

9^e édition



LE BAROMÈTRE 2018

DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Observ'ER



Ce baromètre a été réalisé et édité par Observ'ER.

Il est téléchargeable en format PDF sur :

- www.energies-renouvelables.org
- www.fnccr.asso.fr



Directeur de la publication : Vincent Jacques le Seigneur

Directrice adjointe : Diane Lescot

Rédacteurs : Julien Courtel, Géraldine Houot et Nolwenn Le Jannic sous la direction de Frédéric Tuillé, responsable des études

Responsable des produits éditoriaux : Romain David

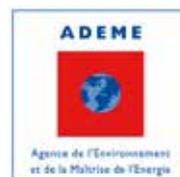
Secrétaire de rédaction : Charlotte de L'escale

Conception graphique : Lucie Baratte/kaleidoscopeye.com

Réalisation graphique : Audrey Elbaz

Le contenu de cette publication n'engage que la responsabilité d'Observ'ER et ne représente pas l'opinion de la FNCCR ni celle de l'Ademe. Celles-ci ne sont pas responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

**Un ouvrage réalisé
en partenariat avec
la FNCCR et l'Ademe.**



AVANT-PROPOS	3
ÉDITO	4
ÉOLIEN	7
PHOTOVOLTAÏQUE	18
HYDRAULIQUE	31
BIOMASSE SOLIDE	44
BIOGAZ	53
DÉCHETS URBAINS RENOUEVABLES	63
GÉOTHERMIE	71
ÉNERGIES MARINES RENOUEVABLES	79
SOLAIRE À CONCENTRATION	89
SYNTHÈSE	97
DOSSIER DU BAROMÈTRE : MOBILITÉ ÉLECTRIQUE	102
PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUEVABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE	115
LES RÉGIONS À LA LOUPE	129
LEXIQUE ET SOURCES	169

SOMMAIRE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Pour la neuvième année, **Observ'ER** réalise son **“Baromètre des énergies renouvelables électriques en France”**. **Toutes les filières renouvelables de production électrique sont analysées à travers un ensemble d'informations et d'indicateurs énergétiques, socio-économiques et industriels.**

Pour chacun des secteurs étudiés, ce baromètre propose une lecture dynamique

du développement actuel à la lumière des points d'actualité les plus récents. L'ensemble de ces éléments constitue un panorama complet de l'état de structuration des secteurs électriques renouvelables en France.

Ce baromètre est uniquement disponible en format électronique et il est téléchargeable sur les sites d'Observ'ER et de la FNCCR.

Note méthodologique

Sources des données

Ce baromètre propose un ensemble d'indicateurs relatifs à la production d'électricité ainsi qu'aux parcs de production de source renouvelable en France.

Les indicateurs de puissances installées sont issus des données du SDES (service de la donnée et des études statistiques), d'Enedis, pour la partie continentale, et d'EDF pour les territoires insulaires. Les données de production d'électricité sont basées sur les chiffres du SDES et du RTE.

Pour les filières éolienne et photovoltaïque, les résultats de collectes mises en place par Observ'ER, publiés respectivement dans l'“Atlas de l'éolien 2018” (cf. Le Journal de l'éolien n° 29) et dans l'“Atlas du photovoltaïque 2018” (cf. Le Journal du photovoltaïque n° 28) ont été utilisés.

Les indicateurs socio-économiques d'emplois et de chiffres d'affaires sont issus de l'étude diffusée par l'Ademe en 2018 : “Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables”.

Les informations publiées dans ce baromètre sont basées sur des données arrêtées à la date du 30 septembre 2018. Les indicateurs repris dans cette publication sont soumis à des consolidations par les organismes qui les élaborent et les diffusent ; ils peuvent donc être corrigés a posteriori.

3

AVANT-PROPOS

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France



Depuis cinq ans, la FNCCR Territoire d'énergie s'associe au "Baromètre annuel des énergies renouvelables électriques" édité par Observ'ER, avec le soutien de l'ADEME. Cinq années au cours desquelles la transition énergétique s'est accélérée, rendant cet observatoire indispensable pour les acteurs et observateurs du secteur des énergies renouvelables, non seulement parce qu'il assure un suivi filière par filière, mais aussi parce qu'il restitue les initiatives au plus près des territoires. Montrant ainsi combien les collectivités s'engagent et prennent des initiatives qui ancrent la transition énergétique dans la durée, en développant des projets innovants, associant public et privé et, de plus en plus souvent, les citoyens, en créant et c'est un atout, des emplois locaux, non délocalisables.

J'observe que de plus, nos collectivités « territoire d'énergie » créent des sociétés d'économie mixtes afin de développer massivement les renouvelables et s'appuient sur les richesses locales pour produire l'énergie à travers la biomasse, le biométhane, l'incinération de déchets ou l'hydrogène par exemple. A ce jour, une quarantaine de ces SEM sont opérationnelles, et les investissements s'amplifient.

S'y ajoute un remarquable engagement dans la mobilité propre, qui s'insère dans la vision de long terme que porte la programmation pluriannuelle de l'énergie : produire et consommer localement de l'énergie, l'utiliser pour se déplacer, la stocker en cas de besoin.

Les infrastructures de recharge des véhicules électriques témoignent de l'efficacité de cette mobilisation. Les collectivités « territoire d'énergie » sont les principaux acteurs du déploiement des bornes de recharge avec près de 65% du total des 10 062 stations ouvertes au public, soit 26 400 points de recharge environ présents en France. Ces bornes peuvent s'insérer dans des projets d'autoconsommation collective, de smart grid, et permettre en lien avec les réseaux publics de distribution d'énergie dont nos collectivités organisatrices sont propriétaires, le développement des services de flexibilité. De même pour le gaz, nos collectivités implantent des stations au GNV et bio GNV, qui s'insèrent dans une économie circulaire vertueuse avec la production de biométhane à partir de déchets ménagers ou agricoles, parfois, issus de stations d'épuration, pour le réinjecter dans le réseau gazier ou directement dans les stations d'avitaillement. Le même dynamisme se retrouve avec la mobilité hydrogène, notamment lorsque celui-ci permet de stocker les

4

ÉDITO

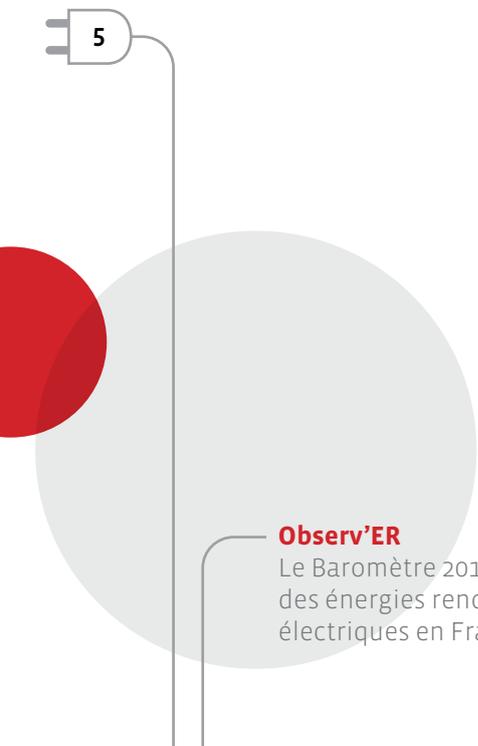
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

énergies renouvelables, palliant ainsi leur intermittence. Ces différents modes de mobilités propres marquent la nécessité d'un mix énergétique diversifié et complémentaire d'un territoire à l'autre, conduisant souvent à la mutualisation des moyens entre collectivités.

Tous projets, multiples, faisant appel à des ressources variées (éolien, photovoltaïque, chaleur renouvelable comme la biomasse ou la géothermie, biométhane) s'inscrivent dans un contexte de complexité technique, juridique et financière croissants, et requièrent une expertise de haut niveau. Notre Fédération accompagne l'émergence de nouvelles ingénieries financières pour accompagner ces projets, comme par exemple l'intracring, mécanisme de levier pour la rénovation thermique, ou encore le financement participatif afin de favoriser l'acceptation sociale, renforcer les solidarités non seulement entre citoyens mais aussi entre territoires. La FNCCR – territoire d'énergie – et je m'en félicite – note que les autorités organisatrices des services publics en réseaux d'énergie (métropoles, syndicats d'énergie, conseils régionaux...) s'inscrivent pleinement dans cette dynamique, qui se traduit par des projets concrets en lien étroit avec les contrats d'objectifs ambitieux en termes de renouvelables des conseils régionaux, chefs de file de la transition énergétique.

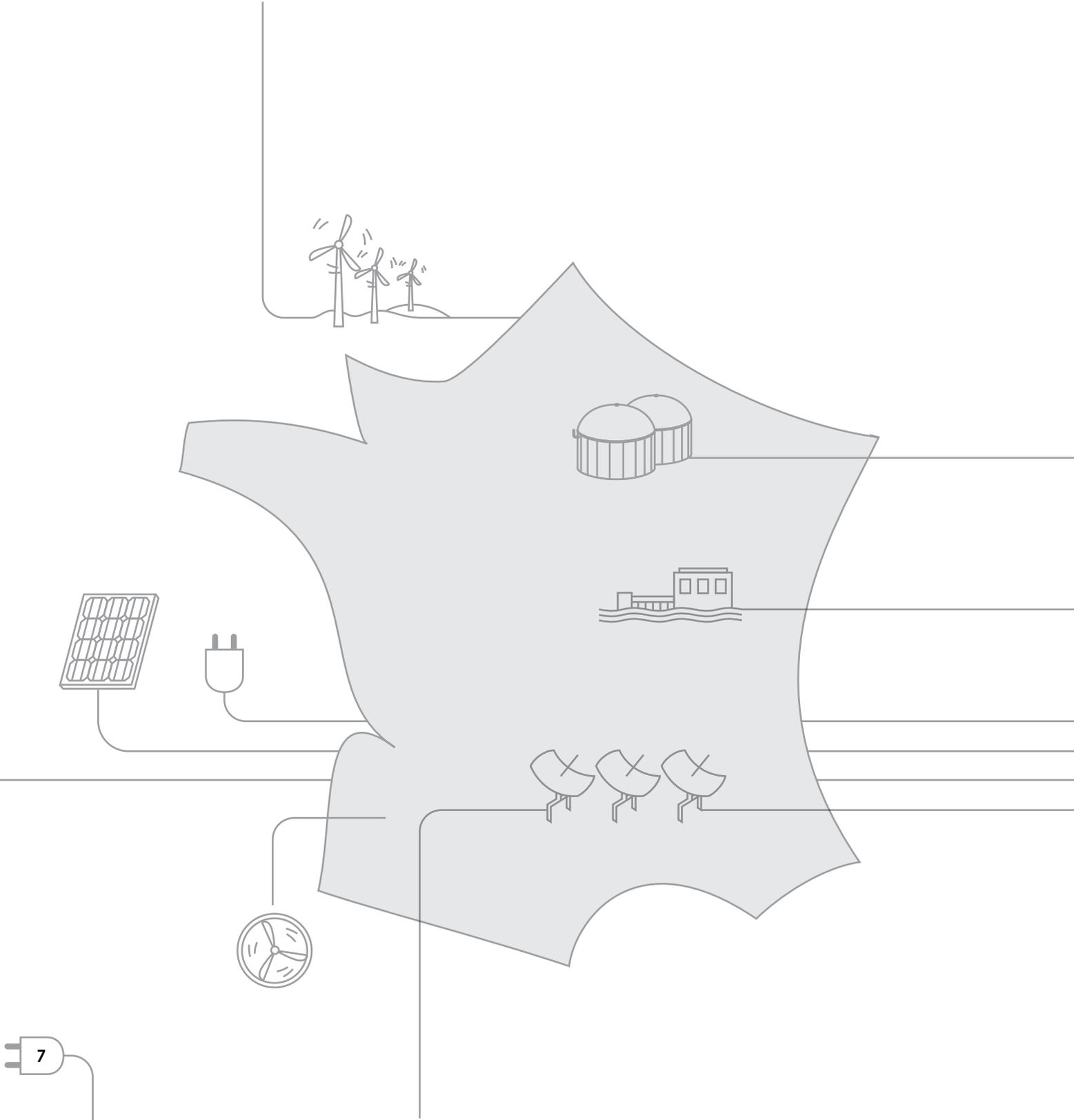
Xavier PINTAT
Président de la FNCCR



5

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France



LES FILIÈRES RENOUVELABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

CHIFFRES CLÉS

Inauguration du parc éolien de Murat, Tarn

Puissance installée à fin septembre 2018

14 275 MW

Production électrique en 2017

24 042 GWh

Objectif à fin 2023

24,6 GW

Objectif à fin 2028

34,1 – 35,6 GW

Emplois directs dans la filière fin 2017

17 100

Chiffre d'affaires de la filière en 2017

5 183
millions d'euros

2 018 a été une année riche en annonces, textes et nouvelles réglementations pour l'éolien. Dès janvier, le groupe de travail éolien du gouvernement rendait ses recommandations et, en novembre, les objectifs de la nouvelle programmation pluriannuelle étaient annoncés. Entre-temps, la capacité installée et les emplois associés continuent de progresser.

