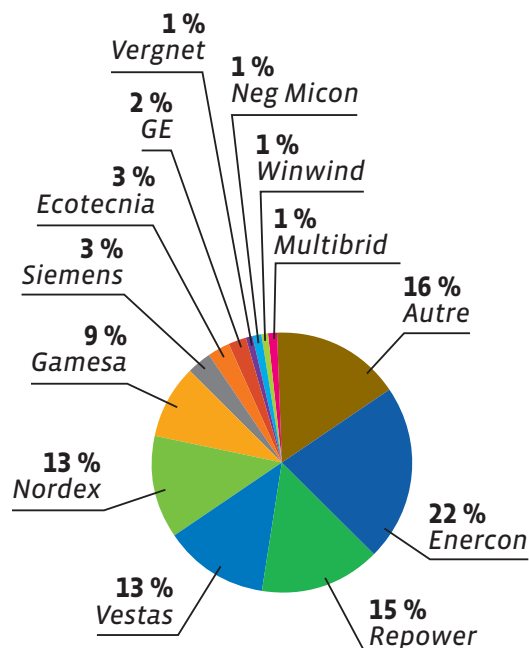
Source : Observ'ER 2010



Graph. n°5

Panorama des machines installées en mai 2012

Source : Observ'ER



FILIÈRE ÉOLIENNE

porté en janvier 2010 un appel d'offres international pour l'équipement d'un parc éolien de 10 MW en Algérie.

Alstom et sa filiale Ecotècna, tout en restant des acteurs actifs sur le marché espagnol, se sont également tournés vers l'Afrique du Nord et ont remporté un premier contrat sur le marché marocain pour 61 machines qui devront être installées en 2011. Quant à Areva, il s'est spécialisé dans l'offshore à travers le rachat de Multibrid. La principale réalisation est l'équipement du site d'Alpha Ventus, premier site éolien en mer allemand inauguré en avril 2010.

ÉOLIENNES FLOTTANTES ET PALES À SIGNATURE RÉDUITE COMME PRINCIPAUX THÈMES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Depuis plusieurs années, l'un des principaux thèmes de recherche et développement dans le domaine de l'éolien est celui des éoliennes flottantes. Parmi les principales actions, on peut citer le projet WIN-FLO. Il a pour objectif de concevoir un système complet d'éoliennes offshore

flottantes, dont la mise en production et la commercialisation pourraient déboucher sur la création de 5 000 emplois en France. Ce projet, qui associe entreprises et centres de recherche et profite du réseau du Pôle Mer Bretagne, vise la mise sur le marché des premiers produits en 2013.

Autre projet important sur ce thème, celui dirigé par la société lilloise Nenuphar. Caractéristique principale des futures éoliennes de ce programme : elle sont montées sur un axe vertical. Le projet a été labellisé par le Pôle Mer PACA et la commercialisation de ses résultats est prévue pour 2011.

L'éolien offshore n'est pas le seul thème qui intéresse les projets de R&D. Pour lutter contre les perturbations des éoliennes causées aux radars, la création de pales à signature réduite est étudiée. Déjà expérimenté par Vestas sur certaines de ses machines, ce type d'équipements est au centre de travaux financés par l'Ademe, menés par l'Onera (Office national d'études et de recherches aérospatiales) et associé aux industriels Plastinov et EADS Astrium. ●



CHIFFRES CLÉS

511 MWc

Puissance installée à fin juin 2010

217 MWc

*Puissance nouvellement installée
au cours de 2009*

212 GWh

Production d'électricité en 2009

1 100 MWc

Objectif à fin 2012

5 400 MWc

Objectif à fin 2020

8 625 emplois directs

dans la filière en 2009

1,4 milliard d'euros

Chiffre d'affaires en 2009

En France, la filière photovoltaïque représente moins de 1 % de la production électrique nationale, mais ses potentialités, aussi bien énergétiques qu'économiques, sont fortes. Sur le plan énergétique, le pays s'est fixé un objectif de 5 400 MWc installés à fin 2020. Cela permettra à la France de se rapprocher de pays voisins tels que l'Allemagne qui montre la voie à suivre.

13

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

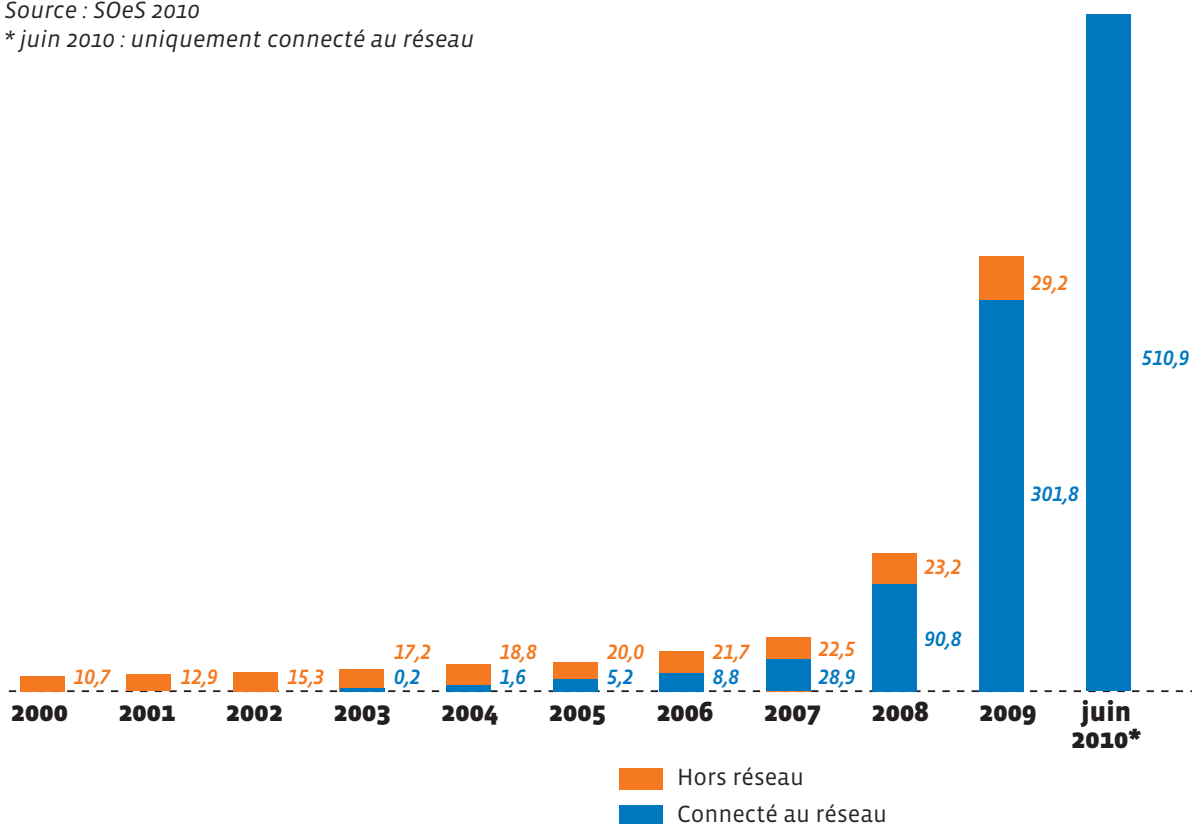
FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Graph. n°1

Puissance totale cumulée installée en France en MWc (Métropole + Dom)

Source : SOeS 2010

* juin 2010 : uniquement connecté au réseau



LA FRANCE RATTRAPE SON RETARD

Avant 2006, le photovoltaïque en France se limitait principalement aux applications professionnelles hors réseau électrique. Le marché annuel ne dépassait pas les 5 MWc et la filière n'était pas identifiée par les consommateurs comme une solution énergétique pertinente pour eux. Avec l'arrivée de tarifs d'achat incitatifs et la mise en place d'un crédit d'impôt de 50 % sur le prix des équipements, le secteur a connu un décollage rapide de son marché. Les installations de panneaux ont commencé à prendre une nouvelle dynamique en 2007 pour croître ensuite de manière quasi exponentielle. En 2009, le secteur a atteint une puissance cumulée de 331 MWc instal-

lés (250,3 MWc en métropole et 80,7 MWc dans les DOM). À la fin du 1^{er} semestre 2010, le parc national (uniquement relatif aux installations connectées au réseau) était évalué à 510,9 MWc. La France compte alors 82 629 installations photovoltaïques réparties en quatre secteurs d'applications distincts :

- les applications pour résidences individuelles (≤ 3 kWc). En métropole, ce segment représente 91 % du nombre des installations totales pour 44 % de la puissance.
- Le segment des bâtiments collectifs et agricoles (de 3 à 120 kWc), environ 8 % du

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

parc métropolitain en nombre et 28 % de la puissance¹.

- Le segment des bâtiments tertiaires et industriels (de 120 à 250 kWc), environ 0,5 % du parc métropolitain, a mis 10 % de sa puissance.
- Le segment des centrales au sol (+ de 250 kWc). Une cinquantaine sont dénombrées en France actuellement comptant pour 20 % de la puissance métropolitaine.

Pour ce dernier type de sites, un appel d'offres de 300 MWc a été lancé en avril 2009, avec pour objectif la concrétisation d'une des ambitions du Grenelle : doter chaque Région française d'une centrale solaire.

La progression récente du photovoltaïque en France n'est pas surprenante au vu du potentiel d'ensoleillement du pays. La France lance son marché et rattrape le retard pris sur ses voisins allemands ou espagnols (respectivement 9,8 GWc et 3,5 GWc de puissance installée fin 2009).

Pour la période de janvier à juin 2010, le secteur a encore progressé de 209 MWc. Ces résultats laissent à penser que le pays va atteindre ses objectifs plus rapidement que prévu. Cette bonne nouvelle est pourtant accueillie avec scepticisme par certains acteurs. Va-t-on chercher à dépasser les objectifs de 2012 et 2020 qui ne seront alors que des points de passage pour développer plus avant le secteur ou le gouvernement va-t-il freiner la croissance du photovoltaïque considérant que les efforts principaux ont été faits ?

2010, L'ANNÉE DE LA NOUVELLE DONNE

Le premier ingrédient nécessaire au développement d'un secteur réside dans la stabilité de son contexte et la visibilité qu'elle apporte. À cet égard, 2010 n'a pas été une

année de référence. Craignant l'apparition de pratiques abusives autour des tarifs d'achat alors en vigueur, le gouvernement a annoncé en fin d'année 2009 une révision des tarifs d'achat pour le début de l'année suivante. Cette annonce a engendré une course au dépôt de projets de la part des développeurs souhaitant bénéficier des anciens tarifs avant leur modification.

L'officialisation des nouveaux tarifs d'achat s'est finalement faite en mars 2010, et s'est accompagnée d'un effet rétroactif pour les installations mises en service après le 15 janvier 2010.

Une nouvelle révision à la baisse des tarifs d'achat est intervenue au mois d'août 2010 avec effet au 1^{er} septembre 2010. Une baisse de 12 % en moyenne justifiée par la forte décroissance des marchés des prix des matériels photovoltaïques.

Si les acteurs de la filière ont bien compris les raisons de ces modifications des conditions d'achat de l'électricité, ils ont tous fermement dénoncé la forme de la réforme : des actions réalisées sans concertation qui ont jeté le trouble sur le marché. La réduction intervenue en septembre dernier et applicable dès le 1^{er} octobre de 50 à 25 % du crédit d'impôt pour les particuliers en est un nouvel exemple. En 2011, ce taux de 25 % sera réduit de 10 % pour passer à 23 %. Cette mesure, répondant à une volonté plus générale du gouvernement de réduction des niches fiscales, a touché le secteur des applications. Ce secteur jusque-là épargné par les remaniements des tarifs d'achat représente environ la moitié du marché français.

¹. *Observ'ER a publié un atlas départemental des sites photovoltaïques de 100 kWc et plus dans Le Journal du Photovoltaïque n° 4.*



FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Ces nombreux ajustements sur les politiques de soutien à la filière photovoltaïque pourraient avoir des conséquences importantes. Un ralentissement brutal des commandes peut être envisagé, annonçant une fin d'année 2010 morose.

LES NOUVEAUX TARIFS D'ACHAT

Les nouveaux tarifs de la filière, en vigueur à partir du 1^{er} septembre 2010, sont présentés dans l'encadré suivant. Les tarifs d'achat valables pour les huit premiers mois de 2010 sont aussi présentés. Le système français conserve sa spécificité qui est de favoriser l'intégration au bâti.

Le programme européen PV Legal s'est penché sur la part dans les coûts de production moyen du kWh en Europe qui était engendrée par les délais administratifs de développement des sites de production.

Les résultats de l'étude pour la France mettent en avant le coût important des démarches administratives. Elles représenteraient ainsi près de 19 % du coût total d'un projet photovoltaïque dans le cas d'installations de petite taille (en moyenne 3 kWc), et 13 % pour les projets de taille moyenne (130 kWc). Autant d'effets qui se répercutent en définitive sur le tarif d'achat de la filière.

En 2009, la production d'électricité photovoltaïque a été de 215 GWh. Les principales Régions sont Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et Pays de la Loire qui représentent à elles trois plus de 53 % de la production des 22 Régions métropolitaines.

Il faut rappeler que, en plus du crédit d'impôt et du tarif d'achat, un peu plus de la moitié des Régions proposent des aides financières aux particuliers et/ou aux installations collectives. Cela est un moyen de

Tabl. n°1

Tarifs d'achat français

Source : DGEC

Tarifs		Jusqu'au 30 août 2010 Arrêté du 12 janvier 2010 C€/kWh	À partir du 1 ^{er} sept. 2010 C€/kWh
Intégré au bâti	Résidentiel < 3 kWc	58	58
	Résidentiel > 3 kWc	58	51
	Enseignement et santé	58	51
	Autres	50	44
Intégration simplifiée	Tout bâtiment	42	37
Centrale au sol	Nord de la France	37,68	33,12
	Sud de la France	31,4	27,6
	DOM	40	35,2

Observ'ER

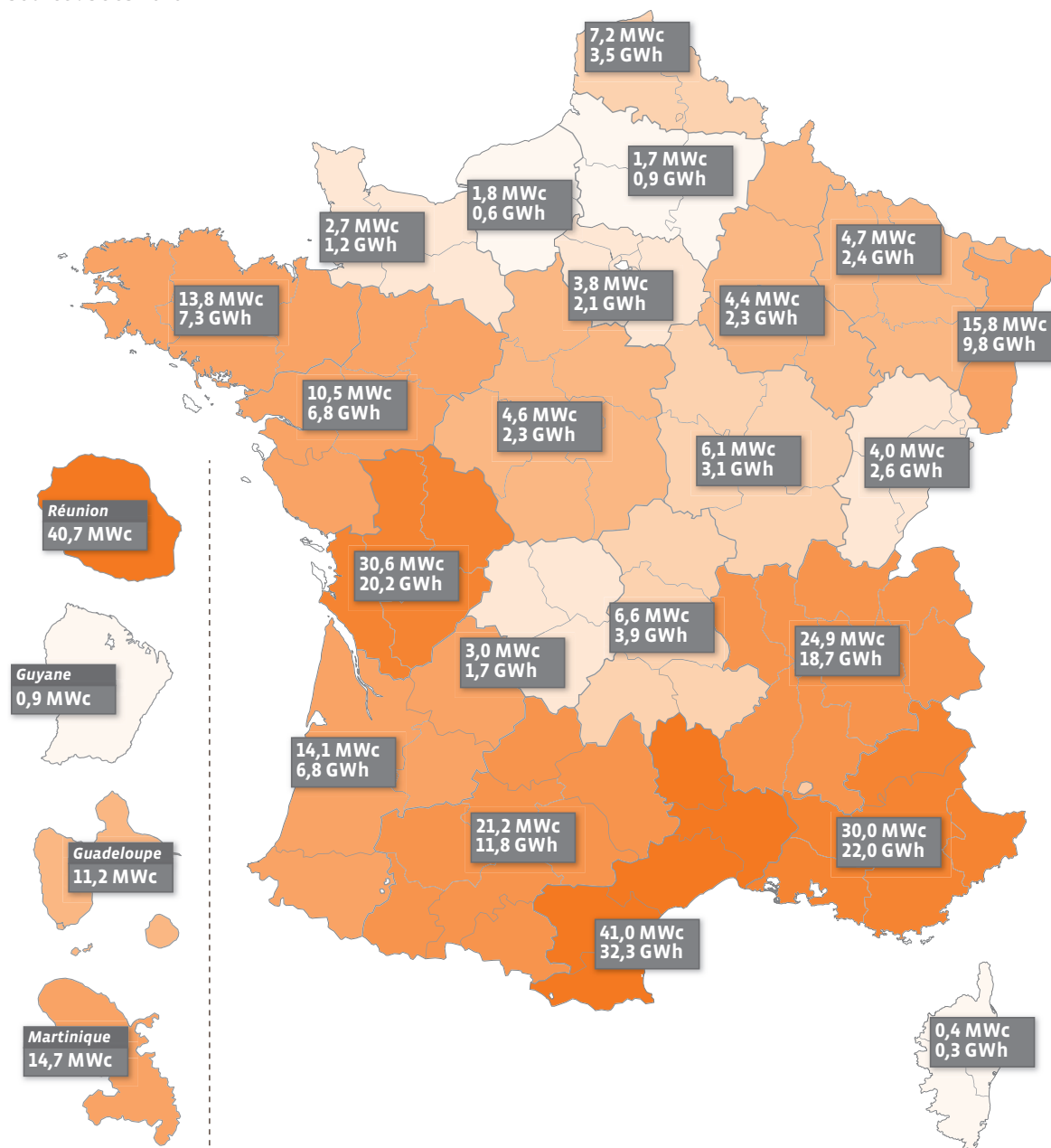
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Carte n°1

Cartographie du photovoltaïque en France en 2009.

Source : SOeS 2010



mieux promouvoir une filière dans des territoires où la Région veut aider au développement d'un tissu industriel ou économique existant. On peut citer l'Île-de-France qui commence à voir son parc photovoltaïque s'étoffer alors que cette Région, mal-

gré son potentiel (au regard du nombre de toits et de son pouvoir d'achat), a toujours été en fin de classement.

Observ'ER

Le Baromètre 2010 des énergies renouvelables électriques en France



FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

PRÈS DE 3 GWC DE PUISSANCE EN ATTENTE DE RACCORDEMENT

Le relevé trimestriel de ERDF (Électricité Réseau Distribution France) fait état de 2 953,3 MWC de puissance photovoltaïque en attente de raccordement à la date du 30 juin 2010. Il est difficile d'analyser ce chiffre, la fin de l'année 2009 s'étant illustrée par des dépôts de dossiers qui ne se réaliseront jamais. L'étude de PV Legal estime ainsi à 24 semaines le délai d'attente moyen en France pour les installations de

petite taille (3 kWc), 28 pour les installations de taille moyenne. Dans le cas d'installation de grande taille (5 MWC), ce délai passe à 143 semaines.

UNE INDUSTRIE FRANÇAISE ACTIVE MAIS QUI CHERCHE SA PLACE SUR UN MARCHÉ MONDIAL

Ce schéma illustre la chaîne de valeur de l'industrie du photovoltaïque en France. Des sites de production de cellules ou modules aux installateurs en passant par les bureaux d'études ou les entreprises de génie civil, la mosaïque est large.

Pour la technologie silicium cristallin, seul l'historique Photowatt (fondé en 1979 et aujourd'hui filiale du groupe canadien ATS) peut être considéré comme un producteur intégré. La société produit des lingots de silicium qu'elle découpe en plaquettes (wafers) pour réaliser ensuite ses propres cellules qui seront encapsulées en modules. Les autres entreprises présentes sur cette technologie réalisent seulement des modules en encapsulant des cellules venant de l'étranger.

Sur la technologie couche mince amorphe, on trouve Free Energy Europe (basé à Lens) qui a également une approche intégrée en produisant ses propres cellules puis modules. Sur les autres technologies

Tabl. n°2

File d'attente Demande de raccordement photovoltaïque à fin juin 2010

Sources : EDF SEI/ERDF

	Nb	MWc
IDF	3 542	27
Manche / Mer du Nord	7 638	165
Est	5 107	145
Rhône-Alpes / Bourgogne	15 297	328
Méditerranée	9 103	852
Sud-Ouest	10 499	811
Ouest	11 685	325
Auvergne / Centre / Limousin	5 557	300
Corse	885	227
DOM-COM	3 861	625

Tabl. n°3

Structuration de la filière photovoltaïque

Source : Observ'ER

AMONT					Ensembleurs	AVAL			
Silicium	Wafers	Cellules	Modules	Périphériques		Bureaux d'études	Installations	Exploitations	
2	2	2	≈ 20	≈ 65	≈ 22	≈ 32	≈ 6 000	≈ 20	

Observ'ER

Le Baromètre 2010 des énergies renouvelables électriques en France

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Tabl. n°4

Nombre d'emplois directs dans le secteur

Source : Ademe 2010

	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Fabrication des équipements	1 240	1 970	4 620	8 475
Études et installations	0	0	30	150
Total	1 240	1 970	4 650	8 625

(e) : estimé

Tabl. n°5

Chiffre d'affaires du secteur

Source : Ademe 2010

	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Fabrication des équipements	171	281	623	1 299
Études et installations	5	7	27	79
Total	176	288	650	1 378

(e) : estimé

couche mince, le site bordelais de l'Américain Firstsolar sera le prochain acteur qui maîtrisera complètement la production de ses cellules basées sur le Tellure de cadmium (CdTe). À juin 2010, la capacité française totale de production de modules atteignait les 574 MWc.