8

FILIÈRE ÉOLIENNE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Comme anticipé dans la précédente édition du “Baromètre des énergies renouvelables électriques”, la capacité éolienne raccordée en 2017 a été plus importante qu’en 2016 : 1 646 MW contre 1 530 MW. Au troisième trimestre 2018, 676 MW ont été installés depuis le début de l’année pour un parc total raccordé de 14 275 MW. À défaut de faire mieux qu’en 2017, si l’année 2018 arrive à raccorder 1 401 MW en tout,

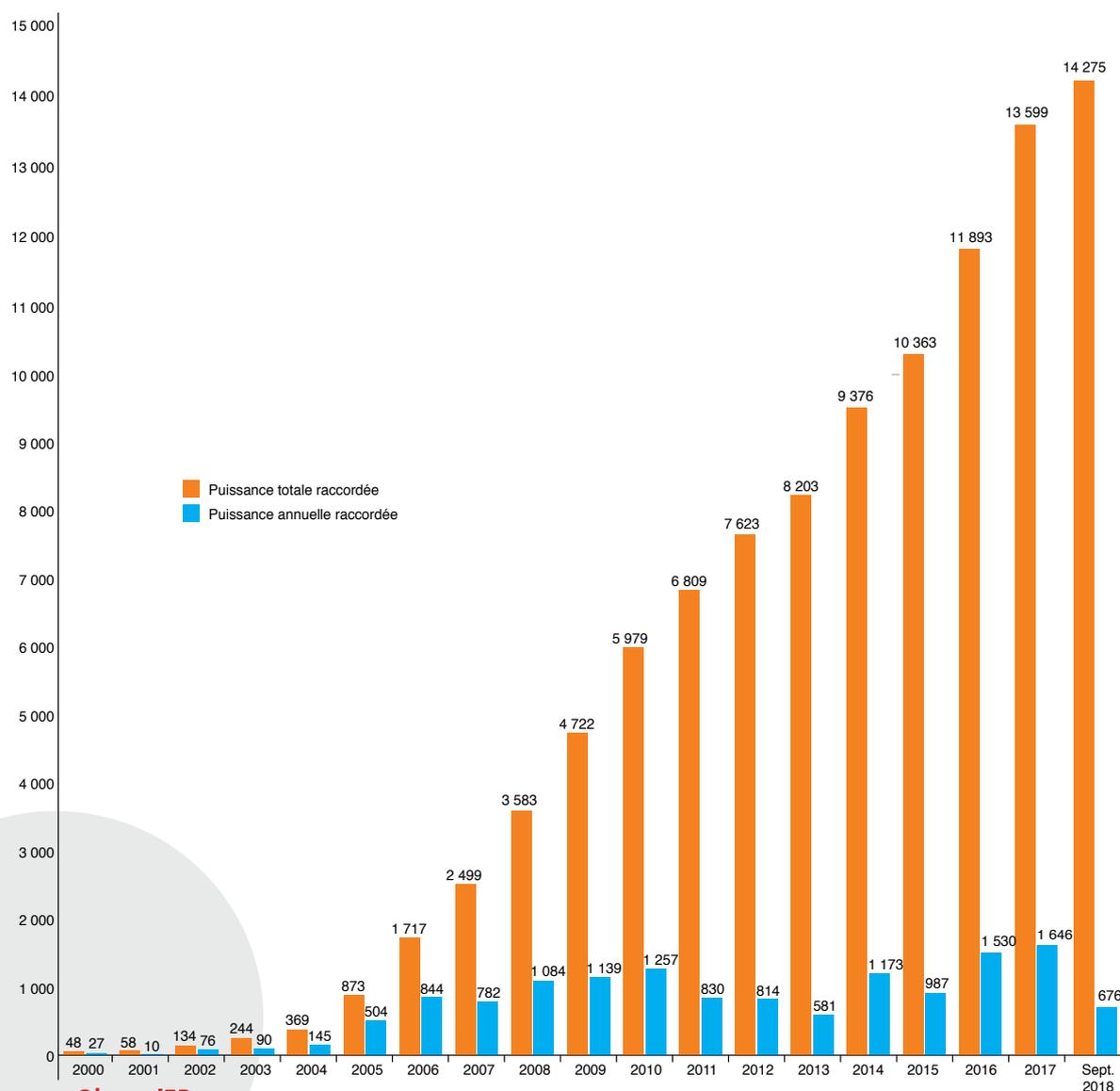
soit 725 MW au 4^e trimestre 2018, alors la filière pourra se féliciter d’avoir atteint son objectif de 15 000 MW à fin 2018, tel que fixé par la programmation pluriannuelle de 2016. Les professionnels pourront alors se projeter sur les objectifs à 2023 puis 2028, qui fixent une fourchette haute de raccordement à 35,6 GW. Cela nécessiterait



Graphique n° 1

Évolution de la puissance éolienne raccordée depuis 2000 (en MW)

Source : Observ’ER d’après données SDES.



Observ’ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France



cependant d'accélérer le rythme de développement pour atteindre 2 GW par an, et ce dès l'an prochain !

À fin 2017, au niveau européen, avec 13 559 MW installés, la France reste le quatrième parc installé derrière l'Allemagne (55 602 MW), l'Espagne (23 170 MW) et le Royaume-Uni (19 000 MW) (voir carte n° 1). Au total, l'Union européenne comptait 168 993 MW installés dont 14 750 pendant la seule année 2017.

L'ÉOLIEN EN RÉGION

À fin septembre 2018, c'est la région Hauts-de-France qui comptait la plus importante capacité éolienne du pays, avec 3 574 MW. Elle prend la place de la région Grand Est sur le haut du podium, qui suit avec 3 199 MW. En effet, les Hauts-de-France ont installé 491 MW de septembre 2017 à septembre 2018, alors que le Grand Est n'en a installé que 207 MW. Ces deux régions représentent à elles seules 47 % du parc total national. A contrario, les régions Île-de-France, Corse et les DOM représentent chacune moins de 80 MW.

Les projets éoliens s'inscrivent de mieux en mieux dans les dynamiques territoriales locales, ce qui est fondamental pour qu'ils se passent au mieux. En effet, un projet éolien a un impact sur les communes avoisinantes et doit donc être cohérent avec les politiques et les volontés locales. C'est d'ailleurs avec cette vision que le colloque annuel de l'éolien du Syndicat des énergies renouvelables a consacré du temps au rôle du maire dans les projets éoliens. Ce dernier est en effet un pivot entre les citoyens, les développeurs éoliens et l'administration. La conclusion est que sans la volonté du maire, un projet éolien n'est pas possible.

En ce sens, la filière s'est réjouie d'une mesure fiscale qui a été proposée par le groupe de travail sur l'éolien et qui a été

validée par un amendement au projet de loi de finances pour 2019, adopté le 7 novembre 2018 par la commission des finances de l'Assemblée nationale. Il s'agit d'une clarification sur la répartition de l'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseau (Ifer). Désormais, les communes récupéreront systématiquement 20 % de cet impôt appliqué aux nouveaux projets. En effet, dans certains cas, l'Ifer était fléché vers l'Établissement public de coopération intercommunale (EPCI), une structure administrative regroupant plusieurs communes. Or il a pu arriver qu'une commune d'accueil, bien que proactive sur l'implantation d'un parc, ne perçoive rien du fait d'une décision de non-redistribution de la part de l'Ifer. Il existe par ailleurs d'autres prélèvements fiscaux sur les projets éoliens, tels que la cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises ou la cotisation foncière des entreprises, qui sont perçues par les collectivités. Ainsi, pour 1 MW installé, une commune reçoit environ 7 000 euros, un département 3 000 euros et une région un peu moins de 1 000 euros, et cela chaque année. Ainsi, en 2017, les recettes fiscales des collectivités locales se sont élevées à plus de 151 millions d'euros sur le territoire français.

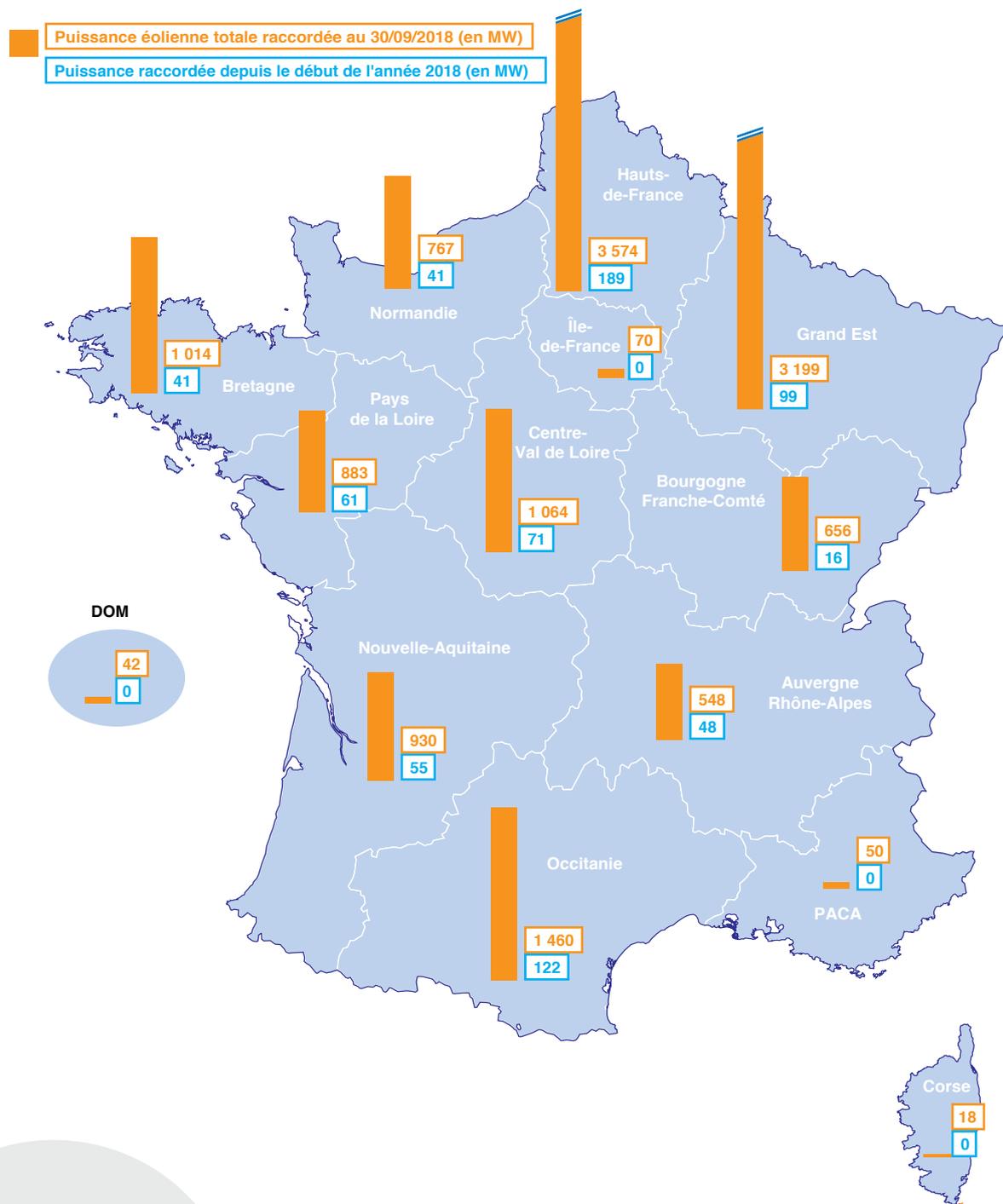
UNE ANNÉE 2018 RICHE EN ÉVOLUTIONS

L'année a commencé très rapidement avec l'annonce, dès le 17 janvier, des conclusions du groupe de travail éolien piloté par Sébastien Lecornu. Ce plan a mis en avant dix mesures, dont la répartition de l'Ifer précédemment mentionnée. L'une des principales annonces de ce plan qui a répondu aux attentes des professionnels a été la suppression du premier échelon de

Carte n° 1

Cartographie de la filière éolienne en France

Source : SDES 2018.



juridiction lors d'un contentieux. L'éolien en France rencontre une opposition constante, animée par des groupuscules qui posent des recours pour freiner les projets dans plus de 70 % des cas d'autorisation délivrée. Ces recours juridiques freinent l'aboutissement des projets, qui mettent entre sept et neuf ans à être réalisés, alors que ce délai est de trois à quatre ans en Allemagne. Avec les évolutions du plan éolien, la juridiction administrative de premier degré ne sera plus concernée, les recours anti-éolien seront portés directement devant la cour administrative d'appel. Cela devrait faire gagner environ deux années à la réalisation des projets éoliens français.

En revanche, un autre dossier a fait perdre du temps à la filière et restera probablement le point noir de l'année 2018. Le 28 décembre

2017, le Conseil d'État a retiré au préfet de région sa compétence d'autorité environnementale, afin d'éviter les conflits d'intérêts. En effet, pour certains projets, le préfet pouvait être à la fois l'autorité qui instruit une demande d'autorisation administrative et l'autorité environnementale émettant un avis sur l'évaluation environnementale dudit projet. Cette décision a affecté les dossiers qui étaient en cours d'instruction et qui se sont retrouvés sans interlocuteurs pour obtenir l'autorisation, mais aussi, rétroactivement, les projets ayant déjà obtenu une autorisation. Dans l'attente, ce sont les missions régionales d'autorité environnementale (MRAE) qui ont dû assurer la continuité de ce service sans en avoir pour autant les moyens humains et



Les premiers appels d'offres éoliens

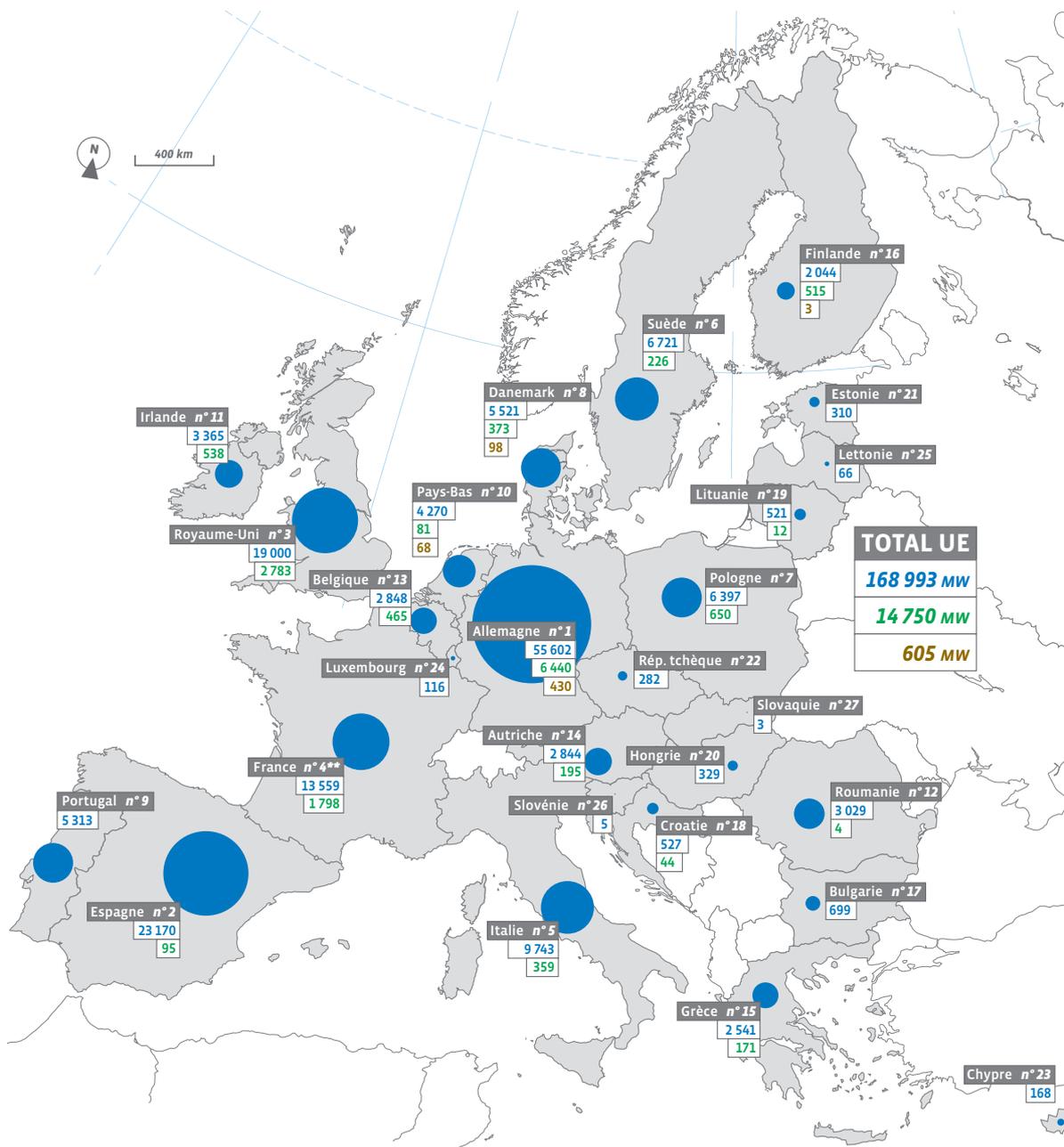
Depuis 2017, les modalités de développement de l'éolien en France ont évolué. Alors qu'auparavant les dossiers de nouveaux sites pouvaient être déposés pour instruction selon une formule à guichets ouverts, c'est-à-dire à n'importe quel moment de l'année, il faut désormais que les projets s'intègrent dans le cadre des dates des appels d'offres organisés par la CRE. Ce dispositif est aujourd'hui la référence pour l'ensemble des technologies électriques renouvelables, et ce à partir d'un seuil de puissance de 500 kW ou 1 MW selon les filières.

Pour l'éolien, deux appels d'offres ont été organisés jusqu'ici. Seul le prix proposé de l'électricité produite a été mis en avant comme critère de sélection. Pour le premier round, qui s'est clôturé en novembre 2017, un prix plafond de 74,8 €/MWh avait été fixé. Douze lauréats ont été retenus pour un prix moyen de 65,4 €/MWh. Par ailleurs, un tiers des projets retenus vont faire appel au financement participatif, bénéficiant ainsi d'un MWh mieux rémunéré en proportion du capital participatif : entre 2 € par MWh en plus pour l'ouverture de 20 % du capital et 3 € par MWh pour 40 % et au-delà. Pour le deuxième appel d'offres, dont les résultats ont été décevants en termes de MW attribués, 118 sur 500 MW, répartis entre seulement quatre lauréats (voire fiche), peu d'annonces ont été faites. La moyenne des prix proposés n'a pas été rendue publique. La seule information disponible est celle du prix plafond qui avait été alors fixé : 71 €/MWh.

Carte n° 2

Puissance éolienne installée dans l'Union européenne à fin 2017* (en MW)

Source : EurObserv'ER 2018.



13

141 718,2 Puissance cumulée installée dans les pays de l'Union européenne à fin 2015 (en MW)

12 518,3 Puissance installée durant l'année 2015 dans les pays de l'Union européenne (en MW)

259,8 Puissance mise hors service durant l'année 2015 (en MW)

* Estimation. ** Départements d'outre-mer non inclus pour la France.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

l'expertise nécessaires. De leur côté, les professionnels du secteur ont eu peur que les projets traités par les MRAE ne soient juridiquement fragiles et possiblement contestés. C'est pourquoi peu de dossiers ont été proposés lors de l'appel d'offres éolien de juin 2018 : 300 MW ont été déposés, alors que 500 MW devaient être sélectionnés, pour seulement 118 MW retenus en septembre 2018.

Suite à ces résultats, la CRE a repoussé les dates de dépôt des candidatures pour les appels d'offres suivants. Les candidatures pourront donc être déposées jusqu'en avril 2019 pour la troisième tranche, soit quatre mois plus tard que prévu, et au 1^{er} août 2019

pour la quatrième tranche, soit un délai supplémentaire de deux mois. Enfin, pour pallier les faibles quantités attribuées lors de cette deuxième tranche, les volumes appelés sont augmentés à 630 et 752 MW respectivement. L'année 2018 représente donc un "trou" dans le calendrier où le nombre de parcs autorisés a fortement chuté, qui devrait être rattrapé en 2019.

PLUS DE 17 000 EMPLOIS FIN 2017

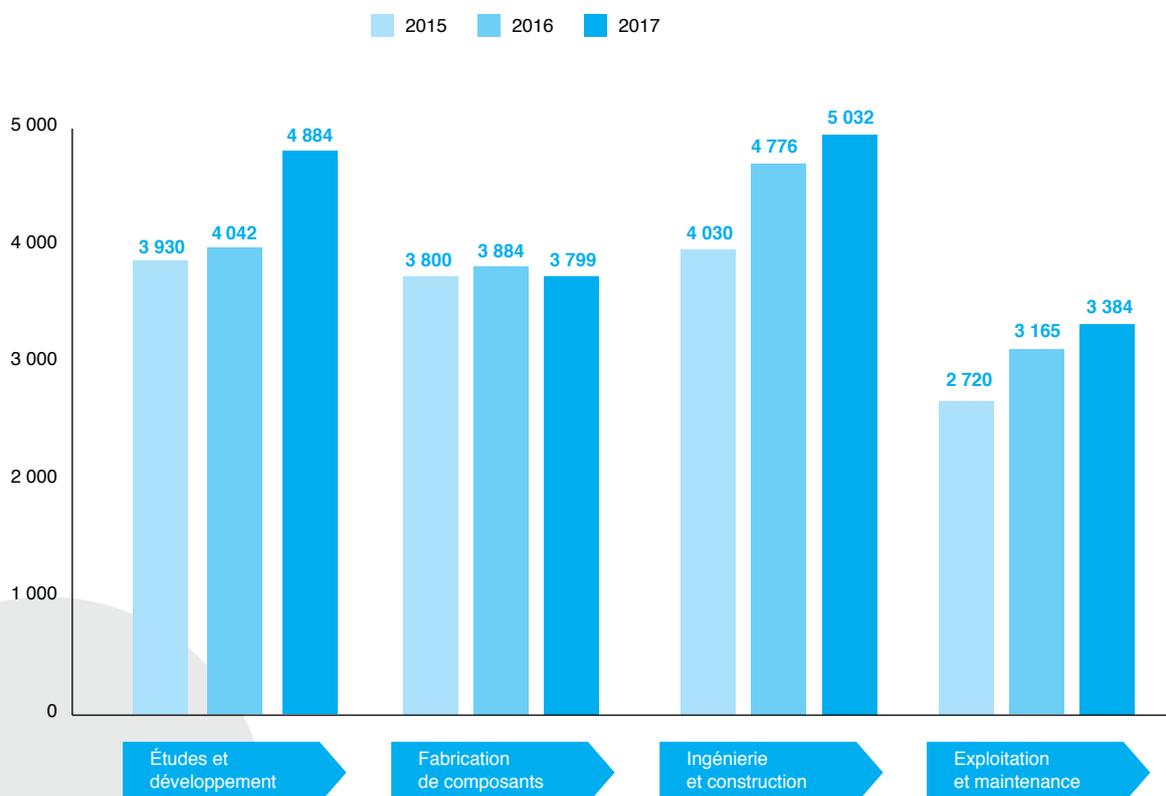
D'après l'Observatoire de l'éolien, une étude de France Énergie éolienne menée par Bea-



Graphique n° 2

Dynamique de l'emploi dans l'éolien sur la chaîne de valeur

Source : FEE - BearingPoint, 2018.



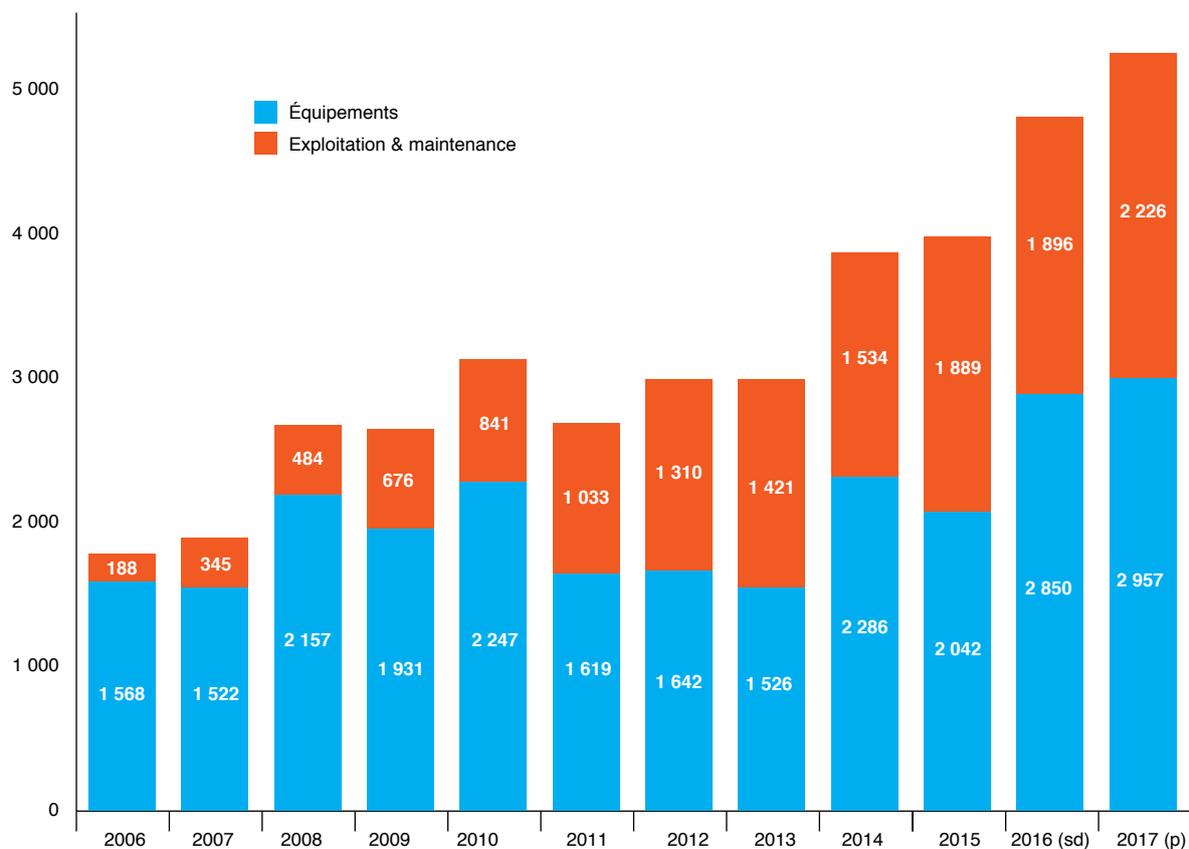
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 3

Chiffres d'affaires dans le secteur de l'éolien en France (en millions d'euros)

Source : "Marché et emplois dans le domaine des énergies renouvelables", Ademe, juillet 2018.