Selon l'étude Ademe, les emplois directs dans la filière en 2009 ont doublé par rapport à 2008, passant de 4 650 à 8 625. Concernant le chiffre d'affaires, on l'estime à 1,38 milliard d'euros pour 2009. Sur la question des emplois, le développement de la filière sur la dynamique actuelle permettrait la création de 15 000 emplois supplémentaires dès 2012. Ces emplois seraient pour partie liés à la mise en service de nouveaux projets industriels, aux métiers de

l'installation des équipements sur le territoire et aux activités d'ingénierie et d'exploitation des futurs sites.

QUELLE PLACE POUR L'INDUSTRIE FRANÇAISE DE DEMAIN ?

En Allemagne et au Japon, le maintien d'un système pérenne de soutien au marché et à la recherche a permis la création d'acteurs industriels d'envergure. En 2008, l'industrie photovoltaïque allemande employait 57 000 personnes pour un chiffre d'affaires de 9,5 milliards d'euros. Quelle place pour la France aujourd'hui et surtout demain dans ce paysage très

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

concurrentiel ? Le pays restera-t-il juste un marché final pour les industriels étrangers ou se donnera-t-il les moyens de jouer un rôle industriel ?

La France est aujourd'hui à un carrefour quant à son avenir industriel sur la filière. Le pays a bien des atouts en main (industrie, recherche, réseau d'installateurs, attentes des citoyens), mais des choix doivent être faits pour aller chercher une place plus prépondérante dans l'industrie du secteur.

La concurrence des matériels chinois, qui se font dans des conditions de coût du travail et de subventions publiques aux entreprises impossibles à reproduire en Europe, laisse peu de place aux acteurs français. Les tickets d'entrée sur les deux principales technologies utilisées aujourd'hui (silicium cristallin et les couches minces²) se chiffrent en centaines de millions d'euros pour développer des sites de production, ce qui réduit de fait les candidats. Pour sortir de cette situation, les efforts de R&D pourraient représenter la meilleure planche de salut. L'activité de la recherche française en matière d'énergie solaire est clairement l'un des points forts du pays. Elle s'articule

autour de pôles de compétitivité et de consortium au sein desquels se regroupent de nombreux acteurs institutionnels ou des entreprises : l'Ademe, l'INES, l'IRDEP, le CEA, le CNRS, Cap Énergie, Tennerdis, EDF EnR, Photowatt...

De manière générale, les efforts de recherche français sont orientés vers l'innovation technologique, avec deux idées précises : l'augmentation des performances des matériels et la réduction des coûts de production. Mais, derrière ces deux lignes directrices, deux stratégies pour l'avenir se distinguent.

La première est le dépôt de brevets pour se démarquer de l'offre asiatique la plus courante. L'objectif est de proposer une qualité de rendement, de finition et de fiabilité qui identifie un certain matériel français et lui ouvre, au moins au niveau national, des créneaux de marché. Cela concerne les modules, mais également tous les autres éléments de la chaîne photovoltaïque (les

². Dépôt de silicium amorphe (Sia), de Tellurure de cadmium (CdTe) ou de diséléniure de cuivre Indium (CIS) sur un substrat principalement de verre.

Qu'est-ce que le watt-crête ?

Le watt-crête (Wc ou Wp de l'anglais Watt-peak) est l'unité de mesure utilisée pour la filière photovoltaïque. Elle désigne la puissance maximale d'une installation pouvant être fournie dans des conditions standard d'utilisation :

- Un ensoleillement de 1 000 W/m².
- Une température des panneaux de 25 °C.
- Une répartition spectrale du rayonnement dit AM 1.5, correspondant au rayonnement solaire parvenant au sol après avoir traversé une atmosphère de masse 1 kg à 45 °C. Si la température est plus élevée que 25 °C, il faut compter une perte de rendement de 0,4 % par degré.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

onduleurs, les connectiques, etc.). La seconde stratégie est encore plus ambitieuse, miser sur la rupture technologique pour se placer d'ores et déjà sur les créneaux de demain. Cette posture est notamment celle d'Apollon Solar qui travaille à l'élaboration d'un nouveau procédé industriel d'encapsulation des cellules en modules (le procédé NICE).

Pour aider ces projets et faciliter le passage des laboratoires de recherche vers le mar-

ché, se sont créés des consortiums comme PV Alliance (filiale commune à EDF EnR, Photowatt International et le CEA) qui a pour objectif le développement puis la production de cellules photovoltaïques à haut rendement (silicium cristallin), *via* une ligne de production pilote, appelée Lab-Fab. Le but est de valider et qualifier les procédés ou technologies issus de la R&D et les roder avant le stade de la production industrielle. ●

CHIFFRES CLÉS

25 557 MW

Puissance installée fin 2009

61 644 GWh

Production d'électricité en 2009

87,1 %

Part dans la production électrique renouvelable française en 2009

+ 3 000 MW

Objectif à fin 2020

10 425 emplois

dans la filière fin 2009

3,12 milliards d'euros

Chiffre d'affaires dans la filière en 2009

Plus de 150 ans après ses premiers développements, l'hydroélectricité constitue la deuxième source de production électrique en France. L'exploitation de cette force motrice a eu un rôle important de développement économique pour le pays¹, elle a aujourd'hui une nouvelle action dans la lutte contre l'effet de serre. Cette filière, après avoir longtemps eu l'image d'un secteur qui n'évoluait plus, va être appelée à connaître une nouvelle dynamique de croissance : d'ici à 2020, 3 000 MW supplémentaires sont attendus pour une production électrique additionnelle de 3 TWh par an.

1. Au début des années 1960, plus de 50 % de l'électricité produite en France était d'origine hydraulique.

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Observ'ER

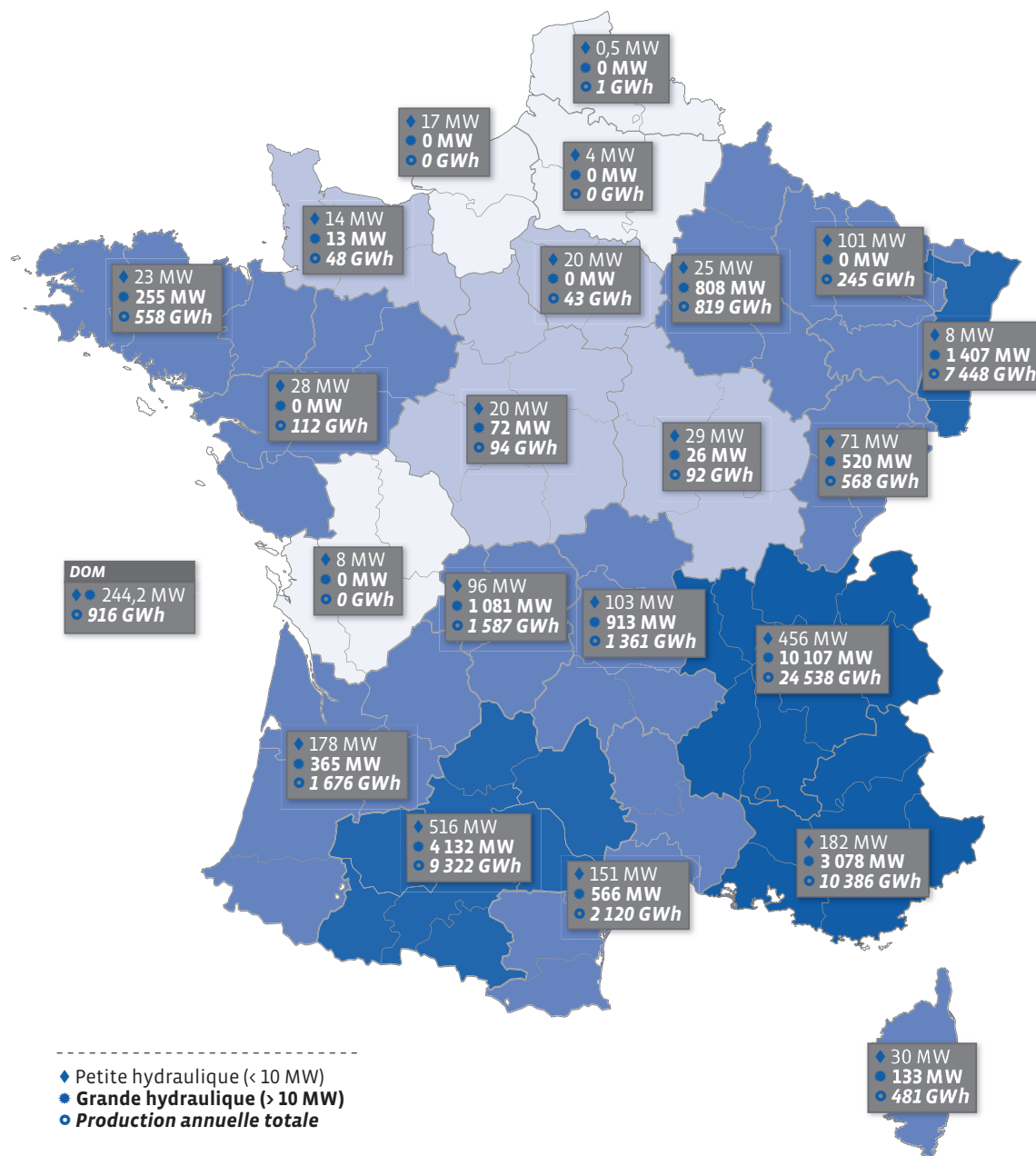
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Carte n°1

Cartographie de la puissance installée et de la production pour l'année 2009 par Région.

Source : SOeS 2010 (chiffres incluant le site de la Rance mais hors centrale de pompage)



23

- ◆ Petite hydraulique (< 10 MW)
- ◆ Grande hydraulique (> 10 MW)
- Production annuelle totale

UNE ÉNERGIE SOUPLE QUI SE DÉVELOPPE DANS UN CADRE RÉGLEMENTAIRE STRICT

S'il est bien une filière renouvelable pour laquelle le savoir-faire français est reconnu

à l'étranger, c'est l'hydroélectricité. Le pays a été l'un des berceaux européens de son développement industriel pour, aujourd'hui,

Observ'ER

Le Baromètre 2010 des énergies renouvelables électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Qui exploite quoi en France

En France c'est la loi de 1919 qui régit le droit de turbiner les cours d'eau. L'énergie issue de ce turbinage appartient à l'État qui la met à la disposition d'un exploitant. Deux régimes principaux régissent le droit de turbinage. Pour les installations dont la puissance ne dépasse pas 4,5 MW s'applique un régime dit "d'autorisation", pour les installations supérieures à 4,5 MW on parle de régime par "concession". Alors que l'autorisation est attribuée définitivement, la concession est généralement donnée pour une durée de 75 ans.

Chiffres 2008		EDF	GDF Suez	Autres	Total
Sous autorisation (de 0 à 4,5 MW)	Nombre	78	0	1 500	1 578
	Puissance totale (MW)	120	0	1 500	1 620
Sous concession (> 4,5 MW)	< 100 MW (nombre)	276	34	30	340
	> 100 MW (nombre)	46	13	0	59
	Total (nombre)	322	47	30	399
Total (MW)		20 000	3 700	100	23 800

Source : DGEC

être représenté par des acteurs leaders mondiaux, que ce soit pour la fabrication de turbines ou l'exploitation de sites.

Le territoire français compte 25 557 MW de puissance, mais celle-ci étant déterminée par l'hydrographie et le relief, les sites sont essentiellement localisés sur deux zones géographiques : les Alpes et les Pyrénées. Ainsi, les seules Régions Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes représentent plus de 58 % de la capacité totale du pays. En termes de production, le secteur a produit 61 644 GWh en 2009, ce qui représente 11,4 % de la production totale française et 87,1 % de la production électrique d'origine renouvelable.

Dans la filière hydraulique, il est de coutume de distinguer les installations en fonction de leur puissance. En la matière, c'est le seuil de 10 MW qui, en Europe, déli-

mite la petite de la grande hydraulique. Loin de s'exclure, ces deux catégories d'installation sont complémentaires à bien des égards. Si les grands barrages font l'essentiel de la production électrique de la filière qui sera distribuée par le réseau national de transport du courant, les petites centrales, très décentralisées, sont plus proches des consommateurs. Souvent situées dans des zones rurales, elle peuvent participer à les désenclaver économiquement et évitent le transport de l'électricité sur de grandes distances, ce qui contribue à limiter les pertes sur le réseau. Le parc hydraulique français bouge peu depuis plusieurs années. Dans la grande hydraulique, les sites potentiels étant tous exploités, il n'y a que dans la rénovation des

FILIÈRE HYDRAULIQUE

centrales que les évolutions du parc peuvent être observées. Depuis 2006, la petite hydraulique a également très peu évolué. Une enquête d'Observ'ER en 2010 auprès des DREAL² du territoire métropolitain concernant les demandes de permis de construire pour la filière a identifié un mouvement de l'ordre de 5 à 10 MW en 2009.

Ces chiffres de croissance sont distincts de ceux affichés par ERDF concernant la file d'attente des sites pour une connexion au réseau (131 sites pour 96,4 MW). Ces données ne renvoient pas à de nouvelles constructions mais, plus largement, aux centrales ayant des contrats d'achat se terminant en 2012 et qui doivent faire une nouvelle demande de raccordement. Les délais étant très longs, certains s'y prennent dès maintenant.

chaque renouvellement de concession, les règlements d'eau tiennent aujourd'hui compte de normes environnementales dont les plus importantes ont moins de dix ans : directive-cadre européenne sur l'eau, schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), règlement européen sur la restauration de l'anguille.

Au cours des quinze dernières années, plus de 800 passes à poissons ont été réalisées en France. Toujours pour respecter la continuité de la rivière et la régulation de sa faune et de sa flore, un débit réservé doit être conservé au minimum à hauteur d'un dixième du débit moyen annuel du cours d'eau. Enfin, la conception et la gestion des ouvrages sont étudiées pour favoriser le passage des sables, graviers ou galets qui constituent le lit des rivières.

LE RESPECT DE LA CONTINUITÉ DE LA RIVIÈRE

Au cours des dernières années, la recherche d'un nouvel équilibre entre intérêts énergétiques, économiques et environnementaux a été au cœur des débats sur la réglementation de l'exploitation de la force motrice des cours d'eau. Plusieurs textes encadrent l'exploitation des sites hydroélectriques sur la gestion des débits réservés, les dispositifs de franchissement des cours d'eau, les procédures d'instruction de nouveaux dossiers, etc. Il y a donc un cadre réglementaire strict qui garantit que les sites ne perturbent pas la continuité de la vie animale et végétale des cours d'eau.

Chaque exploitant de chute est tenu de respecter un "règlement d'eau" tenant compte des contraintes locales liées à la navigation, la protection contre les inondations, la salubrité publique, l'irrigation, la vie aquatique, les paysages, le tourisme... Mis à jour à

UN RÔLE IMPORTANT DANS L'ÉQUILIBRE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

L'électricité ne peut pas se stocker et le réseau doit sans cesse s'assurer que la consommation, dont les variations à la hausse comme à la baisse peuvent être aussi brutales que rapides, est couverte par une production équivalente. Sur ce plan, l'hydroélectricité présente un atout de poids en ayant une bonne part de ses installations qui peuvent moduler rapidement le courant qu'elles délivrent. En effet, alors que les installations au fil de l'eau fonctionnent de façon régulière et produisent de l'ordre de 37 TWh par an, les stations de pompage-turbinage et les barrages de lac jouent un rôle actif dans la gestion de l'équilibre entre l'offre et la demande et permettent de produire

2. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

33 TWh modulables. Par exemple, la chaîne des 33 barrages électriques installés sur la Durance permet de mobiliser 2 000 MW en vingt minutes lors d'une pointe de consommation sur le réseau. Globalement, ce sont en France 5 000 MW qui peuvent être rapidement utilisables en quelques minutes alors qu'il faut de 7 à 11 heures pour des centrales thermiques (gaz ou charbon).

LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT

Il est difficile d'imaginer que la France puisse remplir ses objectifs en termes de production d'électricité renouvelable d'ici à 2020, sans compter sur la première de ses ressources. Plusieurs études se sont penchées sur les potentiels encore exploitables des bassins hydrographiques dont les plus récentes sont celles réalisées par l'Ademe et les agences de l'eau³. La carte suivante présente les différents potentiels identifiés en fonction de leur caractère mobilisable. Sur les 50 TWh identifiés, 8 TWh sont mobilisables sans contraintes et 14 autres avec des contraintes réglementaires. La seule optimisation des sites existants représenterait un gain de 2 TWh.

Le plan de relance de la filière consécutif aux discussions menées lors du Grenelle de l'environnement a mis en avant deux axes principaux de développement :

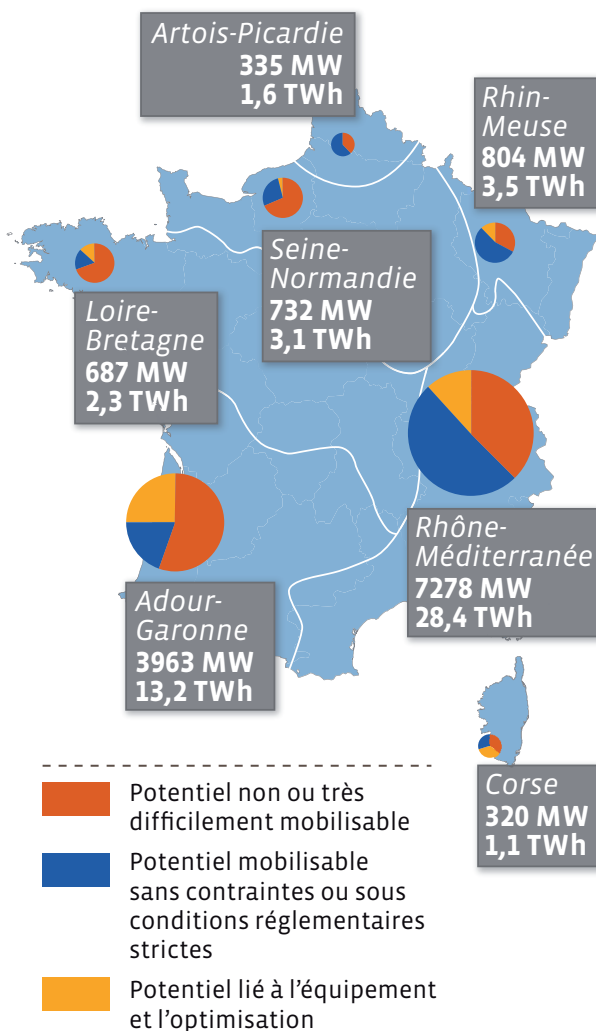
- la création de nouvelles installations pour l'essentiel au fil de l'eau. La petite hydraulique dispose d'une réserve de développement comprise entre 2 et 3 TWh. Ce potentiel est essentiellement localisé dans les Alpes et le Sud-Ouest de la France ;
- la modernisation des installations existantes, notamment à travers ce que l'on appelle la reconception⁴.

Globalement, le Comité opérationnel sur

Carte n°2

Potentiel hydroélectrique par bassin hydrographique

Source : MEEDDAT 2008



3. Études faites dans le cadre de l'élaboration des schémas directeurs d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE).

4. Le remplacement d'une ancienne turbine par une plus moderne sans que cela affecte les infrastructures et en conservant le maximum d'éléments existants. Pour le moment, ces projets de reconception ne sont rentables que sur les installations de grande hydraulique, car ils nécessitent des études spécifiques coûteuses.

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Tabl. n°1

Les premières concessions remises en jeu

Source : DGEC

Nom de la concession	Cours d'eau	Département	Puissance (MW)	Fin de concession	Exploitant
Sautet-Corderac	Le Drac	38/05	110	Déc. 2011	EDF
Lac Mort	Moret Grand-Rif et affluents	38	20	Fév. 2012	EDF
Lassoula/ Tramezaygues	Nestes de Caillaouas Clarabide et Lapes	65	56	Avril 2012	Shem
Brommat	La Truyère	12/15	497	Déc. 2012	EDF
Sarrans	La Truyère	12/15	203	Déc. 2012	EDF
Haute-Dordogne	La Dordogne	15/19/63	470	Déc. 2012	EDF
Vallée d'Ossau	Le Gave d'Ossau et affluents	64/65	274	Déc. 2012	Shem
Geteu	Le Gave d'Ossau	64/65	13	Déc. 2012	Shem
Castet	Le Gave d'Ossau	64/65	2	Déc. 2012	Shem
Rophemel	La Rance	22	6	Déc. 2012	Shem
Thuès	La Têt	66	8	Déc. 2012	Shem
Olette	La Têt	66	11	Déc. 2012	Shem
Cassagne et Fontpedrouse	La Têt	66	19	Déc. 2012	Shem
Bissorte	L'Arc	73	883	Déc. 2014	EDF

27

les énergies renouvelables du Grenelle prévoyait une production supplémentaire de 7 TWh pour 2020 ; la programmation pluri-annuelle des installations de production de 2009 a réduit cet objectif à 3 TWh.