(sd) : semi-définitif, (p) : prévisionnel

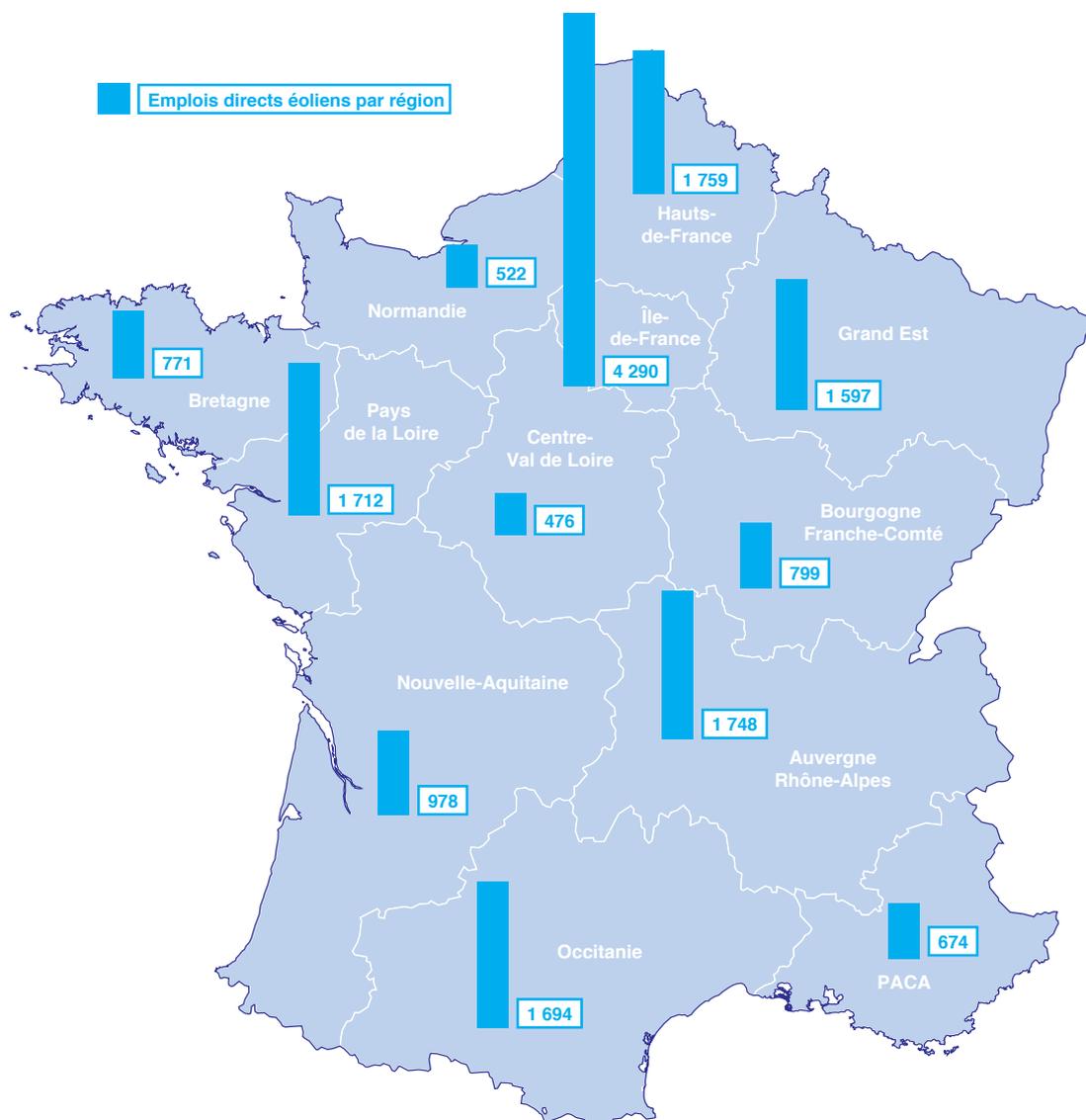
ring Point, les emplois dédiés à l'éolien ont progressés de 7,8 % en 2017, soit 1 230 postes en plus par rapport à 2016, pour un total de 17 100 emplois. L'activité se répartit entre 1 070 sociétés de taille variable et s'étend sur tout le territoire national. La région regroupant le plus d'emplois est l'Île-de-France, avec 4 290 emplois, car elle profite des sièges sociaux des grands groupes énergétiques. Elle est suivie par les Hauts-de-France qui, du fait de leurs nombreux parcs, totalisent 1 759 emplois dont 537 dédiés à l'ingénierie et la construction et 471 en exploitation et maintenance. L'étude rappelle que l'implantation d'un projet éolien génère un surcroît d'acti-

tivité locale au travers de la participation de nombreuses entreprises pour différents travaux tels que le terrassement, la fourniture de béton ou le raccordement au réseau public. Une fois les parcs finis, les opérateurs implantent leurs bureaux dans les régions dynamiques en éolien afin d'assurer un suivi de proximité des sites. Autre aspect intéressant : pour les entreprises de maintenance électromécanique, l'éolien est une opportunité de reconversion, alors que dans leurs secteurs plus traditionnels elles sont pénalisées par des fermetures régulières d'usines.

Carte n° 3

Répartition régionale de l'emploi éolien en 2017

Source : FEE - BearingPoint 2018.



Du côté de l'activité économique, l'étude annuelle « Marchés et Emplois », dirigée par l'Ademe et qui porte sur les différentes technologies renouvelables évalue à 5,2 milliards d'euros le chiffre d'affaires de l'éolien en 2017. Un chiffre multiplié par près de 3 depuis 2006, dont environ 14 % se fait à l'exportation. ●

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.journal-eolien.org/tout-sur-l-eolien
- ✓ www.enr.fr
- ✓ www.fee.asso.fr
- ✓ www.amorce.asso.fr
- ✓ www.journal-eolien.org

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Matthieu Monnier,**

Responsable
du Pôle industrie,
offshore, techniques
& territoires France
Énergie éolienne

1 Que pensez-vous des objectifs de la nouvelle PPE ?

La trajectoire donnée à 2028, avec un objectif de 34,1 à 35,6 GW d'éolien terrestre installés, s'inscrit dans ce que nous avons proposé et nous saluons l'ambition du gouvernement. Ainsi, dès l'année prochaine, la filière devra installer environ 2 GW par an. Ceci est largement atteignable à condition que tous les freins soient levés, notamment l'absence d'autorité environnementale et l'application des mesures du GT Lecornu. En revanche, pour l'éolien offshore, l'objectif de 4,7-5,2 GW installés en 2028 est très inférieur à nos attentes. Il y a déjà 3,5 GW engagés par de précédents appels d'offres, donc le gouvernement ne propose qu'1,2 GW à installer d'ici 2028. Ce n'est vraiment pas à la hauteur au regard de la compétitivité de la technologie posée, proche du prix de marché désormais. Pour le flottant, nous avons proposé une trajectoire réaliste, avec une baisse des coûts effectifs, jusqu'à rejoindre les prix de l'éolien en mer posé d'ici à 2030.

2 Quelles conclusions peut-on tirer des résultats des deux premiers appels d'offres pour l'éolien terrestre ?

Le premier appel d'offres terrestre a permis de rendre incontestable la compétitivité de l'éolien terrestre avec un prix moyen s'établissant à 65,4 €/MWh. Le président de la République, le 27 novembre dernier, a d'ailleurs réaffirmé la compétitivité et la fiabilité des énergies renouvelables, et de l'éolien terrestre en particulier.

Quant au deuxième appel d'offres, avec seulement 231 MW déposés (pour 500 MW ouverts) et seulement 5 lauréats pour 118 MW, il est révélateur du blocage administratif que subit la filière depuis un an (voire fiche). La filière éolienne attend toujours la publication du décret qui désignera l'autorité environnementale compétente. Il est urgent que le gouvernement publie ce décret qui permettra la délivrance d'autorisations juridiquement robustes. Le bon fonctionnement des appels d'offres et la réalisation des objectifs assignés en dépendent.

3 Quelle perception les Français ont-ils de l'énergie éolienne ?

Le groupe de travail national éolien de Sébastien Lecornu a, à l'époque, permis de rediscuter d'un certain nombre de difficultés ou obstacles, et de travailler sur l'adhésion du public à l'éolien. Si nous regardons





Le débat sur la PPE, l'énergie éolienne terrestre reste une énergie bien acceptée, et l'éolien en mer est même celle la plus appréciée des Français. Un sondage, publié par l'institut Harris le 17 octobre 2018, montre que 73 % des Français ont une bonne image de l'éolien, et ce chiffre monte à 80% chez les riverains de parcs (i.e. à moins de 5 km)! Les oppositions peuvent être très bruyantes, mais ne représentent pas la réalité du terrain. Nous répondons aux inquiétudes et interrogations lorsqu'il y en a ; la communication et l'association des acteurs locaux sur les projets sont en effet primordiales, mais l'éolien est globalement très bien accepté par la population française. ●



CHIFFRES CLÉS

Lycée Louis-Lumière,
à Lyon.

Puissance à fin septembre 2018

8 766 MW

Production d'électricité en 2017

8,6 TWh

Objectif à fin 2023

20,6 GW

Objectif à fin 2028

35,6 GW – 44,5 GW

Emplois directs dans la filière fin 2017

7 050

Chiffre d'affaires dans la filière en 2017

4 688
millions d'euros

Même si la filière n'atteindra pas le niveau qui avait été fixé pour fin 2018, le photovoltaïque français poursuit son développement sur un rythme croissant. Avec 33 000 sites, l'autoconsommation est devenue une partie significative de la dynamique du secteur, qui s'est vu attribuer des objectifs parmi les plus ambitieux de la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie.

SOPREMA ENTREPRISES

18

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

UNE CROISSANCE QUI TOUCHE TOUS LES SEGMENTS

En septembre 2018, le parc raccordé photovoltaïque représentait 8 766 MW, soit 697 MW de plus qu'en décembre 2017. Si 2018 poursuit sa tendance actuelle, cette année pourrait être la première à voir l'installation d'1 GW, puisque 700 MW ont d'ores et déjà été raccordés au cours des neuf premiers mois. Pourtant, ce rythme sera insuffisant pour atteindre le seuil qui avait été fixé par la programmation pluriannuelle de l'énergie de 2016, qui visait 10 200 MW à fin 2018. Au final, c'est un peu plus d'1 GW qui va probablement manquer à l'appel. Ce retard de passage n'obère cependant pas le futur d'une filière à qui le gouvernement a donné des objectifs parmi les plus ambitieux de sa nouvelle programmation pluriannuelle

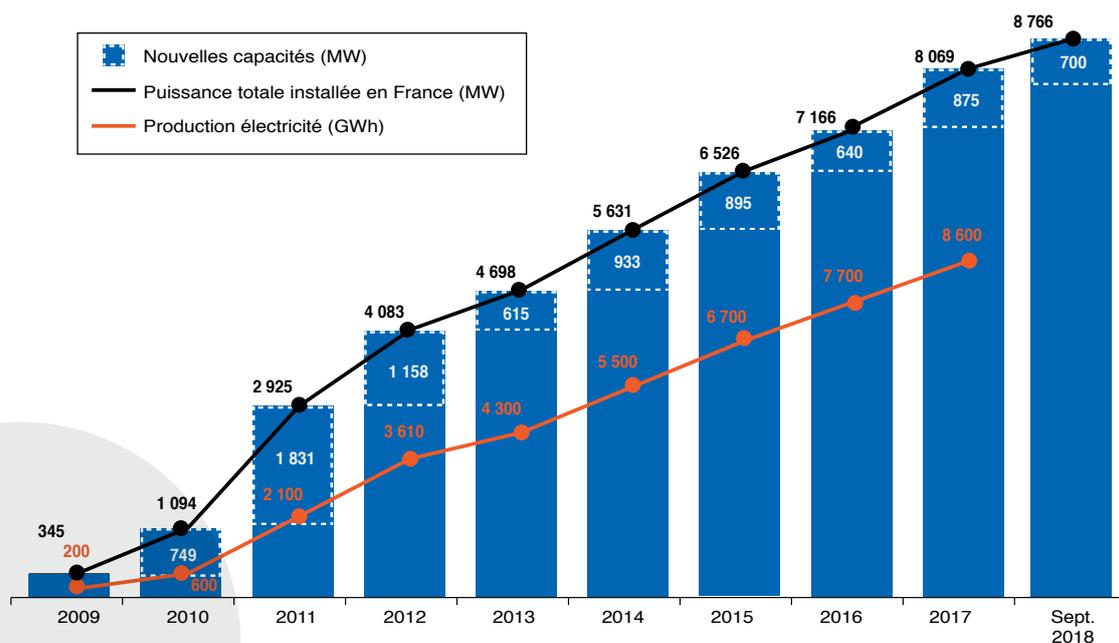
de l'énergie : 20,6 GW en 2023 et entre 35,6 et 44,5 GW en 2028.

Au-delà de la croissance du secteur dans son ensemble, les dynamiques des différents segments sont intéressantes à observer. Le graphique n° 2 montre une embellie des installations de 100 à 250 kW. 76 MW y ont été installés au cours des neuf premiers mois de 2018, pour seulement 44 MW sur toute l'année 2017. Il s'agit des résultats de procédures d'appels d'offres simplifiés qui avaient été mises en place en 2015 et 2016. En revanche, selon l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque en France, ce segment est caractérisé par un taux d'abandon de 30 %. Autrement dit, un tiers des projets sélectionnés ne sortent pas de terre.