LE RENOUVELLEMENT DES CONCESSIONS COMME AIGUILLON À LA FILIÈRE

Une autre possibilité pour le développement de la puissance hydraulique en France va s'ouvrir avec le renouvellement

des concessions qui arrivent à échéance. Aujourd'hui, 95 % du parc national est sous le régime de la concession (voir encadré page 24). À l'échéance des 75 années de l'attribution, c'est à l'État que revient le droit de décider de son renouvellement. Jusqu'à présent, le renouvellement était automatique avec un "droit de préférence" pour le titulaire en place. À la suite d'une intervention de la Commission européenne, qui

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

considérerait cette pratique comme une entrave à la libéralisation du marché, et du fait qu'EDF soit passé du statut d'organisme public à celui de société anonyme, la donne a changé. Dorénavant, c'est une procédure de mise en concurrence qui devra être suivie pour tout renouvellement de concession. Après le traitement de sites de toute petite puissance, les choses sérieuses commenceront prochainement avec un ensemble de centrales totalisant 2 700 MW dont les concessions arrivent à échéance entre 2012 et 2014. Dans ce contexte, l'État a jugé judicieux et plus efficace de regrouper au sein d'un unique appel d'offres les concessions situées sur un même cours d'eau, quitte à devancer la date de renouvellement de certaines d'entre elles⁵. Ainsi, d'ici à 2014, c'est une puissance équivalente à 5 300 MW, soit plus de 20 % du parc national, qui pourrait changer de mains. Les concessions échues entre 2015 et 2025 formeront ensuite un deuxième lot de 6 000 MW.

Les offres seront jugées selon trois critères⁶ : l'efficacité énergétique de l'exploitation, la gestion de la ressource en eau (environnement, sécurité, santé) et les pro-

positions économiques et financières faites à l'État. En d'autres termes, il faudra améliorer la production, en puissance installée et en énergie fournie, afin de contribuer à l'objectif de porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation nationale d'énergie finale en 2020.

DES ACTEURS INDUSTRIELS NATIONAUX PRÉSENTS À CHAQUE ÉCHELON DU SECTEUR

Les acteurs français sont très présents tout au long de la chaîne d'activité de la filière hydroélectrique. Côté amont et fabrication de turbines, le leader mondial en la matière est Alstom Power Hydro. Bien qu'une grande partie de sa production ait été délocalisée au cours des années passées, son site grenoblois emploie encore 450 personnes dans la R&D, les études et l'ingénierie. Parmi les autres acteurs opérant en France, on peut citer Bouvier hydro qui fait aujourd'hui partie du groupe autrichien VA Tech ou Mecamidi spécialisé dans

⁵. Moyennant indemnisation pour l'exploitant.

⁶. La procédure de mise en concurrence est décrite dans un décret du 26 septembre 2008.

Tabl. n°2

Structuration de la filière hydraulique française

Source : Observ'ER

AMONT			AVAL		
Fabricants de turbine	Fournisseurs de matériel électrique spécifique	Fabricants de conduites forcées	B.E. techniques et conseils	Génie civil	Exploitants
~ 15	~ 10	~ 5	~ 30	~ 10	~ 1 700 dont seulement une dizaine de grande taille

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

les turbines de moins de 30 MW. L'ensemble du secteur d'activité de la conception et fabrication de turbines en France est évalué à environ 413 millions d'euros en 2009.

Plus en aval de la filière, plusieurs bureaux d'études ont exporté le savoir-faire français à l'étranger. C'est notamment le cas de Sogreah (Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques créée en 1955) qui représente environ 1 000 salariés et un chiffre d'affaires de 10 M€ dont 20 % dans l'hydraulique.

Avec sa chaîne industrielle complète, la France se situe comme un acteur important de l'hydraulique au niveau mondial. Selon une étude de l'Ademe, les expor-

tations d'équipements ont représenté 67,3 millions d'euros en 2008. Cette même étude estime à 1 620 le nombre d'emplois liés à cet activité d'export, se répartissant entre les emplois dans le génie civil 64 %, la fabrication d'équipements 22 %, et les bureaux d'études 14 %.

Concernant l'activité d'exploitation des sites, qu'il s'agisse de la grande ou de la petite hydraulique, il est plus difficile de la cerner en termes de chiffre. Aujourd'hui, on dénombre une dizaine de gros exploitants dont le principal est EDF. On peut également citer la CNR ou la SHEM (ancienne filiale de la SNCF et aujourd'hui dans le giron de GDF-Suez). À côté de ces grandes

Tabl. n°3

Nombre d'emplois directs dans le secteur de l'hydroélectricité en France en 2009

Source : Ademe 2010

	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Fabrication, ingénierie et R&D	790	1 090	1 285	2 125
Exploitation des sites	8 300	8 300	8 300	8 300
Total	9 090	9 390	9 585	10 425

(e) : estimé

Tabl. n°4

Chiffres d'affaires du secteur

Source : Ademe 2010

	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Fabrication des équipements	195	261	318	413
Études et installation	2 421	2 504	2 768	2 714
Total	2 616	2 765	3 086	3 127

(e) : estimé

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

entreprises existe une multitude de petits producteurs qui, souvent, n'exploitent qu'une seule centrale. L'Ademe évalue à 8 300 le nombre d'emplois liés à la production d'énergie hydraulique pour un chiffre d'affaires de 2,7 milliards d'euros.

RÉHABILITATION ET ENVIRONNEMENT AU CŒUR DES RECHERCHES

Dans le bassin grenoblois, plusieurs programmes de recherche labellisés par le pôle de compétitivité Tennerdis visent à trouver des solutions de réhabilitation et de reconception pour des installations de grande hydraulique vieillissantes. Objectif : augmenter le rendement et la production en ne modifiant pas l'environnement. Plusieurs partenaires travaillent en synergie, comme EDF-CIH, INP Grenoble, CNR, Sogreah ou encore Alstom Hydro qui possède l'un des plus grands centres de R&D sur l'hydroélectricité à Grenoble. Face aux diminutions de stock d'anguilles dans les rivières, des producteurs d'électricité (EDF, GDF-Suez, Shem, CNR, France-Hydroélectricité) ont signé un accord-cadre avec l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques

(ONEMA) et l'Ademe fin 2008. D'un montant de 5 millions d'euros, ce programme de recherche porte sur les possibilités de franchissement des ouvrages par les jeunes anguilles, l'impact des ouvrages lors de la migration des anguilles adultes, les techniques permettant de réduire cet impact, la prédiction des pics de migration ou encore l'acquisition de techniques de monitoring innovantes.

DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES ADAPTÉES À TOUS LES TYPES DE COURS D'EAU

Il existe 4 différentes technologies d'hydroélectricité pour pouvoir répondre aux multiples caractéristiques géographiques des cours d'eau.

LES CENTRALES DE LAC

Ces centrales exploitent une retenue d'eau créée par un barrage. Une fois libérés, les flux sont acheminés vers des turbines situées en aval du barrage. Cette technologie est très réactive et souvent utilisée en période de pointe de consommation. La capacité installée de ces ouvrages est de

Tarifs d'achat hydraulique

Le dernier arrêté fixant les tarifs d'achat de l'électricité hydraulique par les installations de moins de 12 MW est daté du 1^{er} mars 2007. Il fixe l'achat à 6,07 c€/kWh, auxquels s'ajoutent des primes comprises entre 0,5 c€ et 2,5 c€ pour les petites installations et une prime à la régularité de la production. Mais cet arrêté ne fixe plus de période de temps, contrairement aux contrats signés en 1997 qui étaient alors sur une durée de 15 ans, et ceux signés en 2001, qui l'étaient pour une durée de 20 ans. En 2012, les contrats dits 97 arriveront donc à échéance, et les concessionnaires devront alors demander un nouveau contrat d'achat, ou vendre leur kilowattheure sur le marché libre.

30

Observ'ER

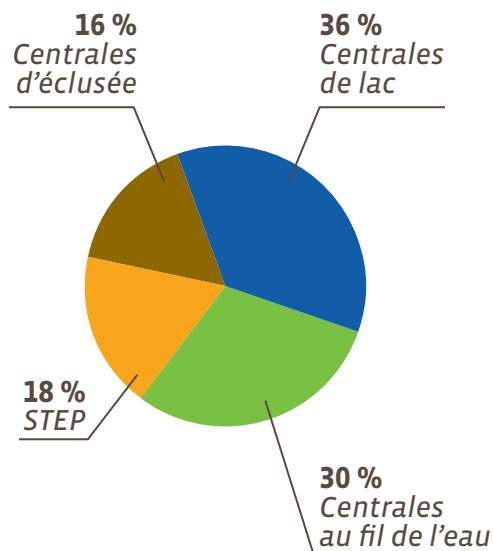
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Graph. n°1

Répartition du parc français par type de site

Sources : France-hydroélectricité / ERDF



9 000 MW répartie sur une centaine de sites en France.

LES CENTRALES AU FIL DE L'EAU

Comme leur nom l'indique, ces sites hydrauliques ne disposent pas de possibilité de stockage de l'eau en amont. La production se fait en continu en suivant le débit du cours d'eau. Cette technologie n'est pas aussi aisément mobilisable que les centrales de lac et l'on considère que la moitié des 7 600 MW en service sont garantis au cours de l'année. Ces centrales sont les plus importantes, on en dénombre environ 2 000 dont une grande partie (85 %) sont des sites de petite puissance (moins de 10 MW).

LES CENTRALES D'ÉCLUSÉE

Cette technologie se situe entre les deux décrites précédemment. Sa caractéristique est d'avoir un réservoir en amont d'une taille intermédiaire qui permet de stocker une partie des flux d'eau selon les cycles journaliers. Aux heures les moins chargées en consommation de la journée, ces centrales stockent des réserves d'eau pour pouvoir les libérer au moment de pointe. Ici, les périodes d'accumulation sont relativement courtes (de l'ordre de deux semaines). Les centrales d'éclusée représentent 4 200 MW pour environ 150 installations.

LES STATIONS DE TRANSFERT D'ÉNERGIE PAR POMPAGE (STEP)

Le principe de ces centrales est de pomper l'eau d'un bassin inférieur lors des heures creuses de consommation pour ensuite la turbiner lors de périodes de pointe. Il y a 4 500 MW de puissance relative à cette technologie répartie sur une dizaine de sites. L'électricité produite par ces installations n'est pas considérée comme renouvelable dans la mesure où la remontée de l'eau préalable au turbinage consomme de l'électricité du réseau donc essentiellement nucléaire. Le pompage-turbinage peut également se faire entre deux énergies renouvelables. Notamment quand la production éolienne est excédentaire et va servir au pompage pour l'alimentation des réserves hydrauliques. Cette piste est notamment développée chez nos voisins suisses. ●

CHIFFRES CLÉS

265 MW

Puissance installée fin 2008

1 642 GWh

Production électrique en 2009

1 280 emplois

dans la filière fin 2009

189 millions d'euros

Chiffre d'affaires dans la filière fin 2009

La biomasse solide, comme le biogaz, la biomasse liquide et l'incinération de déchets, est une filière qui fait partie de la grande famille énergétique réunie sous le terme générique de biomasse. En France, cette filière est essentiellement utilisée pour des usages thermiques plutôt qu'électriques. Si la valorisation électrique possède un potentiel qui permettrait d'augmenter significativement le rôle de la filière, la politique de soutien menée depuis 2003 par le gouvernement, reposant sur des appels d'offres, n'a pas encore prouvé son efficacité.

32

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

UN POTENTIEL À MIEUX EXPLOITER

La filière biomasse solide est essentiellement constituée de bois et de déchets de bois, mais également d'autres matières végétales et animales solides (pailles, résidus de récoltes, etc.). La France possède le 3^e parc forestier européen, avec 15,71 millions d'hectares de forêt recouvrant 28,6 % de son territoire. Son bilan énergétique à partir de l'énergie biomasse, et même du seul secteur du bois énergie, place le pays parmi les premiers en Europe (2^e rang derrière l'Allemagne). Cependant, l'utilisation de ces ressources pour la production d'électricité suscite encore des réticences et le parc de production nationale est majoritairement constitué de centrales de cogénération papetière, fonctionnant surtout sur l'exploitation des liqueurs noires (voir encadré ci-dessous).

En 2008, la puissance totale installée en France pour la filière biomasse solide s'élevait à 265 MW pour une production de 1,64 TWh. Pour 2009, les chiffres de puissance installée ne sont pas encore disponibles, en revanche, les premières évaluations de la production donnent 1,64 TWh, soit un recul de 6 % par rapport à l'année précédente. Ce phénomène est essentiellement dû à la baisse de l'activité des pape-

tiers engendrant des résidus à valoriser moins volumineux.

L'état de développement de la filière pour la production électrique n'en est qu'à son début, surtout lorsqu'on le compare à ceux de nos voisins européens. En 2009, la France se classait ainsi au 14^e rang européen en termes de production électrique à partir de biomasse solide, loin derrière l'Allemagne (11,4 TWh) et la Suède (10,1 TWh).

UNE POLITIQUE D'APPEL D'OFFRES QUI CHERCHE LES BONNES MODALITÉS

Pour chercher à faire sortir de terre de nouveaux sites, l'État privilégie depuis 2003 le recours aux appels d'offres. Cet outil permet de garder un contrôle sur les projets, notamment sur leur efficacité énergétique, et d'éviter les conflits d'usage avec les industries du papier et du panneau sur la question des ressources utilisées. Bien que l'objectif soit louable, au regard du nombre d'installations développées sur les dernières années, cette stratégie fut un échec. Sur les 14 dossiers retenus par la Commission de régulation de l'énergie lors du 1^{er} appel d'offres, dit CRE1, en 2005, seuls 5 ont abouti au 1^{er} janvier 2010. Tous les

33

Les papetiers font feu de tout bois

Les papetiers sont des acteurs importants de la production d'électricité d'origine biomasse solide. Ils exploitent pour cela des sous-produits de leur procédé industriel (les écorces, les liqueurs noires issues de la dissolution de la lignine lors de la fabrication de la pâte à papier), mais également des achats spécifiques de biomasse destinée à produire de l'énergie (plaquettes forestières, broyats de palettes, etc.).

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

Tabl. n°1

Bilan des trois premiers appels d'offres de la CRE

Source : CRE 2010

Appel d'offres	Résultats	Nbre de projets retenus/ Dossiers déposés *	Puissance retenue (MW)	Prix d'achat moyen (€/MWh)
CRE 1 (2003)	Janvier 2005	14 / 23	216	86
CRE 2 (2006)	Juin 2008	22 / 56	314	128
CRE 3 (2009)	Janvier 2010	32 / 106	250	145

*hors projets biogaz

projets sont issus de l'industrie papetière. En 2008, un deuxième appel d'offres fut organisé (CRE2) et 22 projets étaient retenus. Deux ans plus tard seulement, deux sites étaient concrétisés : la centrale géante de 69 MWe située sur le site du papetier Smurfit Kappa à Biganos, en Gironde, et celui de Bio Énergie Lozère pour 7,5 MWe, à Mende. Un troisième projet, celui de Saipol à Grand-Couronne (9 MWe), est en cours de construction. Il est à noter que le site de Biganos représente le plus gros investissement pour la production biomasse énergie jamais réalisé en France. 147,5 millions d'euros pour une centrale qui consommera chaque année 500 000 tonnes de déchets de bois et assurera l'emploi de 18 personnes sur le site et 71 pour son approvisionnement.

Deux principaux problèmes sont à l'origine des retards ou des annulations des projets issus des deux premiers appels à propositions. Le premier a trait à l'approvisionnement en matière première des sites. Une cogénération de 5 MWe peut demander jusqu'à 100 000 tonnes de biomasse par an, soit 10 semi-remorques par jour. Les appels d'offres CRE1 et CRE2 exigeant des puissances minimales respectives de 12 MWe pour les grands projets et dans une fourchette de 5 à 9 MWe pour les plus petits, on comprend la complexité logistique de l'or-

ganisation de leur approvisionnement. Le second obstacle est lié aux rendements. Les deux premiers appels d'offres privilégiaient le développement d'installations biomasse en cogénération en associant de forts rendements à une taille importante des sites. Pour beaucoup d'industriels du secteur, ces exigences se sont révélées trop contraignantes. Atteindre des taux d'efficacité électrique élevés est difficile dans des installations où le rendement est réduit du fait de la cogénération. De tels niveaux de puissance électrique rendent complexe la valorisation de la chaleur correspondante pour parvenir à une efficacité énergétique optimale. Par exemple, une centrale de 5 MWe produit en chaleur l'équivalent des besoins de 4 à 5 000 logements. Il n'est donc pas évident d'avoir à proximité la possibilité de valoriser une telle quantité d'énergie thermique.

Des exigences trop strictes ou mal évaluées ont donc eu tendance à freiner le développement de nombreux petits projets qui présentent l'avantage d'avoir une dimension locale, d'être près des petites industries en milieu rural et de limiter ainsi l'impact carbone dû au transport.

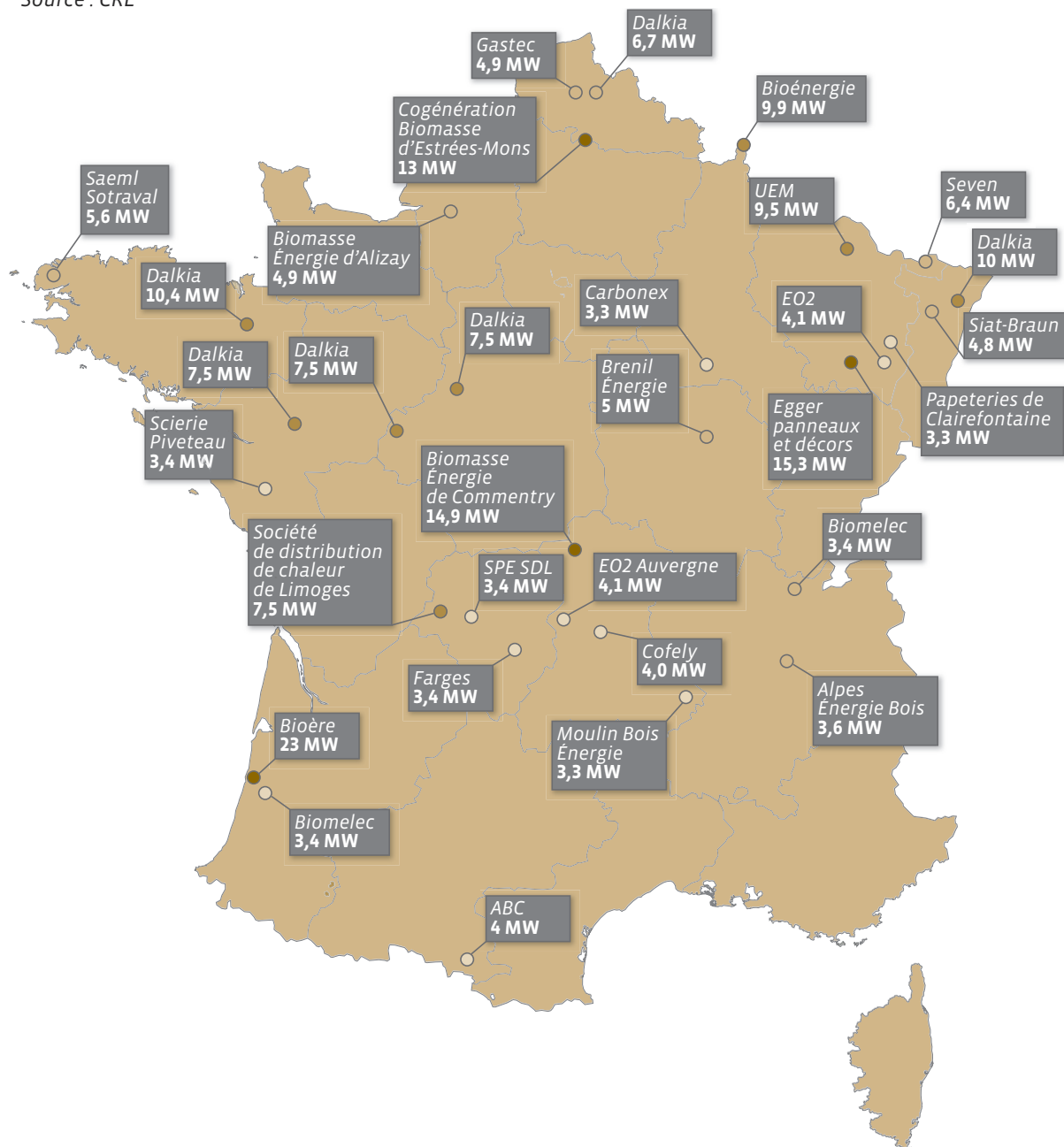
La Commission de régulation de l'énergie a revu ses critères d'éligibilité et a baissé le

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

Carte n°1

Carte des projets retenus dans l'appel d'offres CRE3

Source : CRE



seuil minimal de puissance électrique du troisième appel d'offres à 3 MWe. Conséquence directe : 106 dossiers de candidatures ont été déposés (au lieu de 56 pour CRE2), et 16 des 32 projets retenus ont une taille comprise entre 3 et 5 MWe pour une

puissance totale de 266 MWe. Cela confirme le potentiel de projets en cogénération bois de petite taille qui peuvent être complémentaires des grands projets pape-

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

Tabl. n°2

Tarifs d'achat obligatoires de l'électricité issue de la biomasse

Source : DGEC

Installations de 5 à 12 MWe de puissance	4,5 c€/kWh + prime de 8 c€/kWh selon la biomasse consommée + prime de 0 à 5 c€/kWh selon efficacité énergétique	Arrêté du 28 décembre 2009
Installations de moins de 5 MWe de puissance	4,9 c€/kWh + prime de 0 à 1,2 c€/kWh selon efficacité énergétique	Arrêté du 16 avril 2002

tiers : 50 MWe à Alizay (Eure), 23 MWe à Mimizan (Landes). Le prix moyen de l'électricité proposé est de 145 €/MWh contre 128 €/MWh pour les projets CRE2 et 86 €/MWh pour les CRE1.