Graphique n° 1

Parc total photovoltaïque et production d'électricité annuelle en France

Source : Observ'ER, d'après les chiffres du SDES.



Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

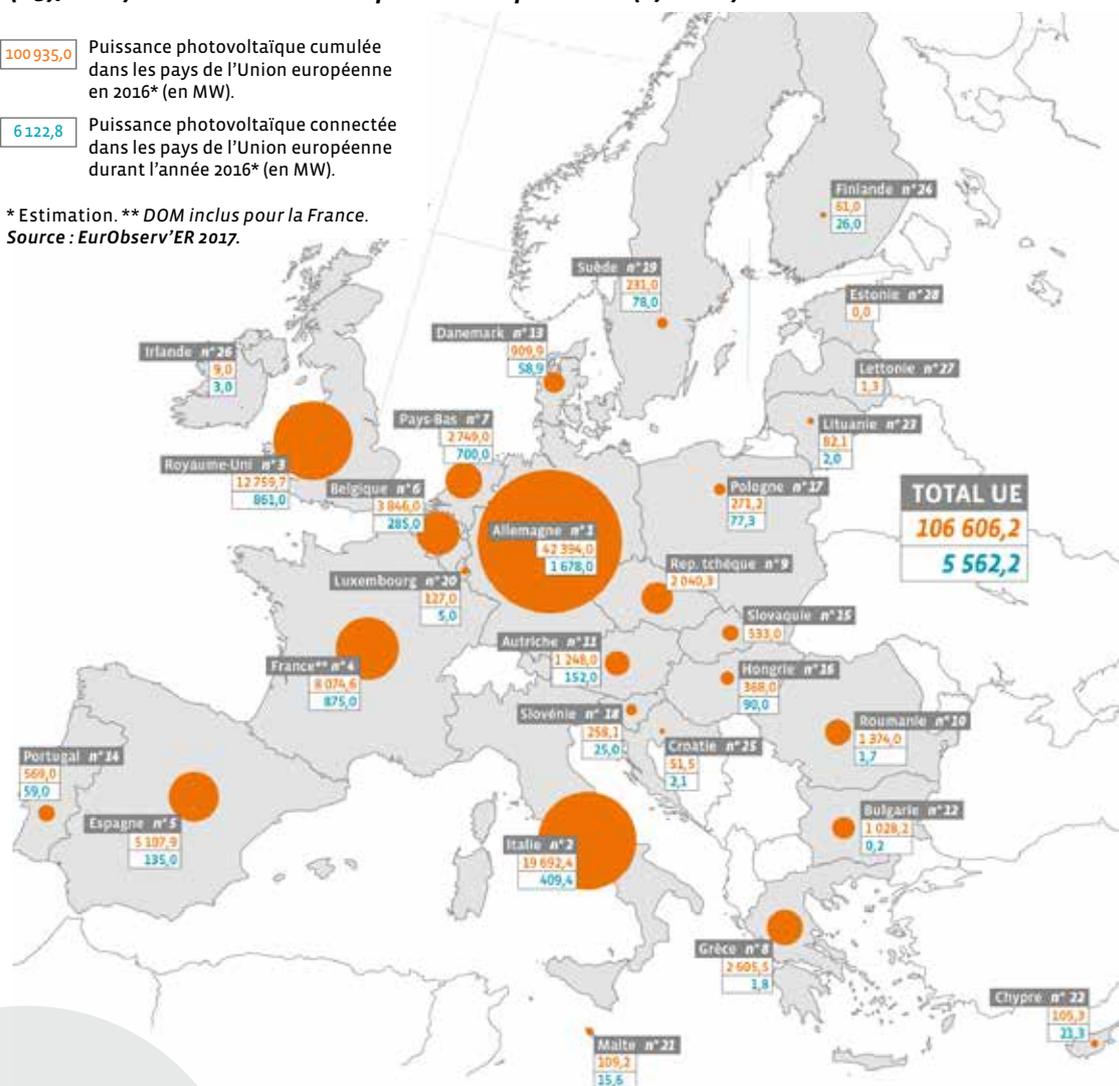
Le marché photovoltaïque européen

Le marché photovoltaïque européen est toujours dans une phase de mutation. 5,6 GW ont été installés en 2017, contre 6,1 GW en 2016 et 7,9 GW en 2015. Le parc total européen est de 106 GW à fin 2017. Cette diminution est le reflet d'un passage d'une logique de grandes centrales vers plus d'installations en toitures commerciales et résidentielles et d'un déploiement de la filière de plus en plus encadré par des appels d'offres. L'Allemagne a retrouvé le statut de pays le plus actif, avec 1,7 GW installé en 2017, suivie de la France (875 MW) et du Royaume-Uni (861 MW). En termes de puissance cumulée raccordée, l'Allemagne reste première (42,4 GW), loin devant l'Italie (19,7 GW). La France est en quatrième position (8,1 GW).

100 935,0 Puissance photovoltaïque cumulée dans les pays de l'Union européenne en 2016* (en MW).

6 122,8 Puissance photovoltaïque connectée dans les pays de l'Union européenne durant l'année 2016* (en MW).

* Estimation. ** DOM inclus pour la France.
Source : EurObserv'ER 2017.



Légende

106 606,2 Puissance photovoltaïque connectée et cumulée dans les pays de l'Union européenne en 2017* (en MW)

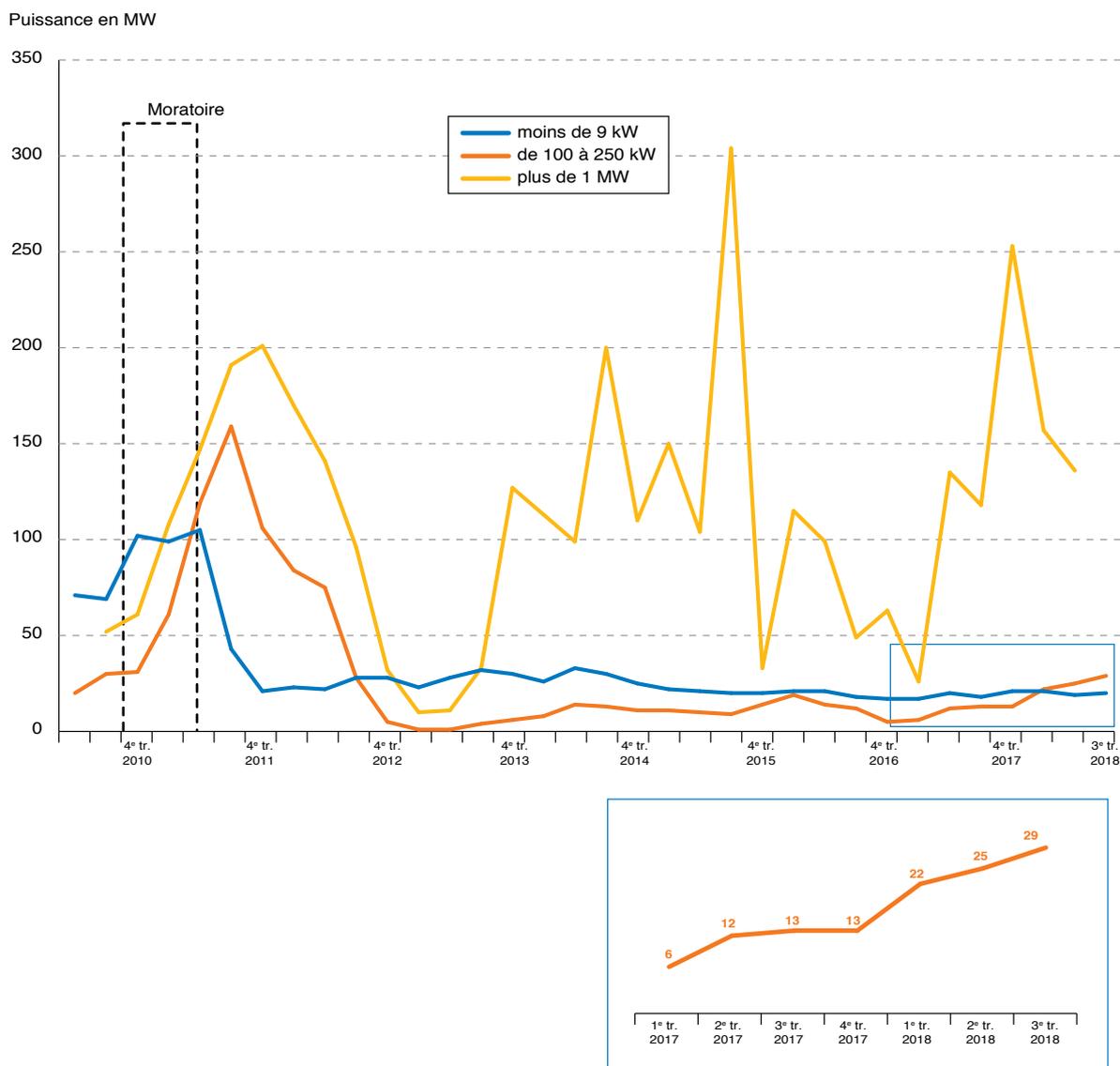
5 562,2 Puissance photovoltaïque installée et connectée dans les pays de l'Union européenne durant l'année 2017* (en MW)

* Estimation. ** DOM inclus. Source : EurObserv'ER 2018

Graphique n° 2

Évolution des puissances raccordées par trimestre sur trois segments de marché (en MW)

Source : Observ'ER, d'après les chiffres du SDES et de l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque.



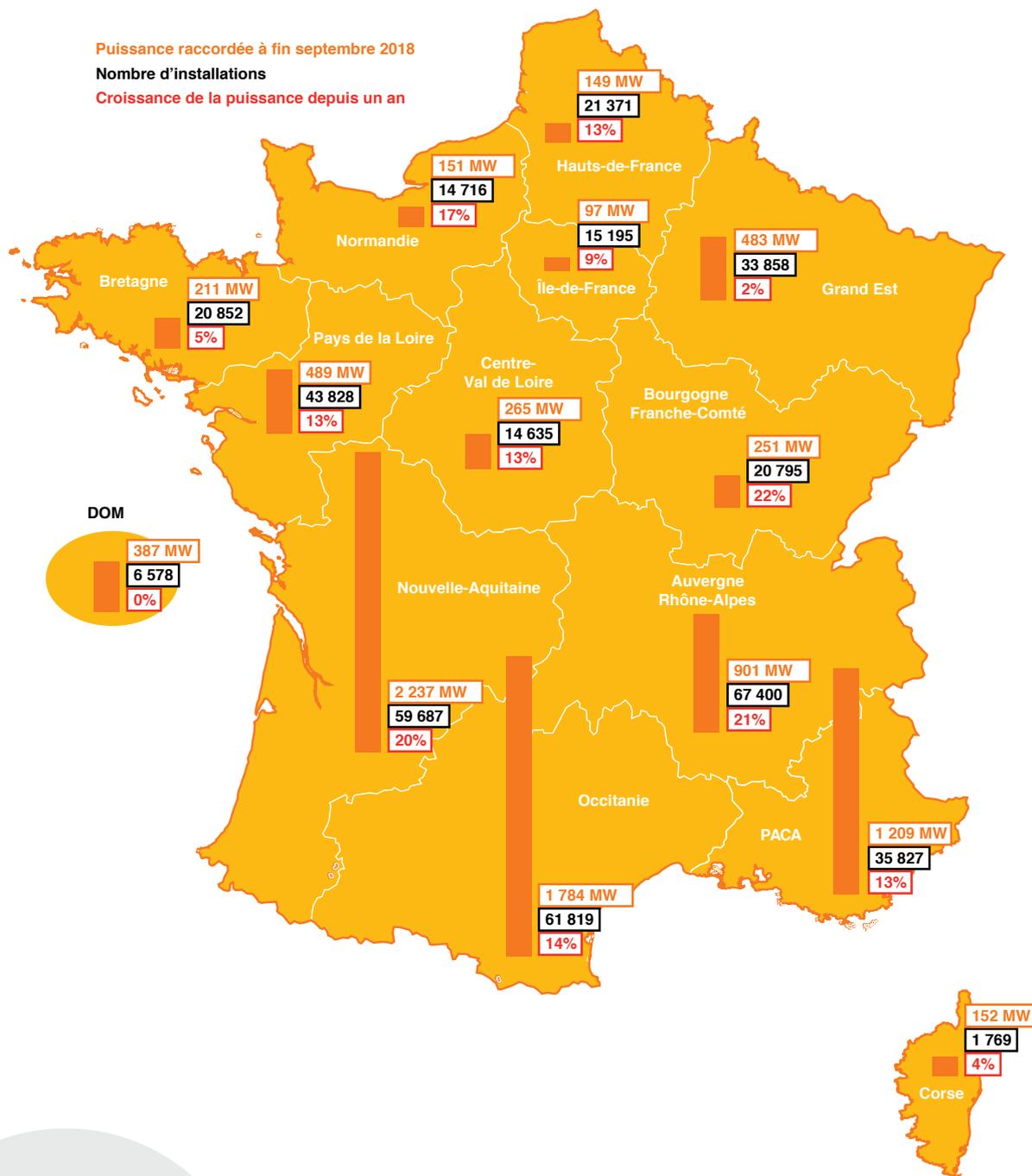
Sur le segment du résidentiel (< 9 kW), les premiers résultats de 2018 ne reflètent pas la croissance à laquelle on aurait pu s'attendre. Néanmoins, 60 MW ont été installés entre janvier et septembre 2018, contre 55 MW entre janvier et septembre 2017. La taille moyenne des installations

est de plus en plus réduite, ce qui tient en grande partie au déploiement de l'auto-consommation. Ainsi, au cours des neuf premiers mois de 2018, la taille moyenne relevée a été de 4,27 kW, alors qu'elle était

Carte n° 1

Cartographie du photovoltaïque en France à fin septembre 2018

Source : Observ'ER, d'après chiffres SDES 2018.



de 4,94 kW l'année précédente. Sur ces périodes, ont respectivement été posées 14 049 et 11 141 installations. Sur une année glissante, la capacité installée en MW dans le secteur résidentiel a donc progressé de 9 %, alors que le nombre d'installations a progressé de 26 %.