Un quatrième appel d'offres a été lancé en juillet 2010 pour une puissance supplémentaire maximale de 200 MWe. Les contrats seront conclus pour une période de vingt ans et les résultats devraient être connus fin février 2011. Le point notable de ce dernier appel d'offres est à nouveau une tendance à l'augmentation des tailles requises, puisque le seuil minimal grimpe à 12 MWe. Cette volonté réaffirmée du gouvernement de favoriser les centrales de grande puissance se retrouve dans les tarifs d'achat mis en place pour la filière. L'arrêté du 28 décembre 2009 a plus que doublé le tarif d'achat pour les installations de cogénération de puissance comprise entre 5 et 12 MWe. Celles-ci peuvent désormais obtenir un tarif variant de 12,5 à 17,5 c€/kWh. Le tarif de base est de 4,5 c€/kWh, auquel s'ajoute une prime de 8 c€/kWh selon la biomasse utilisée et une prime allant jusqu'à 5 c€/kWh selon l'efficacité énergétique de l'installation (le minimum est de 50 %). Les centrales de puissance inférieure à 5 MWe restent cantonnées au tarif d'achat établi en 2002, à savoir 4,9 c€/kWh, auquel s'ajoute une prime en fonction de l'efficacité énergé-

tique comprise entre 0 et 1,2 c€/kWh. Pour beaucoup d'acteurs industriels du secteur, ce niveau est jugé rédhibitoire pour pouvoir permettre la réalisation de sites de taille inférieure à 5 MW. Le modèle allemand est cité en exemple. Plus de 2 000 centrales de cogénération de 0,2 à 3 MWe ont été installées depuis cinq ans grâce à la mise en place d'un tarif attractif : 11,67 c€/kWh pour les installations de puissance inférieure à 250 kW, 9,18 c€/kWh pour les installations de 250 à 500 kW et 7,79 c€/kWh pour les installations de 500 kW à 5 MW.

Pour les industriels, le développement de la filière biomasse solide comme source d'électricité ne pourra se faire sans la révision du tarif d'achat à destination des centrales de cogénération de faible puissance.

UNE INDUSTRIE ÉLECTRIQUE BIEN STRUCTURÉE

Contrairement à la valorisation thermique du bois, la partie électrique de la filière est le fait d'un nombre réduit d'acteurs. Il existe une quinzaine d'industriels spécialisés dans la fabrication de chaudières à bois électriques. Les principaux Français sont le groupe CNIM et sa filiale Babcock, les sociétés Stein (Haut-Rhin) et Weiss (Haute-

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

Biomasse forestière : mobiliser les propriétaires

Selon une étude récente de l'Inventaire forestier national (IFN), du centre technique FCBA et Solagro, les espaces forestiers et bocagers français peuvent fournir quelque 20 millions de m³ de bois supplémentaires par an pour des usages énergétiques dans la décennie à venir (en plus des quantités consommées pour les usines de papier et de panneaux, les chaufferies existantes et les particuliers). Ces 4,5 Mtep/an disponibles pour de nouvelles centrales électriques ou thermiques à biomasse seraient compatibles avec les objectifs du Grenelle supposant une mobilisation de 0,6 Mtep/an en moyenne sur la période 2006-2020. Cependant, pour atteindre cet objectif, un important effort de gestion des terrains délaissés par leur propriétaire est nécessaire. Dans certaines Régions comme la Basse-Normandie, le Nord-Pas-de-Calais ou PACA, une tension sur la ressource pourrait apparaître si plusieurs grands projets émergeaient. Les industriels du papier et du panneau dénoncent déjà des difficultés d'approvisionnement en raison de la montée en puissance du bois énergie.

Savoie) et le géant de l'énergie Alstom que l'on retrouve également dans la fabrication des turbines. Parmi les sociétés étrangères, l'une des plus importantes est Metso Power en Finlande. Areva doit également être citée, car, si l'entreprise n'est pas engagée sur des opérations en France, elle est en revanche très présente à l'étranger dans l'ingénierie, le financement et le développement de sites biomasse électrique (Inde, États-Unis).

Le développement et l'ingénierie des centrales électriques biomasse sont souvent réalisés par des exploitants de chauffage tels que Cofely, Dalkia ou Soccram. Ces entreprises proposent également d'ex-

ploiter les sites qu'elles développent et sont très présentes à l'export. L'exploitation des autres centrales est le fait d'entreprises qui, sur la base de leur activité première, ont installé le site de production électrique biomasse: typiquement les papetiers.

Dans son étude annuelle sur les marchés et l'emploi dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, l'Ademe évalue à 189 millions d'euros le chiffre d'affaires de la partie construction et installation des centrales électriques en 2009 pour environ 1 280 emplois.

37

Tabl. n°3

Structuration de la filière électrique biomasse solide

Source : Observ'ER

	AMONT		AVAL	
Constructeurs de chaudières à bois	Constructeurs de turbines	Développeurs	Exploitants	
≈ 15	≈ 10	≈ 10	≈ 40	

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

R&D : TORRÉFACTION ET GAZÉIFICATION EN LIGNE DE MIRE

Avec le Programme national de recherche sur les bioénergies (PNRB, 2005-2007) puis le programme Bioénergies (2008-2010), l'Agence nationale de la recherche (ANR) a initié une multitude de projets impliquant des laboratoires de recherche (CNRS, CEA, Insa, Inra, Cirad, IFP...), des instituts techniques et des entreprises. Ces projets portent sur l'élargissement des ressources biomasse (agriculture, forêts de montagne...) et sur la conversion par voie thermochimique ou biologique afin de produire des biocarburants de seconde génération, de l'électricité ou de la chaleur. Par exemple, le programme Regix, terminé début 2010, a permis de caractériser les cultures lignocel-

lulosiques et de conclure à un coût de mise en œuvre proche de celui de la plaquette forestière. D'autres programmes ont porté sur la préparation de la biomasse pour la concentrer énergétiquement : pyrolyse, torréfaction pour une injection sous pression dans un gazéifieur ou système de co-combustion. Les partenaires du programme Prebiom (coordonné par l'IFP) ont inauguré leur unité pilote de torréfaction de biomasse à Pau en janvier 2010. Enfin, le programme européen Lift Off porte sur la gazéification étagée. Il doit aboutir à la construction d'une installation de cogénération de 2,5 MWth au Danemark (il implique le Cirad et l'École des mines d'Albi-Carmaux). ●

CHIFFRES CLÉS

164,8 MW

Puissance installée à fin juin 2010

846,4 GWh

Production électrique en 2009

87 MW

*Puissance électrique
en attente de raccordement*

905 emplois

dans la filière en 2009

210 millions d'euros

*Chiffre d'affaires
dans la filière en 2009*

Aujourd'hui, l'essentiel de la production électrique issue du biogaz vient des installations de stockage de déchets non dangereux (décharges). Même si ce secteur possède encore un potentiel de développement, l'essentiel des nouveaux gisements est lié à la méthanisation des déchets de l'industrie agroalimentaire, des ordures ménagères et des déchets agricoles. C'est avec la sortie prochaine des nouveaux tarifs d'achat de l'électricité que la filière devrait connaître un véritable décollage.

FILIÈRE BIOGAZ

Observ'ER

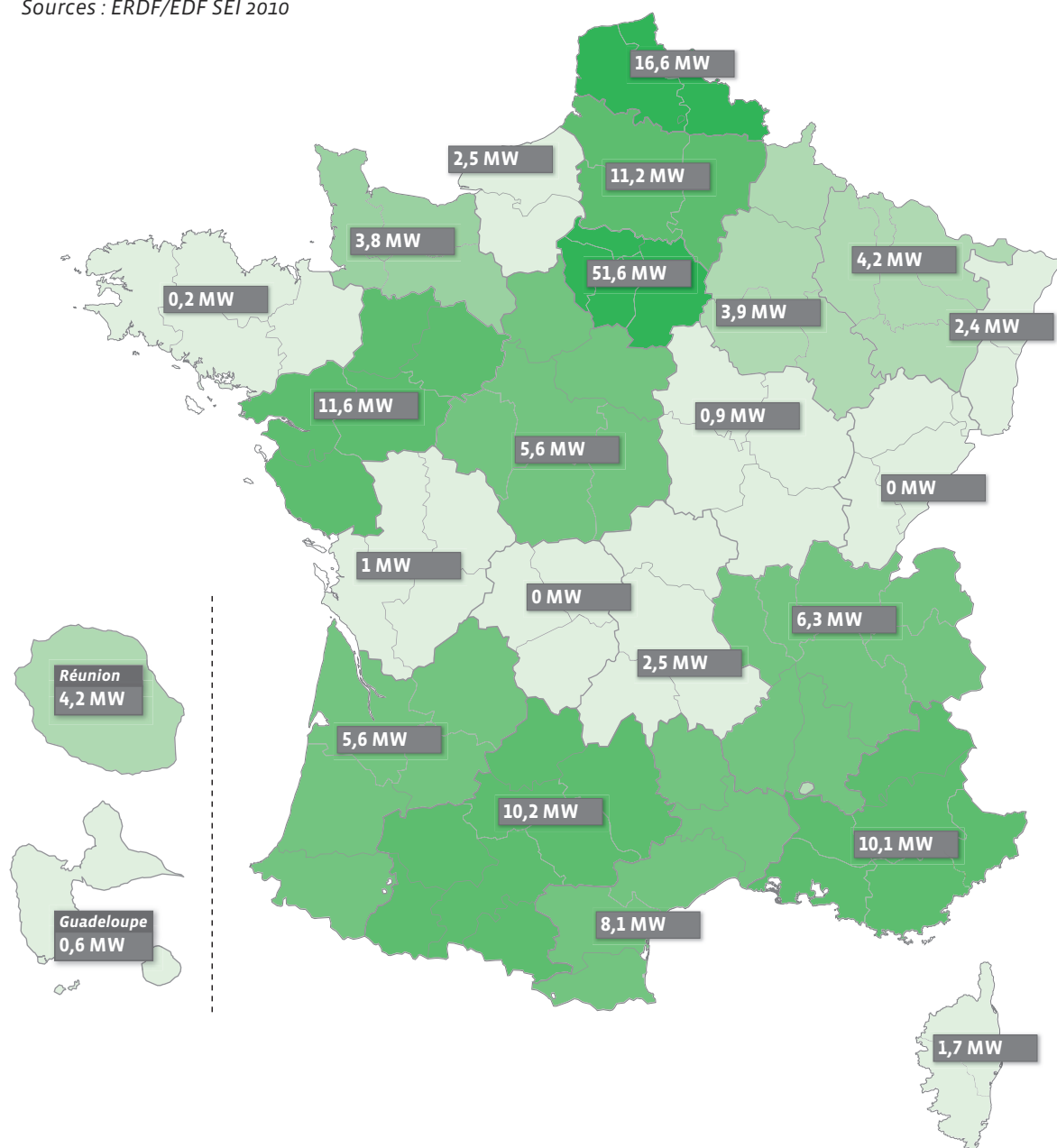
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE BIOGAZ

Carte n°1

Puissance biogaz électrique installée en France (juin 2010)

Sources : ERDF/EDF SEI 2010



40

UN GÉANT EN SOMMEIL QUI, PEU À PEU, SE RÉVEILLE

Un géant en sommeil ! C'est un peu ce qui caractérise la filière biogaz en France au vu de son potentiel et de son bilan énergétique encore loin de ses capacités réelles.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

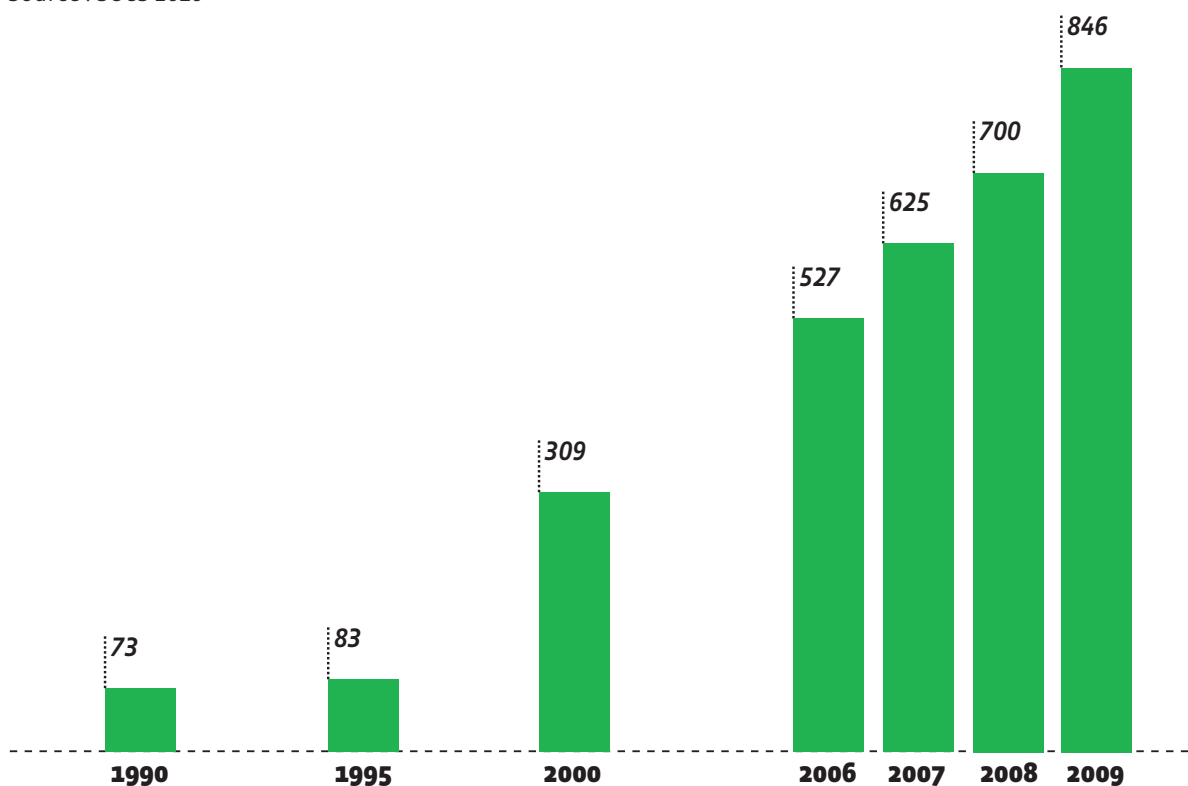
Sur la base des chiffres du gestionnaire du réseau de distribution de l'électricité en France, il y a en France 166 MW de puissance installée. La principale Région est



Graph. n°1

Évolution de la production électrique de la filière depuis 1990 en GWh

Source : SOeS 2010



l'Île-de-France avec l'équipement de grandes décharges. Selon les estimations du SOeS, la production totale électrique de la filière était de 846,4 GWh en 2009.

La production électrique n'a pas encore dépassé le seuil du TWh, ce qui est peu comparé aux Allemands (12,6 TWh en 2009). Le chiffre de 2009 est essentiellement issu des décharges (760 GWh), les stations d'épuration et les autres gisements se partageant une production comparable (respectivement 41,3 et 45,1 GWh). Cependant, la situation a commencé à évoluer au cours des dernières années. Le premier tournant a été l'ajustement des tarifs d'achat d'électricité en 2006. De nouveaux projets ont été imaginés notamment dans

des installations de méthanisation de déchets agricoles.

La deuxième avancée est venue à l'automne 2009 où une rubrique relative aux installations de méthanisation de déchets non dangereux a été créée au sein de la nomenclature ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement) à laquelle devaient se soumettre les sites de la filière depuis des années. Un troisième élément est arrivé en 2009 avec la décision d'accorder une réduction de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) aux centres d'enfouissement techniques valorisant plus de 82 % du biogaz capté. Enfin, la loi Grenelle II a relancé les perspectives

FILIÈRE BIOGAZ

de développement avec des objectifs énergétiques motivants pour la filière française. Pour l'électricité, les objectifs à atteindre sont de 510 ktep en 2012 et 1 440 ktep en 2020 (soit respectivement 5 930 et 16 750 GWh). Ces chiffres concernent l'énergie biomasse dans sa globalité sans que la participation du biogaz soit identifiée.

LE TARIF FREINE LE DÉVELOPPEMENT

Pour la production d'électricité, la principale contrainte reste celle du tarif d'achat. Aujourd'hui, ce dernier se décompose en une partie de base, une prime à la méthanisation et une prime à l'efficacité énergétique (voir tableau). En 2009, l'Ademe et le Maap ont commandé une étude dirigée par le bureau d'études Solagro pour expertiser la rentabilité de projets de différentes tailles sur la base de ce tarif. Les résultats font clairement apparaître l'insuffisance du tarif pour quasiment 85 % des 61 projets étudiés. Plus de la moitié des sites nécessiteraient un prix d'achat supérieur à 18 centimes d'euro pour être viables. Des réflexions sont en cours à la Direction générale énergie climat (DGEC) sur ce point.

Tabl. n°1

Tarifs d'achat de l'électricité biogaz

Source : DGEC

Tarif de base	Entre 7,798 (si > 2MW) et 9,359 c€/kWh (si ≤ 150 kW)
Prime à la méthanisation	2,080 c€/kWh
Prime à l'efficacité énergétique	Entre 0 et 3,119 c€/kWh pour une efficacité comprise entre 40 et 75 %
Tarif global	Entre 9,878 et 14,557 c€/kWh

Observ'ER

Le Baromètre 2010 des énergies renouvelables électriques en France

87 MW EN FILE D'ATTENTE POUR ÊTRE RACCORDÉS

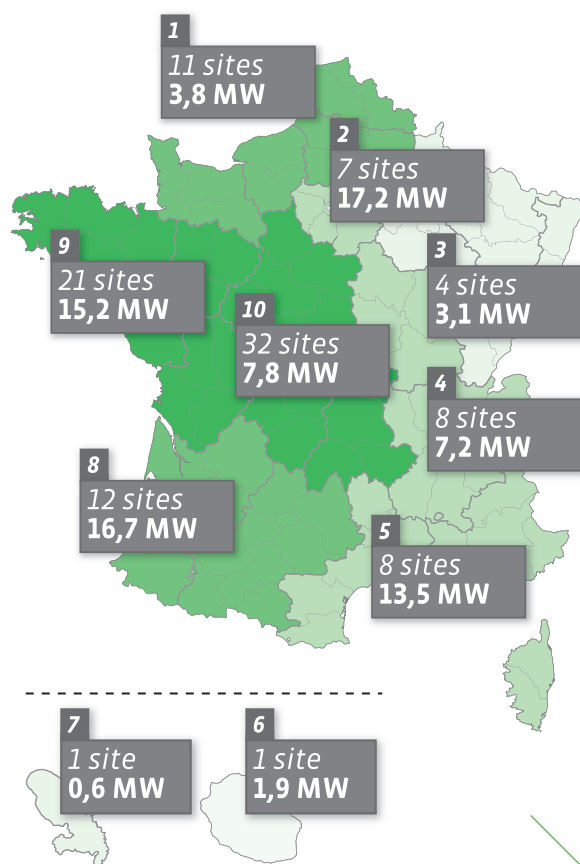
Selon les pointages trimestriels de ERDF, près de 87 MW électriques étaient en attente de raccordement fin juin 2010. Cette file d'attente est le reflet des projets qui vont, dans les mois à venir, sortir de terre. L'échéance de leur mise en service est toutefois incertaine, car la signature du contrat d'achat de l'électricité a lieu après l'étape de raccordement et les porteurs de projets sont actuellement dans l'attente des nouveaux tarifs.

Carte n°2

Puissances électriques biogaz en attente de raccordement à fin juin 2010

Sources : ERDF/EDF SEI

1. Manche / Mer du Nord.
2. Île-de-France.
3. Est.
4. Rhône-Alpes / Bourgogne.
5. Méditerranée.
6. Réunion.
7. Martinique.
8. Sud-Ouest.
9. Ouest.
10. Auvergne / Centre / Limousin.