Enfin, pour la tranche des grandes installations (plus de 250 kW), 450 MW de puissance ont été nouvellement raccordés depuis le 1^{er} janvier 2018, portant le parc total de ce segment à 4 467 MW. Les appels d'offres réguliers organisés par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) continuent de développer la partie du marché qui offre les coûts de production au kWh les plus bas.

PLUS DE 20 % DE CROISSANCE DANS CERTAINES RÉGIONS

C'est la région de Nouvelle-Aquitaine qui possède le plus grand nombre de mégawatts raccordés (2 237 MW), suivie de l'Occitanie (1 784 MW) et de Provence-Alpes-Côte d'Azur (1 209 MW). Néanmoins, c'est l'Auvergne-Rhône-Alpes qui compte le plus d'installations (67 400), suivie par l'Occitanie (61 819). Enfin, dans trois régions, la puissance installée a augmenté de 20 % ou plus en un an : en Bourgogne Franche-Comté (22 %), en Auvergne Rhône-Alpes (21 %) et en Nouvelle-Aquitaine (20 %). Sur tout le territoire, la puissance a augmenté de 14 % par rapport au troisième trimestre 2017, alors que cette croissance n'était que de 9 % l'année précédente.

UN PLAN SOLAIRE POUR FAIRE AVANCER LA FILIÈRE

En avril 2018, le ministère de la Transition écologique et solidaire a mis en place un groupe de travail afin de produire un plan d'action pour déployer plus rapidement

l'énergie solaire en France (à la fois photovoltaïque et thermique). Ce groupe de travail, dirigé par le secrétaire d'État de l'époque, Sébastien Lecornu, et composé d'une vingtaine de parties prenantes, a rendu ses recommandations en juin 2018, qui se déclinent en une liste de mesures. Pour le photovoltaïque, les mesures visent à faciliter le déploiement de l'autoconsommation, à simplifier la partie administrative, à accompagner la décentralisation des politiques énergétiques, à mobiliser des surfaces non utilisées, à bien insérer les projets dans le patrimoine français, à déployer le photovoltaïque dans le monde agricole, et à accompagner les zones non interconnectées. Par ailleurs, le plan met en avant certaines institutions ou acteurs privés qui se sont engagés à faciliter le déploiement du solaire, tels que le ministère des Armées, qui mettra à disposition plus de 2 000 hectares de terrains pour développer des projets d'ici 2025. Les enseignes de grande distribution se sont également engagées à développer les ombrières de parking. Les professionnels de la filière ont salué les résultats du groupe de travail, car il était à l'origine de bon nombre de mesures retenues. C'est par exemple le cas de l'élargissement de la maille des projets d'autoconsommation collective. Auparavant, la loi précisait que de telles réalisations ne pouvaient se faire qu'en aval d'un poste de transformation d'électricité de moyenne en basse tension. Le plan propose désormais que les projets puissent se faire entre « *consommateurs et producteurs (...) situés dans un rayon d'un kilomètre* ». En revanche, l'une des attentes les plus fortes de la

Photovoltaïque et architectes des Bâtiments de France

La mobilisation des toitures est un enjeu important pour le photovoltaïque. Il s'agit de surfaces étendues qui permettent de diminuer l'emprise au sol, où la pression du foncier est de plus en plus forte. Cependant, les toits ont leur problématique propre, à savoir l'insertion des projets dans le patrimoine. Ainsi, la pose de panneaux sur toiture répond à des règles précises dans le code de l'urbanisme. Pour des constructions existantes, les travaux sont soumis au régime de la déclaration préalable, et pour les constructions neuves, au régime du permis de construire.

La France est riche d'espaces protégés, qui sont principalement des "sites patrimoniaux remarquables" et des "monuments historiques" ainsi que leurs abords. Dans ces cas-là, la protection des sites est considérablement renforcée et la validité du permis de construire ou de la déclaration préalable est dépendante de l'accord de l'architecte des Bâtiments de France (ABF). De nombreux projets peuvent ainsi être bloqués, avec plus ou moins de sévérité selon l'ABF de référence, ce qui prive la filière photovoltaïque de beaucoup d'opportunités. Cependant, cette position n'est pas figée. Par exemple, les ABF vont favoriser les projets les plus discrets possible. Sachant que ceux-ci ont un coût supérieur, la mise en place de projets "discrets" sur des bâtiments classés peut demander un soutien institutionnel plus important. C'est justement pour rapprocher les opportunités de projets solaires et les attentes des ABF que la FNCCR a proposé 11 recommandations¹, en novembre 2018, déclinées en 3 axes, à savoir favoriser la coconstruction des projets, valoriser financièrement l'intégration des panneaux dans les espaces protégés et simplifier les procédures de développement des projets.

24

filière n'a pas été retenue. Il s'agissait de la régionalisation des aides au photovoltaïque. En effet, le système de prime et complément de rémunération actuel est uniforme sur le territoire, quand bien même l'ensoleillement ne l'est pas. La filière souhaitait cette régionalisation des aides afin de pouvoir déployer autant de projets dans le Nord que dans le Sud. Le ministère n'a pas souhaité poursuivre cette piste, estimant que les projets "remontaient" vers le Nord naturellement, du fait de l'évolution de la technologie et de la baisse des coûts.

53 GW DE POTENTIEL DANS DES "ZONES DÉLAISSÉES"

Des prix des modules photovoltaïques toujours à la baisse, des taux d'intérêt historiquement bas, des appels d'offres tous les six mois, les voyants sont plutôt au vert pour le photovoltaïque français. Pourtant, l'ombre de la question du foncier subsiste : trouver des terrains pour de grandes ins-

¹. "Guide solaire et patrimoine protégé", librement téléchargeable à partir du site de la FNCCR.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

PHOTOVOLTAÏQUE

tallations solaires est de plus en plus difficile. Ce point a d'ailleurs été l'un des axes de réflexion du groupe de travail solaire. Les conclusions du GT solaire prévoient ainsi de libérer des terrains militaires ou des friches industrielles et de valoriser les projets situés sur ces zones. Aujourd'hui, dans les appels d'offres, 9 % de la note totale attribuée sont liés au niveau de dégradation du terrain, ce qui permet d'avantager ce type de projets. Cependant, si ces projets sont mieux notés, encore faut-il pouvoir les faire valider. Certains porteurs de projet rencontrent des difficultés à ce niveau, notamment sur les anciens sites militaires pollués et rétrocédés aux collectivités locales. Cet aspect est l'un des points actuels de travail entre la DGEC et le ministère de la Défense pour desserrer la

contrainte foncière. Autre phénomène qui prend de l'ampleur : l'inflation des loyers. Il y aurait un développement de projets nouveaux dans la partie nord du pays, mais cela se traduirait également par une augmentation du prix du foncier.

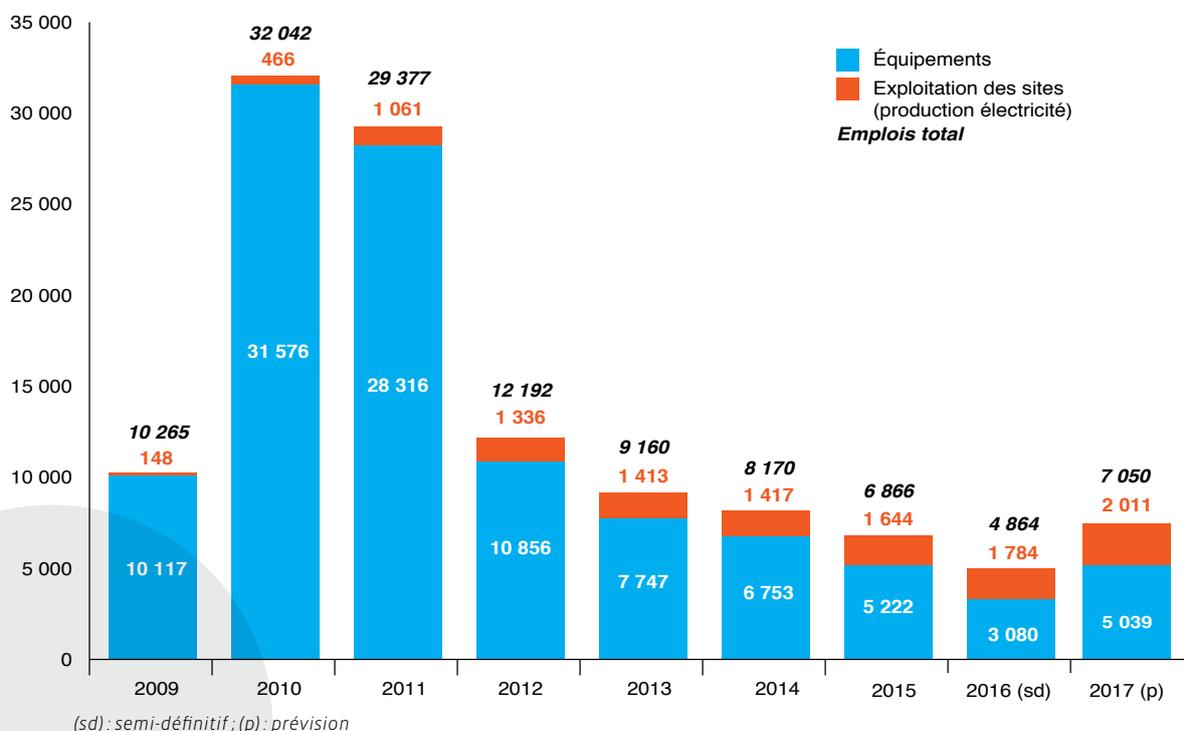
Pour guider les professionnels sur ce terrain, l'Ademe s'est lancée dans une grande étude sur le potentiel national photovoltaïque dans les "zones délaissées". S'appuyant sur une méthodologie statistique, l'étude croise les données de trois bases : Basias, qui cartographie les activités tertiaires et industrielles sur le territoire, Basol, pour les sites pollués, et ING Topo, pour les parkings. Le potentiel identifié sur les



Graphique n° 3

Emplois dans la filière photovoltaïque française

Source : "Marché et emplois dans le domaine des énergies renouvelables", Ademe, 2018.



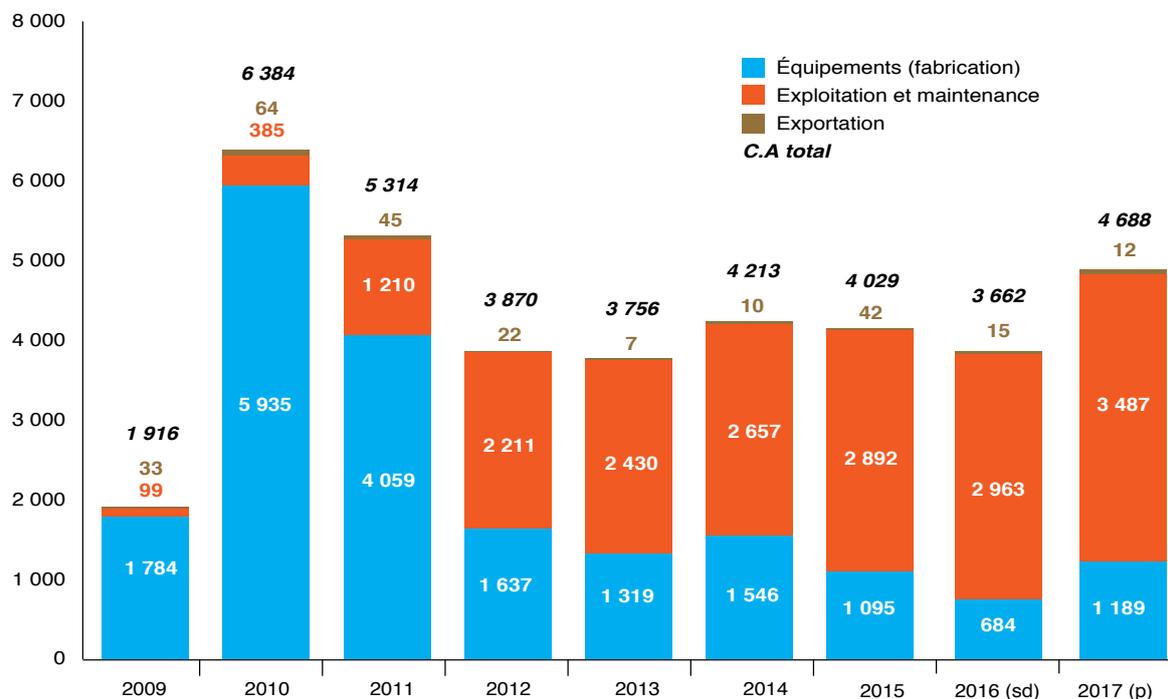
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 4

Chiffre d'affaires de la filière photovoltaïque française (en millions d'euros)

Source : "Marché et emplois dans le domaine des énergies renouvelables", Ademe, 2018.