FILIÈRE BIOGAZ

DES PERSPECTIVES DANS L'AGRICOLE ET LES ORDURES MÉNAGÈRES

Les installations des stockages de déchets non dangereux (décharges) produisent l'essentiel de l'électricité issue du biogaz. Sur les 300 décharges françaises, 200 captent déjà le biogaz, mais seulement 65 le valorisent, essentiellement par cogénération. Les 2,5 TWh d'énergie brute valorisée actuellement pourraient atteindre 5 à 6 TWh en 2020. En 2009, 74 stations d'épuration urbaines méthanisent les boues pour produire surtout de la chaleur et un peu d'électricité. Les grandes stations étant déjà équipées, le gisement se situe dans les unités plus petites, mais la rentabilité de l'investissement y est moindre. Quant aux stations d'épuration industrielles (90 digesteurs en 2009), elles utilisent surtout le biogaz pour produire de la chaleur dans leurs chaudières.

Le secteur agricole constitue un réservoir de développement important pour l'électricité biogaz. D'une vingtaine d'installations fin 2009 produisant 50 GWh d'énergie brute, le parc pourrait passer à 140-180 unités en 2020 (200 GWh). Le potentiel est intéressant aussi sur la méthanisation des ordures ménagères. Vingt à trente unités pourraient sortir de terre d'ici à 2020 (six actuellement) pour une production de 615 GWh d'énergie brute.

DES APPELS D'OFFRES EN PLUS DU TARIF D'ACHAT

Un projet biogaz a été retenu pour chacun des trois appels d'offres lancés par la CRE (Commission de régulation de l'énergie) au cours des années passées. Le projet de la Routière de l'est parisien à Fresnes-sur-Marne (biogaz de décharge 16 MWe mis en service en 2005), le projet Cristal Union à Arcis-sur-Aube (déchets agroalimentaires, 11,5 MWe) et le projet Gastec dans la commune d'Hersin (4,9 MWe), tous deux en cours d'examen.

Par ailleurs, 82 projets de méthanisation agricole ont été sélectionnés dans le cadre du Plan de performance énergétique du ministère de l'Agriculture en 2009. Ils représentent une puissance globale de 23 MWe, une production de 16 ktep électriques et 7 ktep thermiques. Un deuxième appel à projets a été lancé en 2010.

DES ACTEURS PEU NOMBREUX MAIS AVEC UN SAVOIR-FAIRE QUI S'EXPORTE

Les acteurs engagés dans la production d'électricité à partir de biogaz ne sont pas très nombreux. On dénombre environ 70 acteurs opérant sur le marché national. Si on ajoute à cela ceux intervenant sur la recherche ou la promotion, on avoisine

43

Tabl. n°2

Structuration de la filière biogaz française

Source : Observ'ER

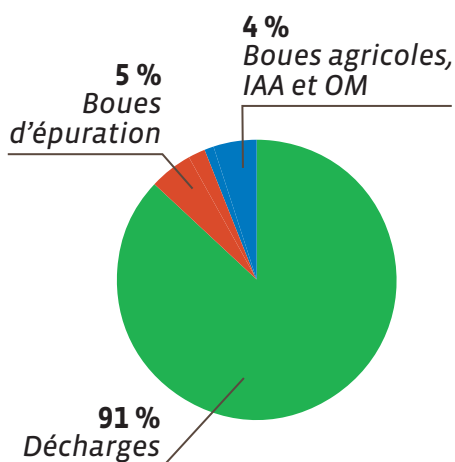
AMONT		AVAL	
Constructeurs d'unité de méthanisation	Bureaux d'études	Développeurs	Exploitants
≈ 30	≈ 15	≈ 15	≈ 10

Observ'ER

Le Baromètre 2010 des énergies renouvelables électriques en France

Tous les déchets mènent au biogaz

Source : Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.



Le biogaz est le produit d'une fermentation anaérobie de matière organique par des bactéries. Il se compose principalement de méthane et de dioxyde de carbone (traces d'azote gazeux, d'hydrogène sulfuré et d'eau). La méthanisation est alors provoquée artificiellement dans un digesteur en mélangeant plusieurs substrats complémentaires. Le biogaz produit peut être valorisé directement dans une chaudière (industries agroalimentaires) ou brûlé dans un moteur de cogénération pour produire de l'électricité tout en bénéficiant d'une source de chaleur renouvelable.

Les centres de stockage de déchets (les décharges) sont le premier gisement de la filière pour la production d'électricité. Les autres gisements sont composés des boues de stations d'épuration, des ordures ménagères (OM), des effluents d'élevage et des déchets de l'industrie agroalimentaire (IAA).

les 130. Ce chiffre est établi sur le nombre d'adhérents au Club Biogaz de l'ATEE (Association technique énergie environnement), principale association de promotion en France.

Au niveau des constructeurs de méthaniseurs, on observe sans surprise que les principales entreprises sont allemandes. Les Français ne sont pas absents pour autant avec notamment Degremont (filiale de Suez-Environnement), Vinci Environnement (avec son procédé Kompogas) ou OTV (filiale de Veolia Eau). Ces entreprises sont spécialisées dans la méthanisation de boues de stations d'épuration urbaines ou industrielles. En aval de la filière, on trouve des bureaux d'études comme l'historique Solagro ou AEB-Méthafance et Aria-Éner-

gies qui se positionnent sur le créneau des méthaniseurs agricoles. Quant aux exploitants, on retrouve les principaux acteurs intervenant dans la gestion des décharges : Suez, Vinci et Idex. À noter l'arrivée sur le secteur de Rhodia qui, en rachetant le groupe Econcern en 2009, se trouve à la tête de plusieurs projets d'exploitation de biogaz en Asie (Vietnam et Chine). Son ambition est de renforcer son savoir-faire et son expertise pour conquérir d'autres marchés.

En 2009, l'Ademe évalue le chiffre d'affaires de la filière à 210 millions d'euros et le nombre d'emplois à 905 personnes. Si l'on se base sur la valorisation entre l'électricité

Tabl. n°3

Source : Ademe 2010

Chiffre d'affaires	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Industrie, équipement	71	87	109	157
Installation, exploitation des sites	33	40	44	53
Total	104	127	153	210

(e) : estimé

Tabl. n°4

Source : Ademe 2010

Emplois directs	2006(e)	2007(e)	2008(e)	2009(e)
Industrie, développement et installation de sites	245	315	415	600
Installation, exploitation des sites	125	150	150	305
Total	370	465	565	905

(e) : estimé

et la chaleur (43/57 % dans le bilan 2009 du SOeS), on peut reporter ce ratio à celui de l'activité économique du secteur pour l'évaluer à 90 millions d'euros et environ 425 emplois directs à plein temps.

D'IMPORTANTES BESOINS DE RECHERCHE

Une étude récente sur la R&D en méthanisation, réalisée par l'Insa de Lyon (Institut national des sciences appliquées) pour l'association Record, conclut à un bon niveau de connaissance sur les processus microbiens, mais, en revanche, à un déficit de tra-

vaux sur la production du biogaz et son stockage par manque d'instrumentation adaptée. De nombreux laboratoires de recherche publics et privés, instituts techniques agricoles et agroalimentaires sont impliqués sur ces sujets d'importance. En particulier, le laboratoire de biotechnologie de l'environnement (LBE) de l'Inra de Narbonne. Créé dans les années 1980, les principales thématiques de recherche de ce laboratoire concernent la production de biohydrogène, l'optimisation de la digestion et de la codigestion de plusieurs substrats, leur prétraitement physico-chimique pour faciliter la dégradation par les bactéries, l'élimination des composés traces (ex. résidus pharmaceutiques, détergents, pathogènes...) dans des matrices solides telles que les boues de stations d'épuration, mais aussi l'étude de l'écologie microbienne de ces écosystèmes complexes. Un procédé pour garantir un niveau constant de méthane dans le biogaz et optimiser le fonctionnement des moteurs de cogénération a récemment été breveté par l'Inra de Narbonne et l'Inria de Sophia-Antipolis. Parmi les 12 projets aujourd'hui financés par l'Agence nationale de la recherche sur lesquels le LBE intervient, notons le projet Symbiose qui vise à coupler la production de microalgues fixatrices de CO₂ industriel avec la méthanisation de déchets organiques. Cette technologie permettrait d'épurer simultanément des effluents gazeux et organiques. ●

CHIFFRES CLÉS

835 MW

Puissance installée fin 2009

1 980 GWh

Production électrique en 2009

800 emplois

dans la filière en 2009

280 milliards d'euros

Chiffre d'affaires de la filière en 2009

La quasi-totalité des déchets incinérés en France est valorisée énergétiquement. Mais seulement la moitié de cette énergie est obtenue à partir de déchets fermentescibles et donc considérée comme renouvelable. La production d'électricité est souvent la seule solution de valorisation pour les installations situées loin des villes et donc des besoins en chaleur. La valorisation sous forme de chaleur est, elle, limitée à la présence de débouchés. L'objectif de la profession est d'augmenter la valorisation énergétique sous forme de chaleur par la recherche de consommateurs industriels et l'étude de raccordements à des réseaux de chaleur.

46

FILIÈRE INCINÉRATION DES DÉCHETS

Observ'ER

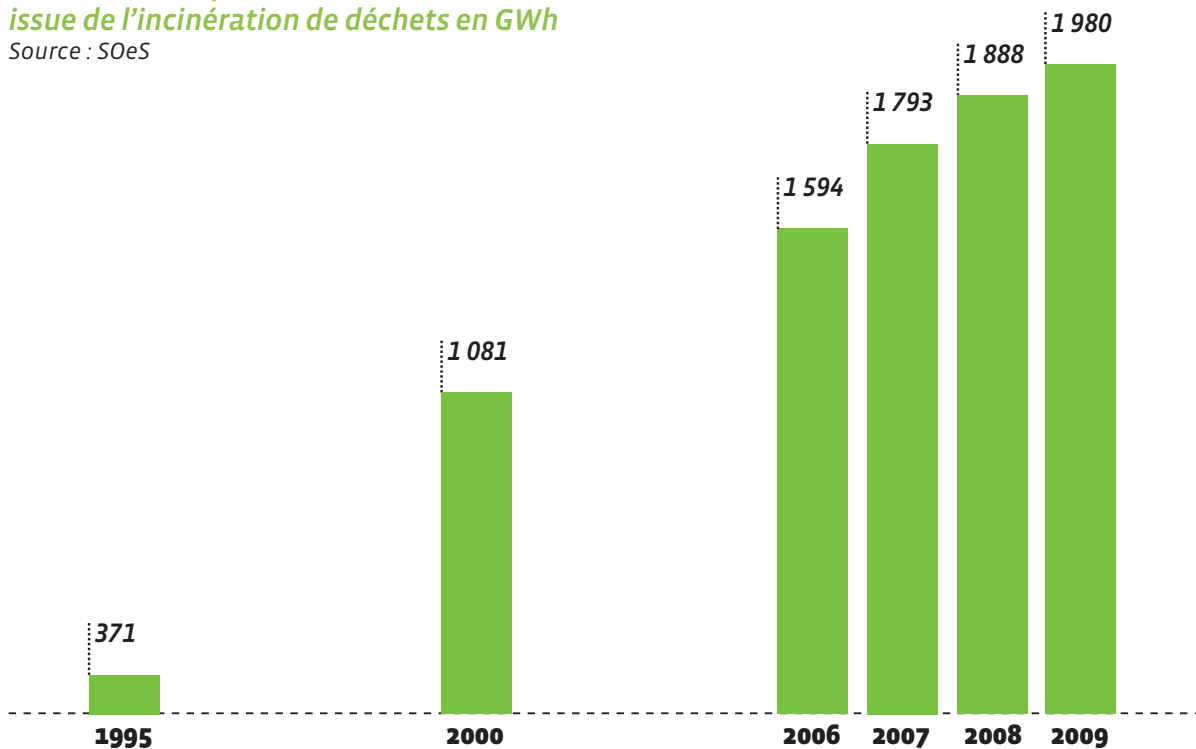
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE INCINÉRATION DES DÉCHETS

Graph. n°1

Évolution de la production d'électricité renouvelable issue de l'incinération de déchets en GWh

Source : SOeS



3^e SOURCE D'ÉLECTRICITÉ RENEUVELABLE

L'incinération des déchets est la troisième source d'électricité renouvelable en France avec 1 980 GWh produits en 2009. La production réelle d'électricité issue de la combustion des déchets ménagers dans les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) est en fait deux fois plus importante, car seule la moitié de l'électricité produite est considérée comme d'origine renouvelable (voir encadré page ci-après). Sur les dernières années, la production d'électricité renouvelable à partir des déchets ménagers n'a cessé de croître. En 2000, la production électrique de la filière était par exemple de 1 081 GWh. Elle a donc presque doublé au cours des neuf dernières années.

112 USINES RÉPARTIES SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE

Entre 1993 et 2008, le parc des incinérateurs est passé de 300 installations à 130. Les fermetures ont surtout concerné des petites unités anciennes et ne valorisant pas l'énergie. À la fin 2009, sur ces 130 usines, 112 offrent une valorisation énergétique sous forme de chaleur, d'électricité ou les deux (cogénération). Ces unités traitent 13 millions de tonnes de déchets par an, soit 28 % du volume global de déchets traités toutes filières confondues (stockage de déchets non dangereux, incinération, compostage, tri, méthanisation).

La Région Île-de-France concentre à elle seule 18 incinérateurs qui brûlent et valori-

FILIÈRE INCINÉRATION DES DÉCHETS

50 % des kWh considérés renouvelables

Compte tenu de la teneur moyenne en biomasse des déchets incinérés, 50 % de l'énergie produite par une usine d'incinération d'ordures ménagères en France est considérée comme renouvelable (arrêté du 8 novembre 2007). C'est également le taux moyen européen. Certains pays ont des niveaux plus élevés comme la Finlande qui, en 2008, annonçait 67 % de ses déchets incinérés d'origine renouvelable. Ces bonnes performances proviennent notamment d'une meilleure organisation du tri des déchets dans le pays.

sent en énergie 29 % du total de la filière. D'importantes unités se trouvent également en Région Nord-Pas-de-Calais, autour de Lille, Rhône-Alpes, autour de Lyon, en Région Haute-Normandie autour de Rouen, et en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, autour de Toulon et Nice. De plus petites unités existent aussi dans les départements moins densément peuplés.

La valorisation sous forme électrique s'est développée entre 1995 et 2004, période au cours de laquelle une quarantaine d'incinérateurs produisant majoritairement de l'électricité ont été mis en service. Cette génération d'installations produit plus de la moitié de l'électricité issue de l'incinération. Les UIOM construites entre 1965 et 1995 sont essentiellement tournées vers la valorisation thermique ou la cogénération. L'incinération des déchets municipaux solides est souvent montrée du doigt comme entraînant des émissions importantes de polluants. Des efforts ont été menés au niveau industriel pour permettre un traitement plus efficace des fumées : lavage des fumées, filtre, charbon actif... Au niveau législatif, des normes strictes ont également été imposées. La directive européenne 2000/76/Ce, applicable à partir du 28 décembre 2005, fixe par exemple à 0,1 ng/m³ le seuil limite d'émission de dioxine. Ces évolutions conjointes ont

Tabl. n°1

Parc puissance installée fin 2009 en MW

Source : SOeS

Alsace	38
Aquitaine	30
Auvergne	s
Basse-Normandie	s
Bourgogne	11
Bretagne	30
Centre	43
Champagne-Ardenne	14
Franche-Comté	12
Haute-Normandie	56
Île-de-France	259
Languedoc-Roussillon	41
Limousin	4
Lorraine	12
Midi-Pyrénées	26
Nord-Pas-de-Calais	66
Pays de la Loire	27
Picardie	14
Poitou-Charentes	s
Provence-Alpes-Côte d'Azur	58
Rhône-Alpes	87
Martinique	7

S : Secret statistique. Cette règle s'applique lorsqu'un chiffre régional concerne moins de trois sites de production ou qu'un seul site représente plus de 85 % de la puissance totale d'une Région.

FILIÈRE INCINÉRATION DES DÉCHETS

permis de réduire considérablement les quantités de polluants émis par les incinérateurs au cours des dernières années. Les émissions totales de dioxine en provenance des incinérateurs d'ordures ménagères sont ainsi passées de 1 090 grammes en 1995 à 8,5 grammes en 2006. Les émissions de mercure ont été divisées par 7 depuis 1995 et celles de plomb par 14 sur la même période. (Sources Ademe et ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.)

DES TARIFS PEU INCITATIFS

La politique du gouvernement est d'encourager la valorisation énergétique de la combustion en incinérateur. La voie privilégiée pour cette valorisation est celle de la chaleur, où les rendements sont plus élevés : 90 % en production de chaleur seule, 60 % en cogénération et 20 % en électricité seule. Un tarif d'obligation d'achat a été publié dans l'arrêté du 2 octobre 2001. Jamais révisé depuis, ce tarif reste modeste par rapport à d'autres filières d'électricité renouvelable : la base est de 4,5 à 5 c€/kWh à laquelle s'ajoute une prime d'efficacité énergétique de 0 à 0,3 c€/kWh. Cependant, pour inciter à la rénovation des installations, l'arrêté du 14 décembre 2006 a prévu que, lorsque les investissements de rénovation sont d'au moins 750 €/kW installé, l'installation est réputée avoir été mise en service pour la première fois, ce qui lui permet de bénéficier des tarifs d'achat au-delà de la période de quinze ans fixée initialement.

PLUS D'ÉNERGIE AVEC MOINS DE DÉCHETS

Pour l'avenir, le secteur de l'incinération s'inscrit dans un contexte particulier. Il va

être demandé à la filière de produire davantage d'énergie tout en s'inscrivant dans une tendance à la diminution des déchets produits et donc valorisés !

Du côté de la ressource, l'article 46 de la loi Grenelle I prévoit une baisse des volumes de déchets produits par les ménages ainsi qu'une diminution de la part traitée en incinération ou en décharge. Cette part passerait de 75 % en 2006 à 55 % à partir de 2015 pour favoriser le recyclage matière et organique (compostage, méthanisation).

Du côté de la valorisation, la Programmation pluriannuelle des investissements (PPI chaleur) a inscrit une hausse de 500 ktep supplémentaires de la chaleur renouvelable issue des incinérateurs à l'horizon 2020, soit un doublement par rapport aux chiffres de 2009 (415 ktep). Aucun objectif n'est fixé sur l'électricité en tant que telle. Mais les deux formes d'énergie sont liées puisque 80 % de la chaleur produite par les UIOM proviennent d'une cogénération avec de l'électricité.

La production de cette chaleur supplémentaire se fera surtout par l'amélioration des rendements des UIOM en place puisque les constructions de nouveaux incinérateurs en France ont fortement ralenti ces dernières années. Deux raisons à cela : la volonté de l'État de réduire les volumes de déchets incinérés et l'opposition des populations vivant à proximité des projets.

UNE MEILLEURE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Le pari n'est pas perdu d'avance car il y a un large potentiel au niveau de l'amélioration des performances énergétiques des usines existantes.

FILIÈRE INCINÉRATION DES DÉCHETS

Une enquête publiée fin 2009 par le Syndicat du traitement et de la valorisation des déchets urbains (SVDU) montre qu'un quart seulement des usines dispose d'un rendement considéré comme bon (supérieur à 0,064 tep/t de déchets) – rendement global chaleur + électricité –, alors que la très grande majorité du parc affiche une performance jugée moyenne (entre 0,03 et 0,064 tep/t) voire faible (inférieure à 0,03 tep/t). Si les usines les moins performantes atteignaient le niveau moyen actuel du parc, 210 ktep/an seraient produits en plus. Si les incinérateurs à rendement faible et moyen devenaient aussi performants que les meilleurs, le surplus de chaleur qui en découlerait s'élèverait à 550 ktep/an.

Le facteur limitant sera de trouver de nouveaux clients à qui vendre cette chaleur supplémentaire. Le SVDU a réalisé avec l'Ademe et l'association Amorce une estimation du potentiel de développement de la chaleur en interrogeant des clients potentiels autour des usines : réseaux de chaleur existants, stations d'épuration, serres... Il n'atteint que 200 ktep (soit 100 ktep comptabilisées en renouvelable).

LES INDUSTRIELS DU SECTEUR

En termes économiques, le secteur de l'incinération des déchets est évalué à 800 emplois pour un chiffre d'affaires de 280 millions d'euros. Ces chiffres sont pour l'ensemble du secteur, quel que soit le mode de valorisation de l'énergie.

Au niveau des acteurs industriels, le marché de la construction d'incinérateurs concerne quatre groupes : CNIM, Inova

(filiale de la société suisse Von Roll Inova), Vinci et Cyclergie/Tiru (filiale d'EDF, Suez et Véolia). Entre 2005 et 2009, six nouvelles unités ont été construites. Les deux plus importantes sont celles situées à Issy-les-Moulineaux (Île-de-France), Isséane, dont la capacité est de 460 000 t/an et la récente UIOM de Fos-sur-Mer près de Marseille, qui doit traiter 300 000 tonnes de déchets afin de compenser la fermeture de la décharge d'Entressen (Bouches-du-Rhône) qui était la plus vaste décharge à ciel ouvert d'Europe. D'autres projets sont en cours autour de Clermont-Ferrand et Lille par exemple.

RECHERCHES SUR LA PYRO-GAZÉIFICATION

En matière d'incinération de déchets, les travaux de recherche portent principalement sur l'amélioration du rendement énergétique de la combustion des déchets, grâce aux technologies de pyro-gazéification, de combustion à l'oxygène ou à l'air préchauffé. La société OP Systems exploite à Lacq (Pyrénées-Atlantiques) une unité pilote de 4 MW de pyro-gazéification de déchets, dont le rendement s'élèverait à 95 %. Trois unités industrielles sont en projet dont une pour Neoen (groupe Direct Énergie) qui produirait de l'électricité à partir de bois souillés (dans le cadre des appels d'offres CRE). Par ailleurs, Europlasma construit à Morcenx (Landes) la première usine CHO-Power de gazéification de déchets pour produire de l'électricité. L'originalité du procédé est son rendement élevé grâce à la purification du gaz par une torche à plasma. ●



CHIFFRES CLÉS

17,5 MW
Puissance installée fin 2009

50 GWh
Production d'électricité en 2009

**6 000 à
9 000 MW**
Objectif de puissance installée pour 2020

6 millions d'euros
Chiffre d'affaires en 2009

Avec 16 MW de puissance installée, la filière géothermique électrique haute température ne s'est pas encore véritablement fait une place parmi les filières électriques renouvelables françaises. Les choses sont amenées à changer, puisque la hausse récente des tarifs d'achat devrait avoir des conséquences importantes sur les investissements dans le secteur. Une filière qui peut s'appuyer sur les travaux menés à Soultz-sous-Forêts (Bas-Rhin), un site de valorisation de la chaleur des roches fracturées, et sur les travaux réalisés en Guadeloupe dans un contexte volcanique.

51

FILIÈRE GÉOTHERMIE

Observ'ER
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE GÉOTHERMIE

VERS UN DÉPLOIEMENT INDUSTRIEL

La France compte deux sites de production d'électricité géothermique. Le plus ancien se situe à Bouillante en Guadeloupe près du volcan de la Soufrière. Exploité par une filiale du BRGM (Bureau de recherche géologique et minière), il possède une puissance de 16 MWe et fournit près de 100 GWh/an soit 6 % de l'électricité consommée par la Guadeloupe. Une nouvelle extension est envisagée, si des forages confirment le potentiel géothermal, au nord de la baie de Bouillante. La capacité de production de cette nouvelle centrale serait de 20 à 40 MWe.

Cette expérience constitue un modèle que souhaiteraient imiter les autres îles de la Caraïbe. La Dominique en particulier, grâce à son potentiel géothermique évalué à plusieurs centaines de MW, pourrait couvrir tous ses besoins en électricité grâce à cette énergie et exporter le surplus vers les îles voisines, *via* des câbles sous-marins. Un projet de coopération régional associant la Dominique, les Régions Guadeloupe et Martinique, l'Ademe et le BRGM a d'ailleurs été mis en place. À plusieurs milliers de kilomètres de là, la Réunion fait aussi l'objet de forages de prospection à proximité du volcan de la Fournaise. L'ensemble de ces projets offre un potentiel de quelque 200 MWe.

L'autre site de production d'électricité géothermique se situe à Soultz-sous-Forêts dans le Bas-Rhin, où un programme de recherche pionnier est mené depuis 1987. Il consiste à injecter de l'eau dans les cavités rocheuses du bassin rhénan situées à 5 000 mètres et qui atteignent 200 °C. Ces cavités ont été provoquées en fracturant artificiellement la roche à l'aide d'explosif

pour y aménager des réservoirs thermiques. L'eau, qui y circule à l'aide de puits d'injection, est ensuite remontée à la surface sous forme de vapeur grâce à des puits de production. Cette vapeur d'eau, dont la température peut atteindre 170 °C, est ensuite valorisée en électricité *via* une centrale fonctionnant avec un cycle organique de Rankine. C'est un cycle thermodynamique qui utilise en circuit fermé un fluide organique qui se vaporise à une température inférieure à 100 °C. La vapeur est ensuite détendue à travers une turbine qui entraîne une génératrice et fournit de l'électricité au réseau. Cette technologie est dénommée roches chaudes fracturées ou géothermie profonde stimulée. Après vingt ans de recherche et 115 M€ investis, un démonstrateur de 1,5 MWe a été mis en service en 2008 sous l'égide du GEIE Exploitation minière de la chaleur associant cinq partenaires industriels (EDF, Électricité de Strasbourg, les Allemands EnBW, Evonik et Pflanzwerke), trois agences publiques de financement (Commission européenne, Ademe pour la France, BMU pour l'Allemagne), et huit partenaires scientifiques (dont le BRGM et le CNRS pour la France). Le raccordement au réseau est effectif depuis octobre dernier. En 2011, une autre étape devrait être franchie avec la récupération de la chaleur résiduelle pour des applications agroalimentaires (séchage de céréales et chauffage de serres). De nouveaux projets sont à l'étude en Alsace du Nord.

Une application a déjà été réalisée par la ville de Landau en Allemagne. En France, de très nombreux projets peuvent être développés dans les bassins d'effondrement (Alsace, Massif central, vallée du Rhône).

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE GÉOTHERMIE

Tabl. n°1

Sites de production d'électricité à partir de géothermie en France

Source : Observ'ER

Nom de l'installation	Puissance installée	Production annuelle
La Bouillante (Guadeloupe)	16 MWe	50 GWh/an
Soultz-sous-Forêts (Bas-Rhin)	1,5 MWe	—

À l'horizon 2020, le potentiel pourrait se situer entre 6 000 et 9 000 MW.

UN NOUVEAU TARIF INCITATIF

L'arrêté sur le nouveau tarif d'achat de l'électricité géothermique est paru en juillet 2010. Il marque le véritable départ de cette filière à fort potentiel. L'ancien arrêté datant de 2006 limitait ce tarif à 12 c€/kWh (10 c€/kWh en outre-mer) avec une prime pour l'efficacité énergétique variant de 0 à 3 c€/kWh. En métropole comme en outre-mer, ce tarif n'était pas porteur. Les professionnels ont donc accueilli avec satisfaction la nouvelle grille qui prévoit une base à 20 c€/kWh en Métropole et 13 c€/kWh en outre-mer, plus une prime d'efficacité énergétique de 0 à 3 c€/kWh. La différence entre les deux tarifs s'explique par la nécessité de forer beaucoup plus profond en métropole pour trouver des températures équivalentes à celles des îles (2 500 à 5 000 mètres *versus* 300 à 1 000 mètres) et aussi par des débits plus forts en zone volcanique qu'en bassin sédimentaire.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

LES ACTEURS INDUSTRIELS

Contrairement à la valorisation thermique qui compte déjà de nombreux intervenants, la filière électricité géothermique est encore confidentielle. Impliqué dans le domaine depuis plus de 30 ans, le BRGM occupe une place centrale grâce notamment à sa maîtrise des technologies d'évaluation et d'exploitation des réservoirs géothermaux. Il est étroitement impliqué dans les deux filières de l'électricité géothermique : en outre-mer *via* sa filiale Géothermie Bouillante (participation d'EDF) et en métropole comme centre de recherche partenaire du GEIE Exploitation minière de la chaleur.

ÉS Géothermie (filiale spécialisée d'Électricité de Strasbourg) est la principale entreprise impliquée dans la filière. Elle assure le transfert de savoir-faire issu du pilote scientifique et compte proposer à des industriels le modèle développé à Soultz. L'entreprise a d'ailleurs déposé trois permis de recherche en Alsace dont un en partenariat avec l'entreprise d'exploration pétrolière Geopetrol et un autre avec Roquette Frères pour la construction d'une centrale de production de chaleur uniquement.

UNE STRUCTURATION RÉCENTE

La filière géothermie s'est récemment structurée en créant l'Association française pour la géothermie divisée en trois branches dont la production d'électricité. Son président est Christian Boissavy, fondateur de l'association européenne homologue EGEC.

FILIÈRE GÉOTHERMIE

De son côté, l'État a créé le Comité national de la géothermie dont la mission est de proposer des mesures favorisant le développement de toutes les filières issues de cette énergie. Il est présidé par Philippe

Vesseron, président d'honneur du BRGM, et compte 37 membres issus de 5 collèges (État, collectivités, entreprises, syndicats, ONG et consommateurs). ●

Les deux voies de la haute température

La production d'électricité géothermique est maîtrisée depuis longtemps avec l'exploitation d'aquifères à forte perméabilité, situés à plus de 1 500 mètres de profondeur et dont la température varie entre 90 et 150 °C. Ces réservoirs, capables de fournir des débits de production de vapeur élevés, sont localisés en principe dans les zones volcaniques ou actives tectoniquement. Pour l'Europe, principalement Toscane, Islande, Açores et quelques îles grecques auxquelles on peut ajouter des territoires d'outre-mer comme la Guadeloupe, la Martinique et la Réunion. Pour produire de l'électricité d'origine géothermique en dehors de ces zones limitées, notamment dans l'Hexagone, il faut réussir à exploiter des roches cristallines chaudes peu perméables. D'abord baptisée géothermie des roches chaudes sèches ou fracturées, elle est désormais dénommée géothermie profonde dite assistée ou stimulée. Elle est développée dans plusieurs pays tels que la France, l'Allemagne ou encore l'Australie. Le potentiel est énorme mais des progrès restent à faire notamment en matière de diminution des coûts des forages profonds pour passer de l'étape de prototypes à celle de centrales commerciales.

Sur le plan technologique, deux procédés sont couramment utilisés. Le cycle de Rankine (Cycle organique de Rankine ou ORC) qui utilise un fluide organique (isobutane, iso pentane) comme fluide de fonctionnement et le cycle Kalina qui utilise une mixture de 70 % d'ammoniac et 30 % d'eau comme fluide caloporteur. Au contact de la chaleur d'origine géothermique, ce fluide intermédiaire va se vaporiser et passer à travers une turbine pour la fabrication d'électricité. Ces technologies, relevant du cycle binaire, ont été mises au point au début des années 1980.



CHIFFRES CLÉS

240 MW

Puissance installée fin 2009

491 GWh

Production électrique en 2009

800 MW

Objectif de puissance supplémentaire installée à l'horizon 2020

La France est dotée d'importantes ressources énergétiques marines. Pourtant, ce potentiel reste inexploité industriellement, car les technologies doivent encore faire leurs preuves. Pionnière il y a 40 ans avec le barrage marémoteur de la Rance, la France a ensuite délaissé la filière. Au vu des nouveaux projets d'énergies marines en cours, témoignant d'une volonté industrielle et politique, un développement industriel pourrait se concrétiser en 2020.

55

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

240 MW DE PUISSANCE INSTALLÉE GRÂCE À L'USINE DE LA RANCE

Si la filière énergies marines a permis la production de 491 GWh d'électricité en 2009, c'est exclusivement grâce à l'usine marémotrice de la Rance située en Région Bretagne, entre Dinard et Saint-Malo. Depuis 1966, la France y exploite le plus grand site de production d'énergies marines au monde. 24 turbines bulbes de 10 MW totalisent une puissance de 240 MW. Les 491 GWh produits en 2009 par l'usine de la Rance représentent 45 % de l'électricité produite par la Région Bretagne. À ce jour, c'est la seule installation d'énergies marines raccordée au réseau en France. Avec la Rance dans les années 1960, puis le développement de l'énergie thermique des mers à Tahiti dans les années 1980, la France s'était placée en pays précurseur sur les énergies marines. Mais, par la suite, cette filière fut délaissée. Depuis quelques années, de nouveaux projets voient le jour et témoignent d'une volonté industrielle et politique renaissante.

La filière énergies marines ou énergies des mers regroupe l'ensemble des énergies renouvelables produites grâce au milieu marin. Les sources exploitables sont nombreuses et nécessitent chacune des technologies très spécifiques : les courants marins, les marées, la houle et les vagues, le gradient thermique... À chaque source correspond donc une sous-filière bien spécifique.

L'ÉNERGIE DES COURANTS MARINS, LA PLUS ATTRACTIVE

Différents types de convertisseurs (turbines, planeurs) permettent d'exploiter l'énergie des courants marins. Selon EDF, le potentiel français techniquement exploitable est de 5 à 14 TWh/an, soit entre 2,5 et 3,5 GW de puissance installée. Parmi les

projets, la société quimpéroise Sabella s'est démarquée en 2008 en immergeant quelques mois le premier prototype français d'hydrolienne devant Bénodet. Sabella travaille aujourd'hui sur une machine de 200 à 500 kW qui pourrait être mise à l'eau fin 2011 près d'Ouessant.

Courant 2008, EDF a annoncé la réalisation d'un démonstrateur entre Paimpol et Bréhat, basé sur les turbines carénées de l'Irlandais OpenHydro. Une première hydrolienne sera testée en 2011, puis 3 autres machines seront installées en 2012, pour un total de 2 MW. DCNS a lancé une étude de faisabilité pour une centrale hydrolienne de 20 MW au large du raz Blanchart, dans la Manche, pour 2013.

Après avoir développé un prototype de roue à aube flottante (Hydro-Gen 1), la société Aquaphile teste sur la côte de Landéda (29) une hydrolienne flottante à hélice (Hydro-Gen 2) de l'ordre de 10 kW. Aquaphile veut commercialiser des machines low-cost dans la gamme 10-300 kW. Projet plus en amont, l'INP de Grenoble, EDF et Converteam travaillent sur une hydrolienne à axe de rotation vertical (projet Harvest). Un prototype de quelques dizaines de kilowatts doit être testé dans un canal près de Grenoble fin 2010, début 2011.

L'ÉNERGIE DES VAGUES, LE PLUS GROS POTENTIEL

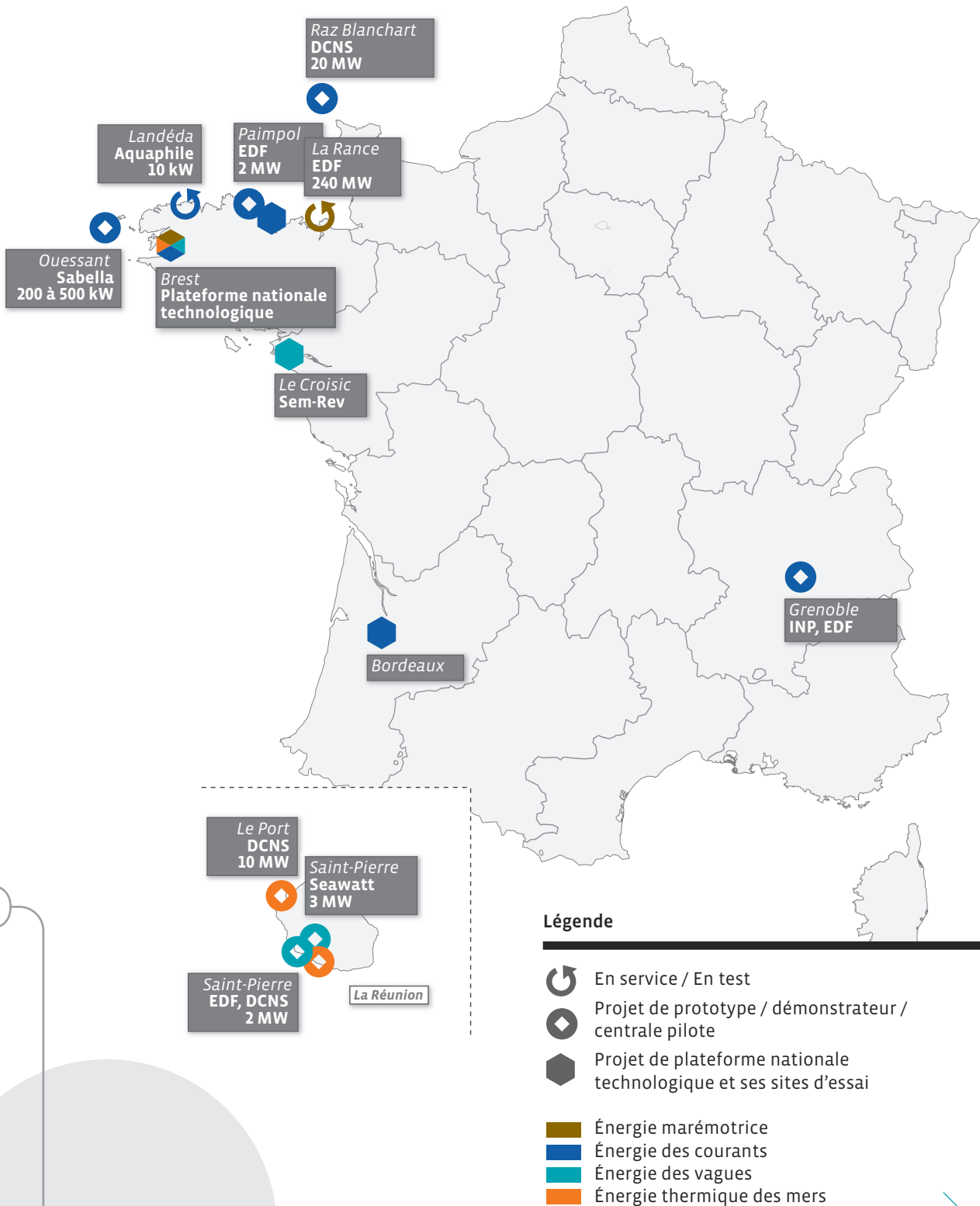
Le potentiel techniquement exploitable de l'énergie houlomotrice en France serait de l'ordre de 40 TWh/an, soit 10 à 15 GW installés. Différents systèmes existent pour convertir cette énergie : colonne d'eau oscillante, flotteurs, systèmes à déferlement ou fixés au fond marin. Peu d'informations circulent sur les projets en cours

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

Carte n°1

Cartographie des projets d'énergies marines en France

Source : Observ'ER



FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

en France. Le projet du flotteur Searev, porté par l'école Centrale de Nantes, est actuellement en stand-by, en recherche de partenaires industriels.

EDF et DCNS travaillent sur un projet de centrale houlomotrice à la Réunion basée sur la technologie australienne CETO. Un prototype sera testé mi-2011, une centrale pilote de 2 à 5 MW est prévue entre 2012 et 2014. Toujours à la Réunion, la société Seawatt prévoit d'installer 4 ou 5 Pelamis (technologie écossaise) au large de Saint-Pierre fin 2011 ou en 2012, pour environ 3 MW.

L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS, L'OPPORTUNITÉ POUR LES DOM-COM

Développée par la France dans les années 1930 puis dans les années 1980, cette technologie consiste à utiliser une différence de température de plus de 20 °C entre les eaux profondes et les eaux de surface pour produire de l'électricité. Le potentiel est localisé dans les 11 millions de km² de la zone économique exclusive (ZEE) des DOM-COM, où cette technologie exploitable en continu pourrait contribuer à l'autonomie énergétique des îles. Principal projet : celui porté par DCNS à la Réunion. Les premières études de faisabilité techniques et économiques lancées en 2009 sont favorables et DCNS prévoit de construire un prototype à terre en 2011, puis une centrale pilote de 10 MW en 2014-2015. DCNS travaille aussi sur une étude de faisabilité à Tahiti.

L'ÉNERGIE MARÉMOTRICE ET LE SITE DE LA RANCE

Reposant sur l'exploitation de l'énergie tirée de la différence de niveau entre deux masses d'eau, l'énergie marémotrice peut être générée par un barrage sur la côte, voire par des lagons artificiels en mer. Trois barrages seulement sont en service dans le monde dont

l'usine de la Rance. Les impacts environnementaux et les coûts d'investissement sont les principaux freins au développement de ces technologies et il n'y a actuellement pas de projet en France.

L'ÉNERGIE OSMOTIQUE, L'UNE DES PLUS CONTRAIGNANTES

Établie sur la récupération de l'énergie libérée en mélangeant des eaux de salinité différente, l'énergie osmotique est aujourd'hui la moins mature des énergies marines. L'Agence régionale de l'énergie Réunion a ainsi réalisé une étude d'opportunité pour un projet pilote à Sainte-Rose à la Réunion et recherche des partenaires industriels.

UNE VISION POUR 2020 : 800 MW

Dans la programmation pluriannuelle des investissements, l'État s'est fixé un objectif de 6 000 MW d'énergies renouvelables en mer en 2020, à réaliser très majoritairement avec l'éolien offshore mais aussi avec les énergies marines. Si aucun objectif précis n'a été fixé pour ces dernières, l'Ademe

Tabl. n°1

Objectif de développement des énergies marines électriques en 2020*

Source : Feuille de route sur les énergies renouvelables marines, 2009, Ademe

Filière	Puissance installée (MW)	Production (TWh)
Hydrolien	400	1,4
Houlomoteur	200	0,8
Énergie thermique des mers	200	1,4

*Issu de la prospective de l'Ifremer sur les énergies marines à l'horizon 2030

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

a publié une feuille de route en 2009 qui détaille la part que pourraient prendre les différentes technologies d'énergies marines en 2020.