(sd) : semi-définitif ; (p) : prévision

surfaces "délaissées" est de l'ordre de 53 gigawatts. Ce potentiel technique, évalué après élimination de très nombreux emplacements, ne tient pas compte de la rentabilité potentielle des sites. Surtout, il pointe le potentiel de régions jusqu'à maintenant délaissées par les porteurs de projets.

Globalement, 74 départements disposent d'un potentiel supérieur à 100 MW. Mais cinq zones se démarquent. Il s'agit, par ordre d'importance, de la moitié est de la région Grand Est ainsi que du Doubs et du Jura, des départements littoraux de la Nouvelle-Aquitaine, de l'Île-de-France, du nord des Hauts-de-France et de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le département de la Savoie sort aussi du lot. Les zones favorables se situent le plus

souvent à proximité des grands centres urbains, sur d'anciens sites industriels. Ces sites représentent deux tiers des terrains identifiés, pour 92 % du potentiel photovoltaïque. Détail important, l'étude signale que les sites "parfaits" sont rares : seuls 4 % ne sont impactés par aucun des critères retenus dans l'étude probabiliste des risques d'échec. Le potentiel est donc gigantesque, même si ce gisement théorique devra ensuite se frotter au cas par cas à la faisabilité technique des projets et surtout à leur coût. Il n'en est pas moins vrai que l'atteinte des objectifs de la PPE ne pourra se faire qu'en considérant l'ensemble des types de terrain disponibles.

33 000 INSTALLATIONS EN AUTOCONSOMMATION

Les raccordements d'installations solaires en autoconsommation continuent de se développer. Selon les chiffres extraits par Enedis de sa nouvelle base de données "Le mix par Enedis", plus de 33 000 installations photovoltaïques étaient reliées fin septembre 2018 à son réseau. C'est un rythme qui s'accélère car le pays comptait en juin 2017 14 000 sites en autoconsommation. Soit 0,04 % des 37 millions de clients raccordés aux réseaux de distribution et 4 % des 350 000 installations de production. C'est donc indéniable, une dynamique est en train de s'amorcer, car près de la moitié des nouvelles demandes de raccordement de production aux réseaux de distribution sont en autoconsommation.

Pourtant, cette montée en puissance ne s'effectue pas de la même façon sur l'ensemble des segments du marché photovoltaïque. Si, pour les plus petites installations (< 9 kW), le mouvement est relativement fluide, il en va différemment pour les sites passant par les appels d'offres. L'un des faits notables de 2018 aura en effet été les échecs des deux appels d'offres en autoconsommation réalisés au cours de l'année. Chacune des sessions de mai et de septembre aura vu un nombre de projets retenus sensiblement moindre aux enveloppes initialement prévues. Ainsi, pensée pour 50 MW, la session de mai n'a sélectionné que 7 dossiers pour 2,2 MW de puissance. L'échec de l'édition de septembre sera moins sévère, mais la session pour les projets de 100 à 500 kW en autoconsommation n'aura sélectionné que 19 MW (pour 48 projets) sur les 50 MW disponibles. Les prix d'achat proposés sont trop élevés et la majorité des dossiers ne passent pas le

cut. Parmi les explications avancées par les professionnels : le manque de visibilité sur l'évolution du Turpe, la complexité du cahier des charges et une fiscalité trop désavantageuse. Autre signe des difficultés des développeurs, le tarif moyen de l'énergie proposé dans ces appels d'offres est en hausse, un phénomène à rebours des tendances observées sur les autres segments. En décembre 2017, lors de la première session en autoconsommation, le prix moyen issu des dossiers retenus étaient de 7,90 €/MWh. Un niveau qui s'est relevé à 34,9 €/MWh lors de l'édition de mai 2018, pour redescendre à 26,8 €/MWh pour celle de septembre.

Pour sortir de l'ornière, la filière, par l'intermédiaire du syndicat Enerplan, réclamait que les plafonds des appels d'offres soient relevés pour ne concerner que les installations de 500 kW, voire de 1 MW. Elle a finalement été entendue, puisqu'en novembre 2018, la Commission de régulation de l'énergie a fait un pas vers les promoteurs en élevant à 1 MW la puissance maximale des projets en autoconsommation. La modification du cahier des charges concerne les appels d'offres autoconsommation, mais aussi celui dédié aux bâtiments et ombrières (100 kW – 8 MW). Les premiers voient la puissance maximum des projets doubler : de 500 kW sur les périodes précédentes, elle passe à 1 MW. Une hausse susceptible d'engendrer des économies d'échelle capables de faire baisser les prix. Les évolutions concernant l'appel d'offres bâtiments et ombrières entreront quant à elles en vigueur à compter de la 7^e période (8 mars 2019).

CROISSANCE DES EMPLOIS ET DU CHIFFRE D'AFFAIRES EN 2017

Dans son étude annuelle, "Marché et emplois dans le domaine des énergies renouvelables", l'Ademe évalue l'emploi à 7 050 équivalents temps plein (EQT) en 2017 pour la filière. Pour la première fois depuis 2010, le nombre d'emplois est en augmentation par rapport à l'année précédente. En effet, 2016 avait établi un record plancher avec 4 864 emplois. 2017 marque donc une progression de 45 % et dépasse même le niveau de 2015 (6 866). Le détail des chiffres nous montre que ce sont les emplois dédiés à la construction et à l'installation qui expliquent ce regain de dynamisme, puisqu'ils passent de 2 524 en 2016 à 4 336 en 2017, pour retrouver un niveau quasiment équivalent à 2015 de 4 438 emplois. Ces chiffres sont en lien direct avec les records annuels présentés dans le graphique n° 1, puisque 895 MW ont été raccordés en 2015, 640 MW en 2016 et 875 MW en 2017. Néanmoins, les chiffres de l'emploi des six dernières années sont faibles par rapport à ceux de 2010 et 2011 (respectivement 32 042 et 29 377 équivalents temps plein). Cela s'explique par la typologie des installations photovoltaïques : jusqu'à la fin des années 2000, le photovoltaïque se déployait essentiellement sur le segment des toitures individuelles, inférieures à 9 kW. Il s'agissait alors d'un secteur plus intense en emplois ramenés aux puissances raccordées. Depuis, le marché a évolué pour être essentiellement représenté par des grandes centrales qui, rapportées au mégawatt installé, demandent moins de main-d'œuvre.

La même dynamique s'observe sur les chiffres d'affaires. Avec une croissance de 28 % par rapport à 2016, 2017 a généré

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.journal-photovoltaïque.org
- ✓ www.eurobserv-er.org
- ✓ www.ines-solaire.org
- ✓ www.photovoltaïque.info
- ✓ www.enerplan.asso.fr
- ✓ www.enr.fr
- ✓ www.observatoire-energie-photovoltaïque.com

4 688 millions d'euros, un chiffre qui n'avait pas été atteint depuis 2011. Cette progression se retrouve à tous les niveaux de la chaîne de valeur de la filière française, mais c'est l'activité de fabrication d'équipements qui a connu l'augmentation la plus forte avec + 74 %, passant de 684 M€ en 2016 à 1 188 M€ l'année suivante.

La PPE de 2016 a lancé une dynamique qui se fait sentir sur l'emploi et le chiffre d'affaires de la filière photovoltaïque française. En annonçant des objectifs ambitieux pour 2023 et 2028, le gouvernement semble avoir consolidé cette tendance pour les années à venir. Il reste désormais à officialiser les calendriers des appels d'offres en relation avec la programmation rendue publique en novembre 2018. Cela devrait être fait au cours du premier trimestre 2019. ●



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



Henri Perrot

à **Franc RAFFALLI**,
président du
Groupement
des métiers du
photovoltaïque
de la Fédération
française du
bâtiment (GMPV-
FFB)

1 Selon vous, la filière photovoltaïque est-elle suffisamment soutenue en France ?

L'objectif du gouvernement est de produire un kWh solaire le moins cher possible et d'atteindre les objectifs ambitieux fixés dans la PPE. Le soutien se concentre donc autour d'appels d'offres qui permettent d'appeler et de réguler les coûts et les volumes installés. Ce marché fortement concurrentiel ne permet cependant pas aux TPE et PME du bâtiment de se positionner durablement. En parallèle au programme national, les régions et les collectivités locales ont des ambitions intéressantes et porteuses pour les entreprises, que ce soit par des aides dédiées aux projets en autoconsommation, des formations, de la mise en relation... À terme, l'autoconsommation permettra de nous affranchir des dispositifs de soutien direct, grâce aux économies générées. Pour renforcer le secteur, un soutien réellement efficace, autre que financier, serait la simplification

et l'accélération des démarches telles que l'accès au réseau ou le transfert de contrat d'achat.

2 Que reprenez-vous du plan "Place au soleil" de l'été 2018 ?

La mesure qui intéresse les adhérents du GMPV-FFB est le renforcement de la protection du consommateur via les attestations de conformité (fournies par le Consuel), obligatoires en cas d'autoconsommation. En effet, les risques étaient importants car jusqu'alors, la déclaration au gestionnaire de réseau de distribution était nécessaire, mais pas le contrôle de conformité électrique. Nous aurions pu avoir un nouveau risque de pathologies électriques dans un contexte de tension avec les assureurs qui ont eu beaucoup de sinistres. Le GMPV avait milité en faveur de cette mesure et nous sommes ravis qu'elle ait été validée. "Place au soleil" a également été l'occasion de communiquer positivement sur le photovoltaïque, et de mettre en avant les volontés portées par les grandes enseignes, les ministères, la SNCF et les énergéticiens.

3 Y'a-t-il des besoins en ressources humaines, en main-d'œuvre, dans le secteur du photovoltaïque ?

Il y a un besoin pour tous les métiers du bâtiment, et le photovoltaïque particulièrement. Les maîtres d'ouvrage sont motivés et les projets sont présents, les équipes doivent être renforcées pour répondre à la demande, mais nous manquons d'installateurs, de conducteurs de travaux... Pourtant, le photovoltaïque est un métier passionnant, et qui peut s'appuyer sur un marché enfin solide et pérenne. Nous

PHOTOVOLTAÏQUE



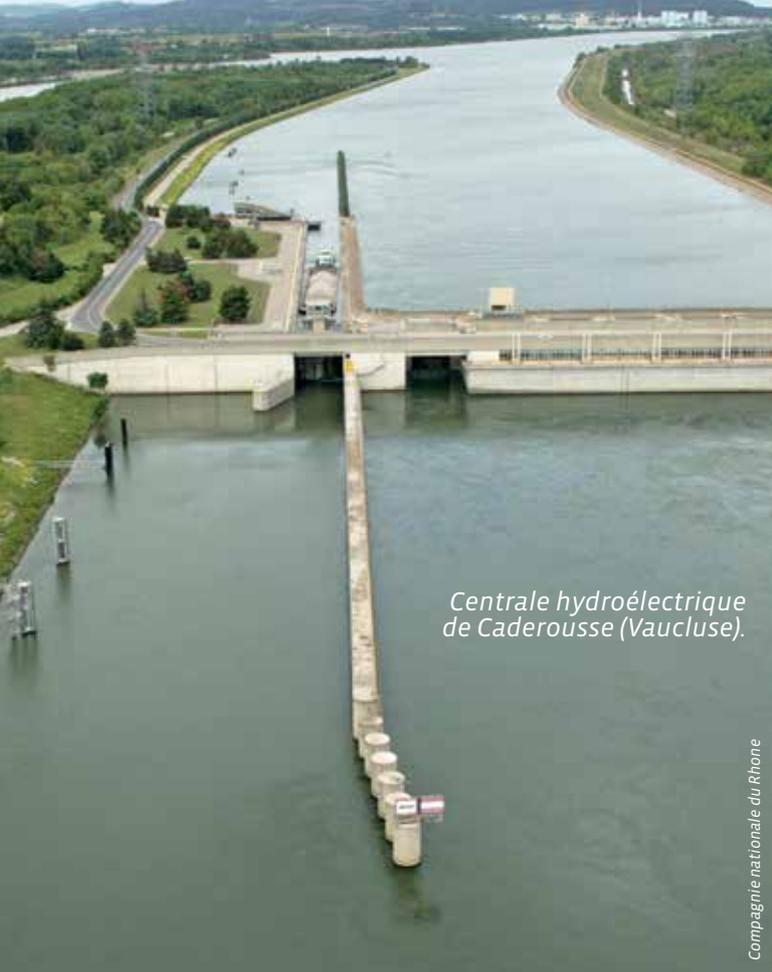
devons mettre en avant l'attractivité de notre métier, ses plus-values, et travailler à une offre de formation adaptée aux besoins des entreprises. Cela fait partie de notre feuille de route 2019, avec le soutien des acteurs du solaire, du réseau des fédérations départementales et régionales, et des métiers qui composent le GMPV. ●

30

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Retour
au sommaire



Centrale hydroélectrique de Caderousse (Vaucluse).

Compagnie nationale du Rhône

Flexible et stockable, l'hydroélectricité est une énergie renouvelable différente des autres. Alors que le chef de l'État a rappelé le rôle stratégique que doit avoir la filière dans la transition énergétique du pays, le développement des nouveaux projets reste difficile sur le terrain.