LA FILIÈRE INDUSTRIELLE

MISE EN RÉSEAU DES ACTEURS

Actif en 2008-2009, Ipanema (Initiative partenariale nationale pour l'émergence des énergies marines) a permis de fédérer et mettre en réseau près de 130 acteurs français. Portée par plusieurs acteurs publics et privés (Ademe, ministère de l'Écologie, Ifremer, Régions, EDF, DCNS), cette initiative a débouché sur la publication d'un rapport fixant des recommandations pour définir une stratégie commune et une feuille de route volontariste, mettre en place un réseau coordonné des acteurs français, développer des sites d'essais en mer et faciliter le développement de démonstrateurs.

Depuis, les associations professionnelles se sont aussi mobilisées : le Syndicat des énergies renouvelables a créé une commission énergies marines en avril 2009, tout comme le cluster maritime français qui a formé un groupe de travail sur le sujet.

LES GRANDS INDUSTRIELS S'IMPLIQUENT

En grande majorité, les projets sont lancés par des laboratoires ou de très petites entreprises qui cherchent des partenaires industriels ou de recherche pour monter des dossiers de financement. De grands groupes participent désormais aux projets, comme Technip, Saipem, Areva, Total, Veolia... Spécialisé à l'origine dans les systèmes navals de défense, DCNS a ouvert un incubateur dédié aux énergies marines à Brest.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

Côté fabricant de turbine, le Français Alstom Hydro a signé un accord de coopération pour commercialiser les hydroliennes du Canadien Clean Current, actuellement en test en Nouvelle-Écosse.

FINANCER LES DÉMONSTRATEURS

Le financement des démonstrateurs est une étape clé pour accompagner le développement de la filière. Dans le cadre du Fonds démonstrateur mis en place avec le Grenelle de l'environnement, l'Ademe a lancé, le 20 juillet 2009, un appel à manifestation d'intérêt (AMI) pour des démonstrateurs de recherche en énergies marines. Le fonds démonstrateur a été supprimé en juillet 2010 et l'AMI en cours d'instruction est passé dans le mécanisme des investissements d'avenir (AI), piloté par le Commissariat général à l'investissement (grand emprunt). Nouveauté, il prévoit un retour sur investissement pour l'État, et cible donc plutôt des projets plus en aval. Ce nouveau mécanisme de financement de démonstrateurs et plateformes technologiques est doté de 1,35 milliard d'euros pour les énergies renouvelables et décarbonées.

L'AIDE À LA RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT : UNE PLATEFORME NATIONALE ET DES SITES D'ESSAIS EN PROJET

En décembre 2009, le Premier ministre François Fillon a annoncé la création d'une plateforme nationale sur les énergies marines, basée à Brest. Pilotée par Ifremer, la plateforme baptisée France Énergies Marines s'articulera autour de trois domaines d'activité : recherche et développement, sites d'essais et validation de

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

démonstrateurs, centre de ressources et de formation. Elle pourrait être financée dans le cadre de l'appel à projets sur les instituts d'excellence, lancé fin 2010 par l'Agence nationale de la recherche. Plusieurs sites d'essais sont envisagés pour que les industriels et développeurs testent et perfectionnent leurs prototypes : Paimpol Bréhat (hydrolien), Bordeaux (courants d'estuaire), la Réunion (houlomoteur et énergie ther-

mique des mers) ainsi que le site Sem-Rev au large du Croisic (houlomoteur).

Ce dernier site est un projet à part, lancé en 2008 par l'école Centrale de Nantes. Financé en partie dans le cadre du contrat de projet État-Région des Pays de la Loire, il représente un budget de 5,8 millions d'euros. Le site devrait être opérationnel à l'automne 2011. Sept à huit personnes travailleront dans un laboratoire de l'ECN à terre. ●

60

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

[Retour
au sommaire](#)

CHIFFRES CLÉS

10 kW

Puissance installée fin 2009

540 MW

Objectif de puissances installées à fin 2020

10 %

de l'énergie électrique solaire à fin 2020

Le réchauffement climatique et la nouvelle hausse du prix des énergies fossiles ont relancé la filière dans les années 2000 et contribué à de nouvelles réflexions autour d'une technologie qui, en France, en 2010, n'est réellement concrétisée que par le seul projet Eurodish situé à Odeillo (Languedoc-Roussillon). Avec les énergies marines, la filière héliothermodynamique ne participe actuellement pas à la production effective d'électricité en France. Son actualité est dans le développement de projets pilotes ou dans la recherche et développement pour mettre au point des technologies qui auront surtout vocation à être exportées dans des zones plus ensoleillées que l'Europe de l'Ouest.

61

FILIÈRE HÉLIOTHERMODYNAMIQUE

Observ'ER

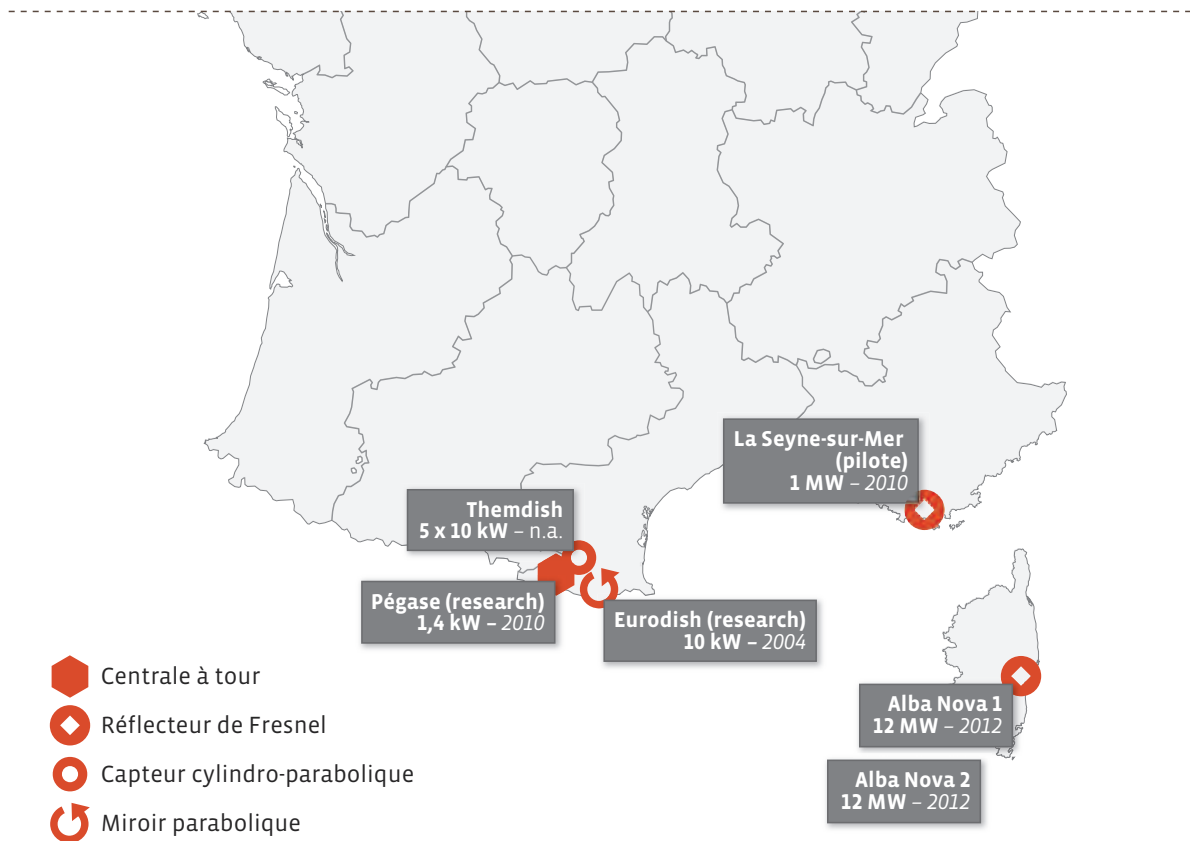
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HÉLIOTHERMODYNAMIQUE

Carte n°1

Cartographie des projets héliothermodynamiques en France

Source : Observ'ER



UNE FILIÈRE FRANÇAISE PAS SI JEUNE

L'héliothermodynamique française ne date pas d'hier. Dans les années 1980, le pays s'est trouvé à la pointe du secteur avec la mise en service de Thémis (à Targassonne dans les Pyrénées-Orientales), une centrale à tour d'une capacité de 2 500 kW, inaugurée en 1983. Mais trois ans plus tard seulement, l'aventure s'achève : le prix des énergies fossiles étant reparti à la baisse après le choc pétrolier, EDF, alors opérateur de la centrale, ne la considère pas comme rentable et arrête son exploitation.

Environ 1 000 MW utilisant les différentes technologies sont installés à travers le monde. Au niveau européen, l'Espagne est le seul véritable pays à posséder une filière héliothermodynamique d'envergure avec 132 MW installés.

LES PROJETS INDUSTRIELS

Devant le retard accumulé par la France dans le domaine aujourd'hui, les entre-

Quatre technologies différentes

Le principe de base de l'héliothermodynamique consiste à utiliser des miroirs pour concentrer les rayons du soleil sur un fluide qui se transforme alors en vapeur et actionne une turbine, produisant ainsi de l'électricité.

Pour exploiter au mieux ce principe, quatre technologies existent aujourd'hui au stade industriel :

- *Dans des centrales à tour comme Thémis, des centaines, voire des milliers de miroirs concentrent les rayons sur un récepteur central placé au sommet d'une tour.*
- *Des miroirs paraboliques, en forme d'assiette, suivent la course du soleil et concentrent les rayonnements vers un récepteur, situé au foyer de la parabole.*
- *Des capteurs cylindro-paraboliques sont composés de miroirs en forme d'auge, qui concentrent les rayons du soleil vers un tube, placé sur la ligne focale.*
- *Des réflecteurs de Fresnel compacts linéaires, composés d'une série de lames de miroirs mobiles, sont une variante des concentrateurs cylindro-paraboliques.*

prises françaises du secteur ont deux options pour se remettre à niveau : investir dans des sociétés déjà existantes ou s'engager en fonds propres dans de nouveaux projets.

Les grands groupes français Areva et Alstom ont opté pour la première solution. En février 2010, le spécialiste du nucléaire Areva a acheté la société américaine Ausra, concepteur et distributeur de concentrateurs linéaires de Fresnel. Quelques mois plus tard, en mai, Alstom annonçait un investissement de 55 millions de dollars dans Bright Source Energy, développeur et exploitant de centrales à tour, devenant ainsi l'un des principaux actionnaires de la société.

La CNIM (Construction navale et industrielle de la mer Méditerranée) et sa filiale Bertin technologies ont quant à elles opté pour la seconde approche et investi en fonds propres afin de développer leur prototype. Inauguré à la Seyne-sur-Mer, dans le Var, en juillet, celui-ci est basé sur la technologie des miroirs de Fresnel. Constituée

d'un module de 720 m² utilisant l'eau comme fluide caloporteur, l'unité affiche une puissance supérieure à 500 kWth, qui pourrait atteindre 1 MW dans les régions cibles du produit, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Le groupe ne compte pas s'arrêter là : il envisage la construction à Llo, dans les Pyrénées-Orientales, d'un démonstrateur industriel de 700 000 m² qui associera 100 modules et servira de « centrale témoin » pour l'exportation de sa technologie. La CNIM, qui a investi 2 millions d'euros dans le prototype de la Seyne-sur-Mer, compte en effet le fabriquer en série pour moins de 200 000 euros. Le groupe espère pouvoir commencer la construction de la centrale en 2011 et la mettre en service deux ans plus tard. Selon Roger Pujol, qui est également directeur général de la division Énergie solaire du groupe, « ce démonstrateur pourrait faire partie des démonstrateurs financés dans le cadre du grand emprunt ».

FILIÈRE HÉLIOTHERMODYNAMIQUE

Autre acteur majeur de l'héliothermodynamique français, la société Solar Euromed a su rebondir après l'échec du projet Solenha. Celui-ci, premier de son genre en France, devait utiliser des récepteurs cylindro-paraboliques avec de l'huile comme fluide caloporteur ainsi qu'un stockage aux sels fondus. Mais cette solution aurait entraîné une classification de la centrale selon la directive Seveso sur le territoire et le projet a donc été abandonné. Solar Euromed a repensé la technologie et a mis au point une centrale à génération directe de vapeur utilisant les concentrateurs de Fresnel. Un prototype, mis au point en partenariat avec le CNRS et le CEA/Ines, devrait voir le jour en 2011 dans les Pyrénées, tandis que la société envisage la mise en place d'un démonstrateur industriel de 12 MW, baptisé Alba Nova 1, en Corse. Un deuxième démonstrateur de 12 MW, Alba Nova 2, combinant biomasse et solaire thermique à concentration, pourrait voir le jour un an après. Solar Euromed a également signé un contrat-cadre avec le Soudan pour le développement, la construction et l'exploitation d'un programme de centrales solaires de 2 000 MW sur dix ans. Ce contrat va permettre à la société de passer dans la foulée de ses démonstrateurs au stade commercial avec la construction, dès 2012, d'une première unité de 250 MW.

Le regain d'intérêt pour le solaire thermique à concentration en France est également marqué sur le plan institutionnel. Le SER a ainsi créé cette année une commission « Solaire thermodynamique » qui a pour objectif de représenter la filière auprès des pouvoirs publics, de réaliser des outils d'information, d'assurer une veille active sur tous les sujets juridiques, économiques, techniques et environnementaux liés à l'énergie solaire thermodynamique.

La commission sera également chargée du suivi des projets en cours, en particulier le Plan solaire méditerranéen, et de l'accompagnement des acteurs de la filière à l'international.

« L'autre signe fort de la progression de la France dans la filière est également le fait que SolarPaces se soit tenu sur le territoire cette année », se réjouit Marc Benmarraze, P-DG de Solar Euromed. La seizième conférence SolarPaces du programme éponyme de l'Agence internationale de l'énergie dédié à l'héliothermodynamique a en effet eu lieu à Perpignan du 21 au 25 septembre et a rassemblé près de 800 participants.

LES AXES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

En parallèle aux projets industriels qui se développent, des travaux de recherche et développement sur les technologies de la filière se poursuivent. Outre la renaissance du projet Thémis et les recherches menées par le CNRS (voir encadré page suivante), de nouvelles actions ont été engagées en France. L'Ines (Institut national de l'énergie solaire) par exemple a installé sur son campus, en partenariat avec un industriel, une centaine de mètres carrés de récepteurs de type miroir qui permettront de chauffer de l'huile thermique haute température jusqu'à 300 °C à partir de l'énergie du soleil. « Cette unité n'est qu'une boucle thermique, elle ne produira pas d'électricité mais elle est destinée à tester la technologie propre de concentrateur linéaire développée par l'Ines, explique Patrice Tochon, chef du laboratoire en charge du projet. Ce prototype de R&D fait partie d'un programme plus ambitieux qui verra la

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

FILIÈRE HÉLIOTHERMODYNAMIQUE

mise en place de projets industriels de grande taille. »

Enfin, on peut noter le programme MiCST (pour MicroCentrale Solaire Thermodynamique) du groupe français Schneider Electric, lancé fin avril 2010, qui vise à mettre au point une centrale solaire thermodynamique miniature pour des sites non raccordés au réseau. Ces équipements seraient particulièrement destinés aux pays en développement disposant d'un fort ensoleillement. Le développement de ce projet ambitieux, où beaucoup restera à faire pour parvenir à une offre commerciale, durera 42 mois et rassemblera au total 12 partenaires, du monde industriel ou académique, avec le soutien de l'Ademe.

filière héliothermodynamique française devrait continuer à se dessiner au cours des prochaines années. Le plan d'action national estime que, sur les 5 400 MW de solaire qui devront être installés en France d'ici à 2020, 10 %, soit 540 MW, pourront provenir du solaire thermodynamique. « Même si la France n'a que de faibles capacités en termes de solaire thermique à concentration puisque l'ensoleillement et le foncier disponibles y sont limités, il est de toute façon indispensable que les industriels français puissent tester leurs produits sur le territoire pour ensuite les exporter », rappelle Gilles Flamant, directeur du laboratoire Promes du CNRS. ●

10 % DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE SOLAIRE D'ICI À 2020

Au regard des investissements qui ont été faits au cours de l'année 2010, l'avenir de la

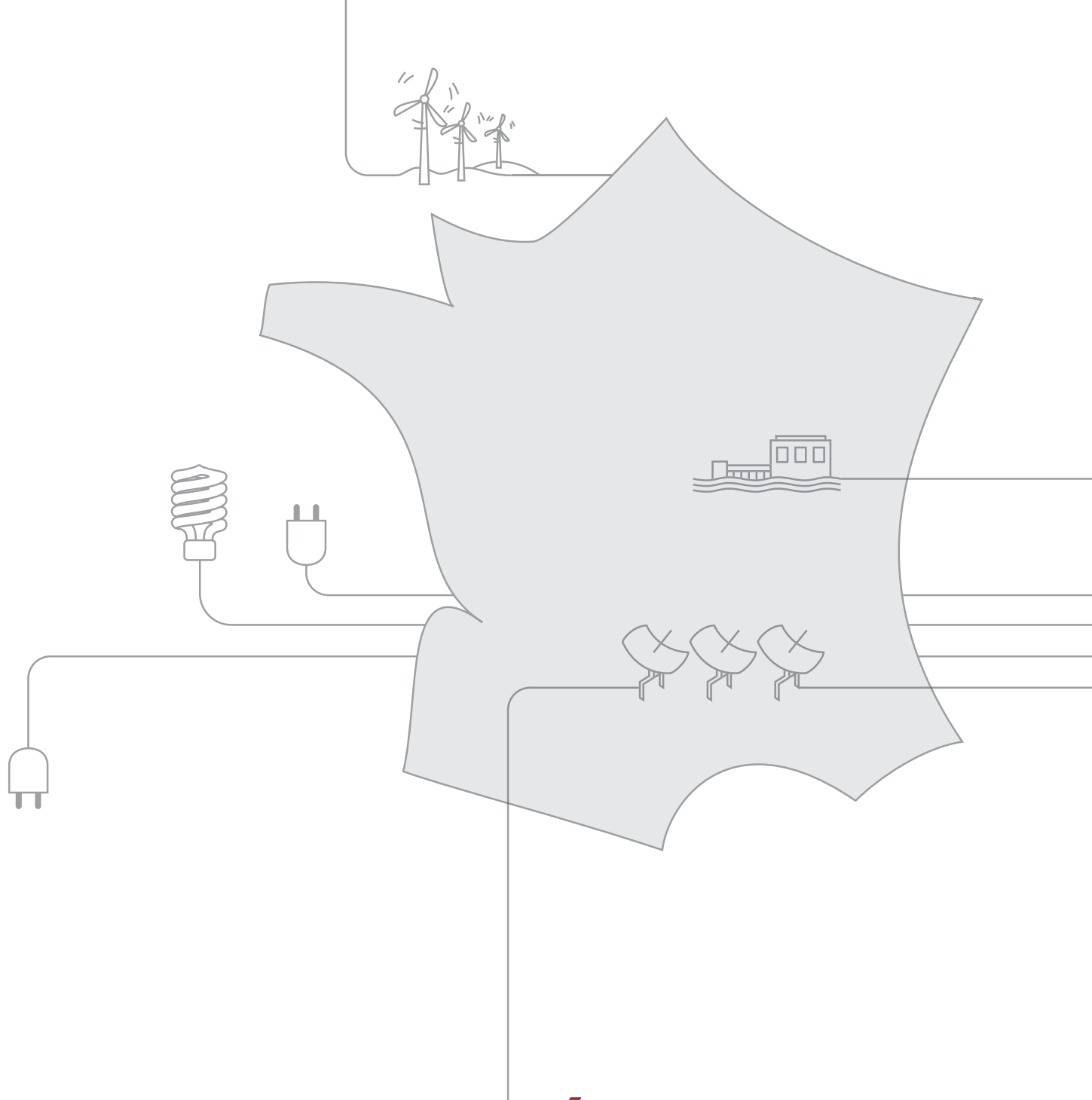
Le CNRS à la pointe de la R&D française

Après avoir été utilisée pendant près de 20 ans pour des recherches en astronomie, la centrale Thémis a repris du service dans le cadre de la recherche et développement français et est aujourd'hui utilisée par le programme Pégase du CNRS. « Il n'est pas question de refaire Thémis "comme en 1980", précise Gille Flamant, directeur du laboratoire Promes en charge de Pégase. Aujourd'hui, nous travaillons sur la nouvelle génération de solaire thermique à concentration, en essayant de mettre au point une turbine à gaz et non à vapeur. Thémis devient un laboratoire à vocation industrielle. » Le programme Pégase se situe à la pointe des recherches dans le domaine et devrait conduire à un démonstrateur de 400 kW d'ici à 2013. Le CNRS travaille également sur les carburants solaires et sur le stockage de l'énergie solaire.

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

**Retour
au sommaire**



66

PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

Tabl. n°1

Parcs régionaux de puissances installées en MW

Sources : SoeS/ERDF

	Éolien	Petite hydraulique	Grande hydraulique ¹	Photovoltaïque	Biogaz	Déchets urbains ²	Géothermie	Total
Alsace	s	8,0	1 407,0	7,4	2,4	38,1	1,5	1 464,4
Aquitaine	s	178,0	365,0	37,8	5,6	29,9	0,0	616,3
Auvergne	129,0	103,0	913,0	9,4	2,5	s	0,0	1 156,9
Basse-Normandie	183,0	14,0	13,0	4,3	3,8	s	0,0	218,1
Bourgogne	62,0	29,0	26,0	10,4	0,9	11,2	0,0	139,4
Bretagne	531,0	23,0	255,0	24,9	0,2	30,1	0,0	864,3
Centre	451,0	20,0	72,0	7,9	5,6	43,1	0,0	599,6
Champagne-Ardenne	560,0	25,0	808,0	5,9	3,9	14,0	0,0	1 416,8
Franche-Comté	30,0	71,0	520,0	5,4	0,0	12,3	0,0	638,7
Haute-Normandie	147,0	17,0	0,0	2,5	2,5	56,0	0,0	225,0
Île-de-France	s	20,0	0,0	6,7	51,6	259,5	0,0	337,8
Languedoc-Roussillon	394,0	151,0	566,0	60,4	8,1	41,5	0,0	1 220,9
Limousin	s	96,0	1 081,0	5,6	0,0	3,6	0,0	1 186,1
Lorraine	493,0	101,0	0,0	8,0	4,2	12,0	0,0	618,1
Midi-Pyrénées	322,0	516,0	4 132,0	31,7	10,2	26,2	0,0	5 038,1
Nord-Pas-de-Calais	308,0	s	0,0	10,2	16,6	65,6	0,0	400,4
Pays de la Loire	323,0	8,0	0,0	44,9	11,6	26,9	0,0	414,4
Picardie	738,0	4,0	0,0	2,2	11,2	14,0	0,0	769,4
Poitou-Charentes	86,0	28,0	0,0	10,1	1,0	s	0,0	125,1
Provence-Alpes-Côte d'Azur	47,0	182,0	3 078,0	70,9	10,1	57,5	0,0	3 445,5
Rhône-Alpes	143,0	456,0	10 107,0	55,0	6,3	86,6	0,0	10 853,9
Corse	18,0	30,0	133,0	1,6	1,7	0,0	0,0	184,3
Guadeloupe	26,4	8,7	0,0	16,0	0,6	0,0	16,0	67,6
Guyane	0,0	115,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	117,0
Martinique	1,1	0,0	0,0	17,0	0,0	7,0	0	25,1
Réunion	14,8	120,5	0,0	52,8	4,2	0,0	0,0	192,3

S : Secret statistique. Cette règle s'applique lorsqu'un chiffre régional concerne moins de trois sites de production ou qu'un seul site représente plus de 85 % de la puissance totale d'une Région.

¹Chiffres incluant le site de la Rance mais hors centrale de pompage.

²Puissance des installations pour l'ensemble des déchets qu'ils soient renouvelables ou non.

LES PUISSANCES ÉLECTRIQUES

L'objectif du baromètre étant d'avoir une dimension territoriale, ce tableau regroupe les données les plus récentes sur les puissances régionales par filière. Les filières éolien, photovoltaïque et biogaz sont présentées dans leur bilan à fin juin 2010. Les

puissances de l'ensemble des autres filières sont pointées à fin décembre 2009. La seule filière absente est celle de la biomasse solide. Aucune publication ne présente le détail actuel des 265 MW de puissance nationale de cette filière.

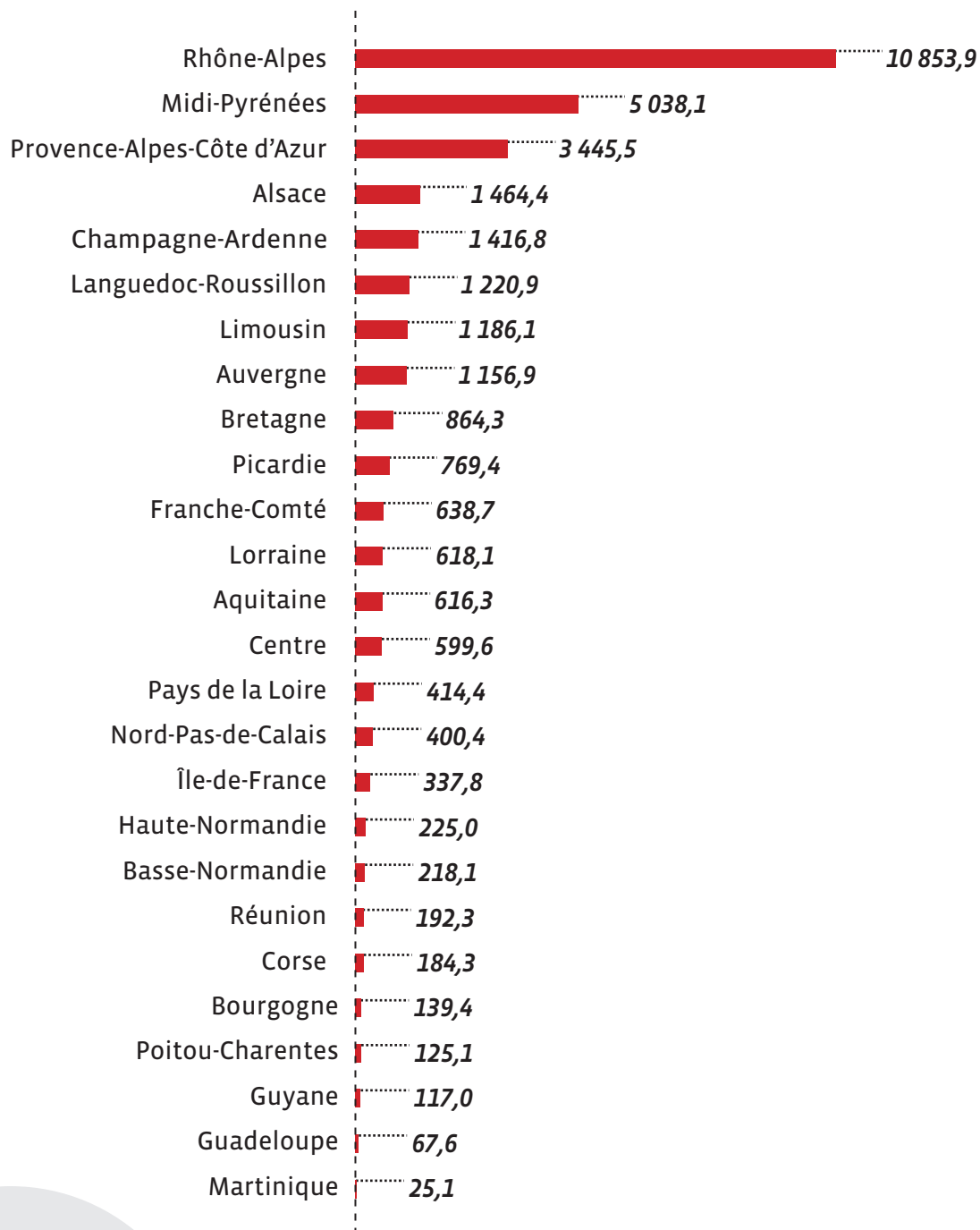
Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

Graph. n°1

Classement des Régions suivant les puissances installées en MW

Sources : SOeS/ERDF



Tabl. n°2

Productions régionales électriques renouvelables en GWh

Sources : SoeS/ERDF

	Éolien	Photovoltaïque	Hydraulique	Géothermie	Toutes filières biomasse	Total
Alsace	s	9,8	7 448	0	83	7 541
Aquitaine	s	6,8	1 676	0	427	2 110
Auvergne	208	3,9	1 361	0	s	1 573
Basse-Normandie	250	1,2	48	0	s	299
Bourgogne	s	3,1	92	0	35	130
Bretagne	731	7,3	558	0	65	1 362
Centre	949	2,3	94	0	129	1 174
Champagne-Ardenne	564	2,3	819	0	60	1 445
Corse	29	0,3	481	0	0	510
Franche-Comté	52	2,6	568	0	28	651
Haute-Normandie	228	0,6	0	0	490	719
Île-de-France	s	2,1	43	0	766	811
Languedoc-Roussillon	903	32,3	2 120	0	104	3 159
Limousin	s	1,7	1 587	0	265	1 854
Lorraine	786	2,4	245	0	138	1 171
Midi-Pyrénées	524	11,8	9 322	0	242	10 100
Nord-Pas-de-Calais	525	3,5	1	0	217	747
Pays de la Loire	408	20,2	0	0	74	502
Picardie	1 046	0,9	0	0	77	1 124
Poitou-Charentes	150	6,8	112	0	s	269
Provence-Alpes-Côte d'Azur	110	22	10 386	0	286	10 804
Rhône-Alpes	346	18,7	24 538	0	238	25 140
DOM-TOM	68	50	916	50	326	1 410

S : Secret statistique. Cette règle s'applique lorsqu'un chiffre régional concerne moins de trois sites de production ou qu'un seul site représente plus de 85 % de la puissance totale d'une Région.

69

La première Région est Rhône-Alpes qui représente un tiers de l'ensemble de la France (métropole + Dom). Viennent ensuite Midi-Pyrénées et PACA. Il est intéressant de noter que, si l'on met de côté la filière hydraulique (grande et petite) et que l'on ne conserve que les filières renouvelables électriques qui se sont développées au cours des quinze dernières années, le classement est bien différent. C'est alors la Picardie qui arrive en tête avec 765,4 MW, suivie de la Bretagne (586,3 MW) et de la

Champagne-Ardenne (583,8 MW). La hiérarchie est alors surtout déterminée par celle de la filière éolienne.

LES PRODUCTIONS ÉLECTRIQUES RÉGIONALES

Sur la production électrique renouvelable, les chiffres régionaux du SOeS font état des filières éolien, photovoltaïque, hydrau-

Observ'ER

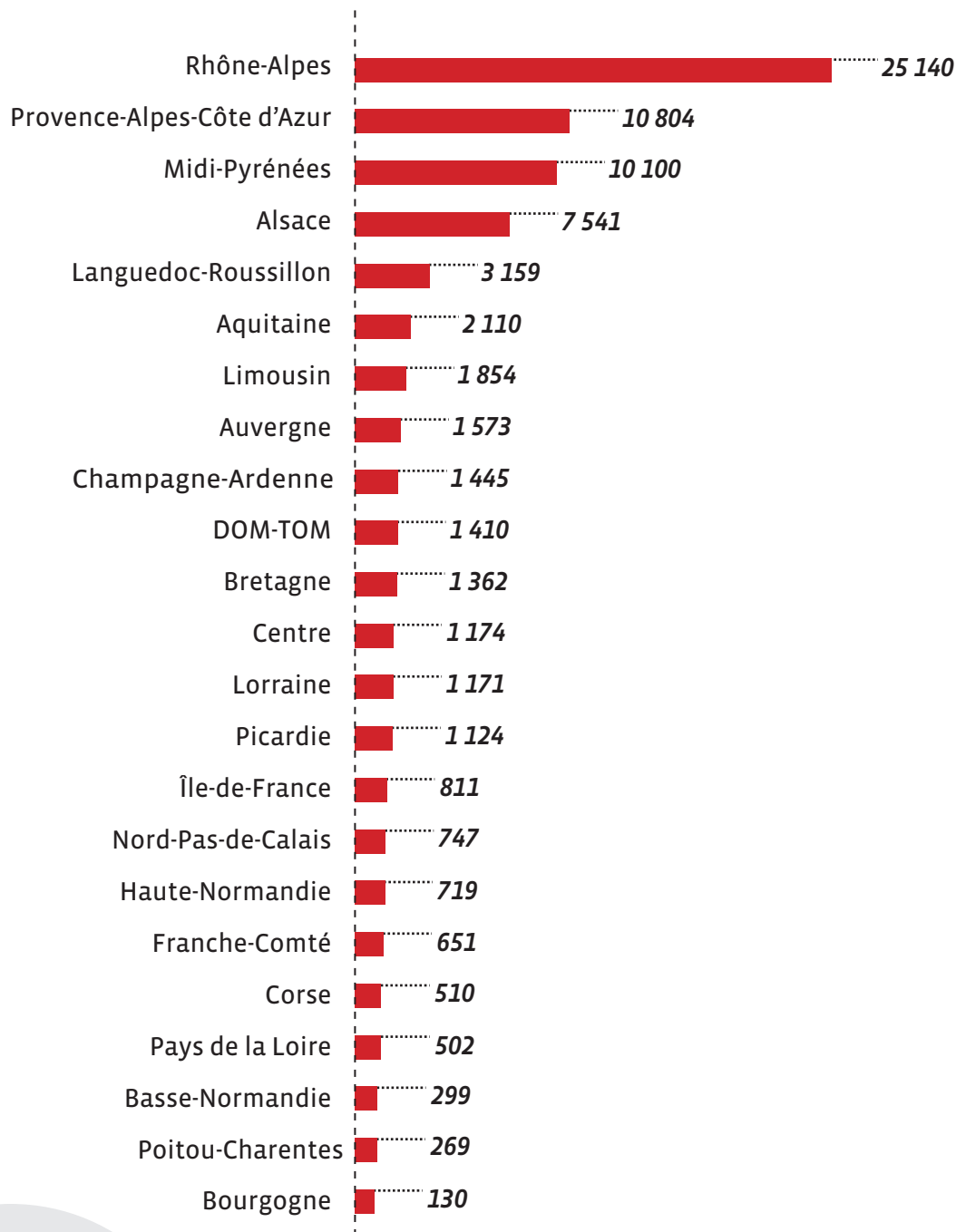
Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

PANORAMA RÉGIONAL

Graph. n°2

Classement des Régions suivant la production électrique renouvelable en GWh

Source : SOeS



70

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

PANORAMA RÉGIONAL

lique et géothermique pour l'année 2009. En revanche, l'énergie biomasse dans sa globalité (biomasse solide, biogaz, incinération de déchets) n'est disponible suivant un découpage régional que pour l'année 2008. Ces filières évoluant plus lentement que l'éolien et le photovoltaïque, il y a pertinence à présenter un tel tableau. Comme pour les puissances installées, sur l'ensemble des filières, c'est Rhône-Alpes

qui est la première Région française avec également un tiers de la production (25 140 GWh). Provence-Alpes-Côte d'Azur prend la deuxième place avec 10 804 GWh devant Midi-Pyrénées (10 100 GWh). Le même classement, sans la part de la production hydraulique, fait à nouveau apparaître la Picardie comme première Région française grâce à son parc éolien. ●

71

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

**Retour
au sommaire**

La liste ci-dessous présente un état des lieux des Observatoires régionaux existant en France. Ce travail a cherché à être le plus complet possible sans toutefois prétendre à l'exhaustivité. Si un organisme vous semble manquant, merci de nous le signaler.

ALSACE

- **Energivie**

<http://www.energivie.fr/>

Documents de promotion des énergies renouvelables (données 2009 disponibles)

AQUITAINE

- **Site de l'Éco-Innovation en Aquitaine**

<http://eco-innovation.aquitaine.fr/>

Site d'information généraliste sur l'éco-innovation (données 2009 disponibles)

- **Observatoire de l'énergie d'Aquitaine (OREAQ)**

Pas de site internet pour le moment

BASSE-NORMANDIE

- **Biomasse Normandie**

<http://www.biomasse-normandie.org/>

Récapitulatif des installations énergies renouvelables dans la Région et les départements normands (données 2009 disponibles)

BOURGOGNE

- **Alterre Bourgogne**

<http://www.alterre-bourgogne.fr/>

Le tableau de bord de l'environnement (données 2008 disponibles)

BRETAGNE

- **Bretagne Environnement**

<http://www.bretagne-environnement.org/>

Suivi de la production d'énergie en Bretagne (données 2008 disponibles)

CENTRE

- **Observatoire des énergies en Région Centre**

<http://www.observatoire-energies-centre.org/>

La production d'énergie en Région Centre (données 2007 disponibles)

CORSE

Un observatoire de l'énergie est en projet

FRANCHE-COMTÉ

- **Observatoire territorial énergétique de la Région F-C (OPTEER)**

<http://opteer.test.iad-informatique.com/index.php>

Portail d'information énergétique sur la Région

HAUTE-NORMANDIE

- **Agence régionale de l'environnement (AREHN)**

<http://www.arehn.asso.fr/>

Bilan énergétique régional (données 2002 disponibles)

ÎLE-DE-FRANCE

- **Réseau de l'observation des statistiques de l'énergie (ROSE)**



OBSERVATOIRES RÉGIONAUX

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

OBSERVATOIRES RÉGIONAUX

<http://www.arenidf.org/fr/ROSE-Reseau-dObservation-Statistique-deLEnergie-et-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-en-Ile-de-France-274.html>
Bilan énergétique régional (données 2005 disponibles)

- **ARENE**

<http://www.arenidf.org/fr/Accueil-16.html>
Tableau de bord de l'énergie en Île-de-France : édition 2010 (données 2005 disponibles)

MIDI-PYRÉNÉES

- **Observatoire régional de l'énergie en Midi-Pyrénées (OREMIP)**
<http://www.oremip.fr/content>
- **Agence régionale pour l'environnement de Midi-Pyrénées (ARPE)**
<http://www.arpe-mip.com/html/index.php>
Les chiffres clés de l'énergie en Midi-Pyrénées (données 2008 disponibles)

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

- **Observatoire régional de l'énergie Provence-Alpes-Côte d'Azur (ORE)**
<http://www.regionpaca.fr/notre-region/energie-agir/observatoire-de-lenergie.html>
Bilan énergétique régional (données 2008 disponibles)

- **Agence régionale pour l'environnement (ARPE)**
<http://www.arpe-paca.org/>

POITOU-CHARENTES

- **OREGES Poitou-Charentes**
<http://www.arecpc.com/>
État des lieux des énergies renouvelables en Poitou-Charentes (données 2009 disponibles)

RHÔNE-ALPES

- **Rhône-Alpes Énergies Environnement**
<http://www.raee.org/>
Bilan énergétique et bilan des émissions de gaz à effet de serre en Rhône-Alpes (données 2006 disponibles)
- **OREGES Rhône-Alpes**
<http://www.oreges.rhonealpes.fr/>
Chiffes clés (données 2008 disponibles)

LA RÉUNION

- **Observatoire régional de l'énergie**
<http://www.arer.org/>
Bilan énergétique de l'île de la Réunion (données 2008 disponibles)

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France

ORGANISMES

- Ademe
- AMORCE – Les Élus et l'Éolien
- AFGTH (Association française pour la géothermie)
- Association Record
- Baromètres EurObserv'ER
- BTM Consult
- Club Biogaz
- Copacel
- EDF SEI
- ERDF
- ÉS Géothermie (Électricité de Strasbourg)
- EWEA / EU-OEA
- France-hydroélectricité
- Ifremer
- INRA de Narbonne
- Observ'ER – Le Journal de l'Éolien
- Observ'ER – Le Journal du Photovoltaïque
- SER FEE / SER SOLER
- SOeS
- SVDU (Syndicat national du traitement et de la valorisation des déchets urbains)

PUBLICATIONS

- « Évaluation prospective 2020-2050 de la contribution du secteur biomasse énergie aux émissions nationales de polluants atmosphériques », Ademe, CIEPA, Énergies Demain ; novembre 2009.
- « Évaluation du gisement de bois pour l'énergie », IFN, FCBA, Solagro, Ademe ; février 2010.
- « Le bois énergie et la qualité de l'air », Ademe ; juillet 2009.
- « La géothermie, quelles technologies pour quels usages ? » Ademe, BRGM ; Éditions BRGM ; novembre 2008.

- « Marchés, emplois et enjeu énergétique des activités liées à l'amélioration de l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables : situation 2008-2009 – perspectives 2010 », Ademe ; octobre 2010
- La Lettre du CIBE


SITES INTERNET

- www.ademe.fr
- www.anr-symbiose.org
- www.biogaz.atee.fr
- www.biomasse-normandie.org
- www.cibe.fr
- www.copacel.fr
- www.energies-renouvelables.org
- www.enr.fr
- www.erdfdistribution.fr
- www.euroserv-er.org
- www.ewea.org
- www.france-hydro-electricite.fr
- www.geothermie-perspectives.fr
- www.geothermie-soultz.fr
- www.ifremer.fr
- www.incineration.org
- www.pole-mer-bretagne.com
- www.pvlegal.eu
- www.record-net.org
- http://sei.edf.com
- www.sinoe.org
- www.statistiques.equipement.gouv.fr
- www.suivi-eolien.com
- www.windbarriers.eu
- www.montpellier.inra.fr

LISTE DES SOURCES UTILISÉES

Observ'ER

Le Baromètre 2010
des énergies renouvelables
électriques en France



*Ce document est téléchargeable
au format PDF sur :
www.energies-renouvelables.org*



RENSEIGNEMENTS ET INFORMATIONS

Pour de plus amples renseignements sur le baromètre des énergies renouvelables électriques en France, veuillez contacter :

Diane Lescot, Frédéric Tuillé, Gaëtan Fovez

OBSERV'ER

146, rue de l'Université
75007 Paris

TÉL.

+ 33 (0) 1 44 18 00 80

FAX.

+ 33 (0) 1 44 18 00 36

E-MAIL

observ.er@energies-renouvelables.org

INTERNET

www.energies-renouvelables.org





Observ'ER

146 rue de l'Université
75007 Paris

Tél. : + 33 (0) 1 44 18 00 80

www.energies-renouvelables.org