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée à fin septembre 2018

25 784 MW

Production totale en 2017

49,6 TWh

Objectif 2023

25,7 GW

Objectif 2028

Puissance installée

**26,4 GW –
26,7 GW**

Emplois directs dans la filière à fin 2017

11 590

Chiffre d'affaires dans la filière en 2017

3 100 millions d'euros

31

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

L'HYDROÉLECTRICITÉ, PREMIÈRE ÉNERGIE RENOUVELABLE ÉLECTRIQUE FRANÇAISE

Avec une capacité installée de 25 784 MW, la filière hydraulique est la deuxième source d'électricité française, et la première parmi les énergies électriques renouvelables. Les ouvrages existants sont très disparates. Il y en a plus de 2 300 sur l'ensemble du territoire, dont 95 ayant une puissance comprise entre 50 et 600 MW et qui concentrent près de 60 % de la capacité de production nationale hydroélectrique. Géographiquement, deux zones se distinguent pour l'implantation des sites : les Alpes et les Pyrénées. Au 30 septembre 2018, les trois principales régions que sont l'Auvergne Rhône-Alpes, l'Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur ont représenté 78 % de la production d'électricité de la filière au cours des douze mois précédents.

En 2017, l'hydroélectricité a produit 49,6 TWh, soit un niveau en net recul (- 18 %) par rapport à l'année précédente. La cause en est un fort déficit des précipitations au cours de l'année. Selon Météo France, ce déficit a dépassé les 10 % en moyenne sur la France, ce qui place 2017 parmi les années les plus sèches sur la période 1959-2017.

UN POTENTIEL VALORISÉ PAR QUATRE GRANDES TECHNOLOGIES

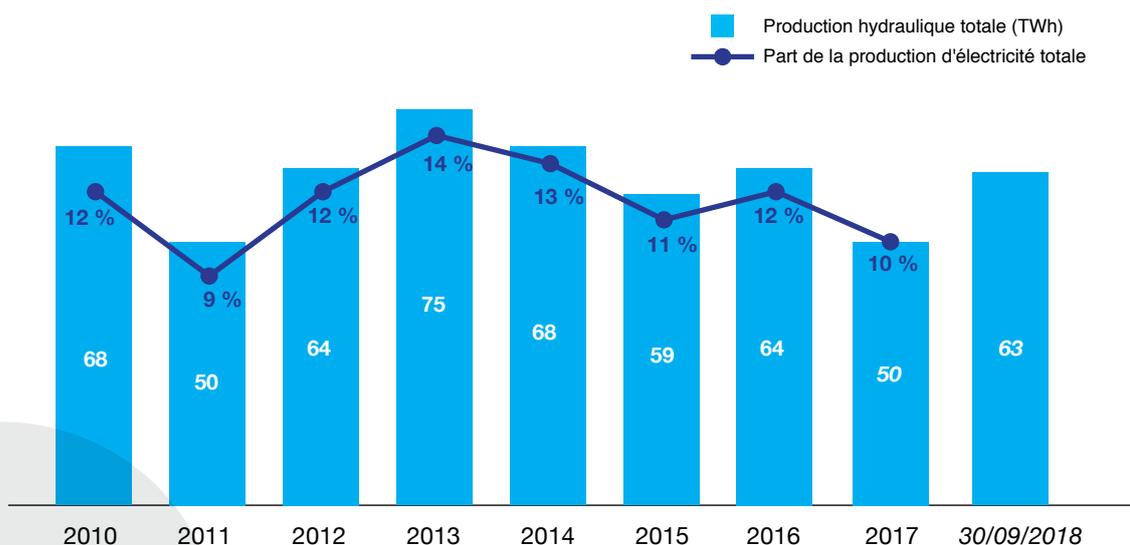
Le potentiel hydroélectrique français est valorisé par quatre grandes technologies : les centrales au fil de l'eau, les centrales de lac et d'éclusée et les stations de transfert d'énergie par pompage (Step).

Les centrales au fil de l'eau sont les plus nombreuses sur le territoire (env. 1900)

Graphique n° 1

Production d'électricité hydraulique en France (en TWh)

Source : RTE 2018.



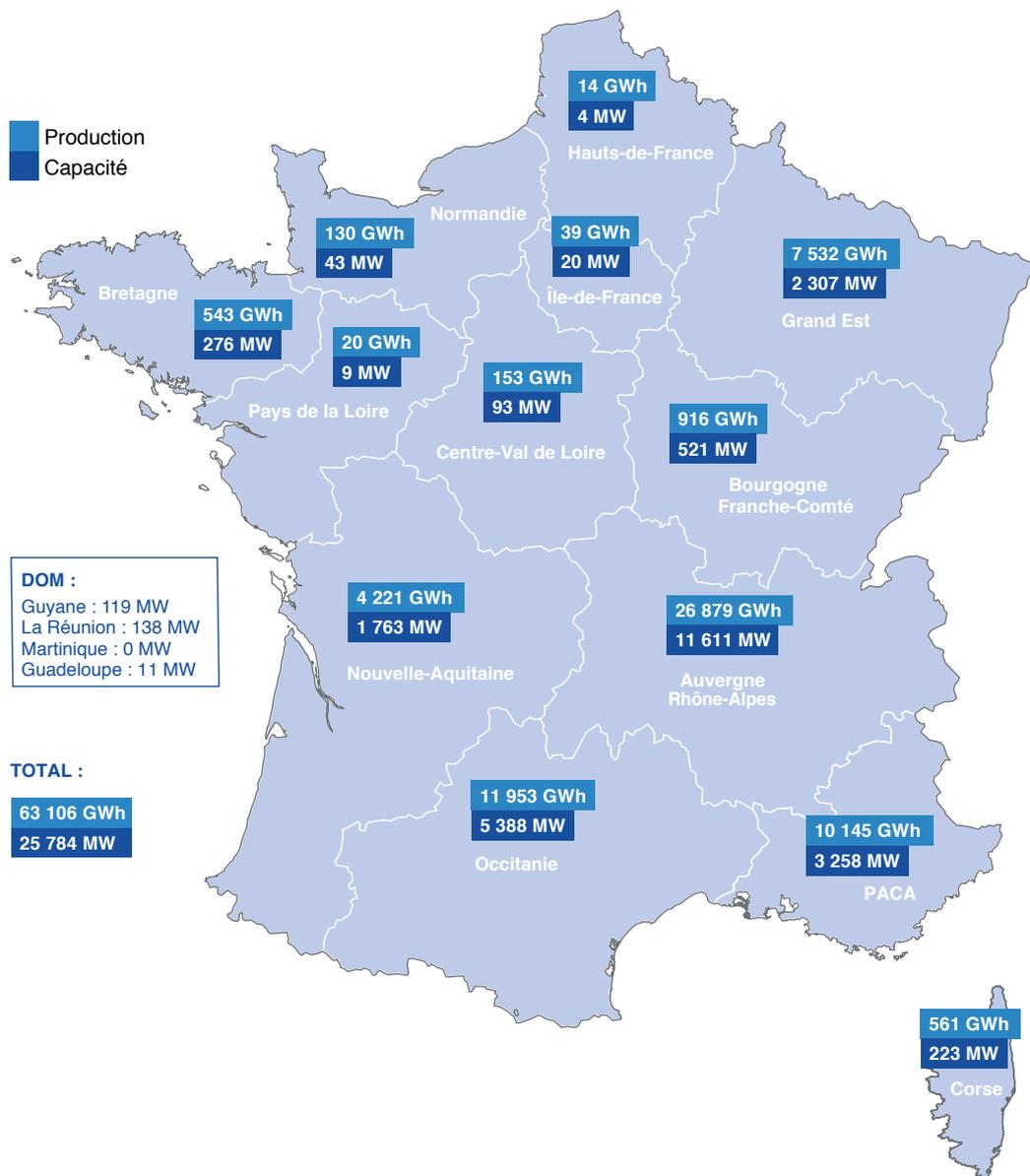
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Carte n° 1

Répartition du parc hydraulique français raccordé au 30 septembre 2018 et production annuelle sur une année glissante

Source : Observ'ER d'après données Enedis, RTE et EDF SEI.



et réalisent plus de 50 % de la production hydraulique, mais, du fait de leur petite puissance nominale (en moyenne), elle ne représentent que le deuxième type d'aménagement en termes de puissance (env. 7 600 MW). Non équipées de retenues d'eau, elles assurent une production en continu

tout au long de l'année et participent ainsi à la base du mix énergétique national.

Les centrales de lac sont associées à des barrages et constituent un tiers de la puissance installée (env. 9 000 MW) malgré leur

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

petit nombre (une centaine). Cette technologie représente une puissance très rapidement mobilisable en période de pointe de consommation.

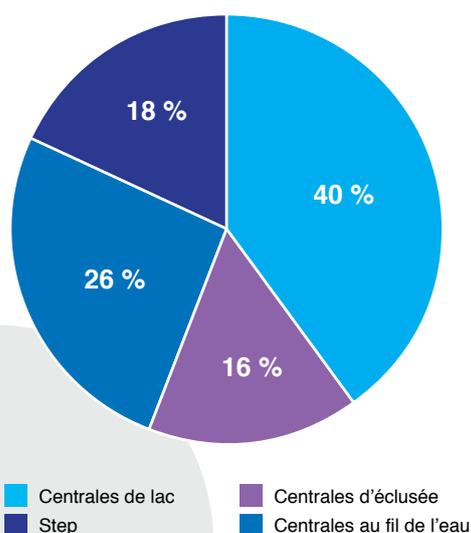
Les centrales d'éclusée, également dotées d'une retenue d'eau, permettent un stockage quotidien ou hebdomadaire de quantités moyennes d'eau disponible en cas de pic de consommation. Cette technologie représente environ 4 200 MW installés, pour 150 centrales, et un potentiel de production de 10,6 TWh.

Les stations de transfert d'énergie par pompage (Step) ne sont pas tout à fait considérées comme des sites de production. Elles constituent davantage des lieux de stockage d'énergie sous forme d'une eau pompée dans un réservoir amont et pouvant être turbinée en cas de besoin énergétique. L'Hexagone recense une dizaine de Step, pour une puissance cumulée de 4 500 MW.

Graphique n° 2

Répartition des capacités hydrauliques sur le réseau de transport par type de centrale

Source : "Panorama des énergies renouvelables 2018", SER Enedis.



Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

UN OUTIL DE STOCKAGE

Les Step constituent aujourd'hui le principal outil de stockage de l'électricité à grande échelle et occupent, à ce titre, un rôle particulier dans la transition énergétique française. Sur le plan électrique, cette transition doit s'appuyer sur trois piliers : le déploiement des énergies renouvelables, un renforcement des réseaux axé sur des schémas régionaux et la diffusion de technologies de stockage. Ces dernières sont encore rarement matures, et seules les Step offrent un potentiel à grande échelle, ce qui en fait un élément d'équilibrage du réseau indispensable. Si les principaux grands sites exploitables ont déjà été mobilisés, les Step peuvent cependant être modernisées. Un potentiel en petites Step, basé sur des bassins préexistants (anciennes carrières par exemple), existe et présente un intérêt pour assurer l'équilibre de boucles locales dans les territoires et ainsi éviter des coûts de renforcement des réseaux.

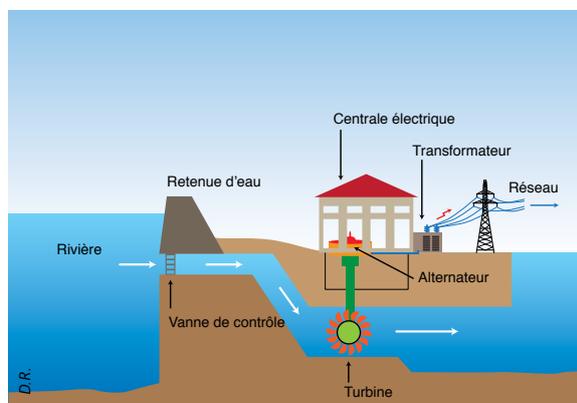
DES PROJETS SOUS HAUTES CONTRAINTES

En novembre 2018, la présentation de la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) est venue préciser la feuille de route pour la filière hydraulique française. À fin 2023, l'objectif est de maintenir le parc de production au niveau actuel (25,7 GW). À fin 2028, elle est de renforcer le poids du secteur en atteignant une fourchette située entre 26,4 et 26,7 GW. Ces chiffres vont dans le sens d'une volonté de maintenir et de développer le rôle de la filière dans le mix électrique français. Un rôle stratégique qui a d'ailleurs été nommé cité par le chef de l'État lors de son discours accompagnant la présentation de la PPE.

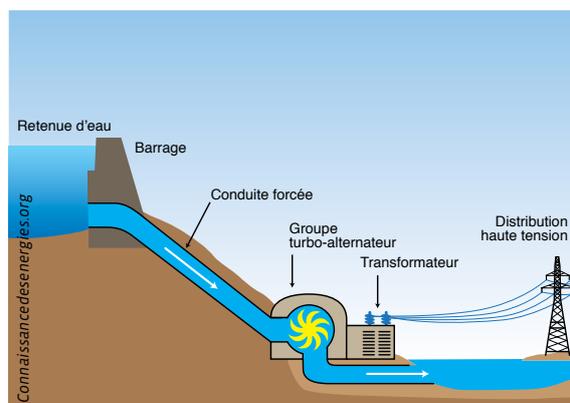
Schéma n° 1

Schémas des différentes technologies d'ouvrages hydroélectriques

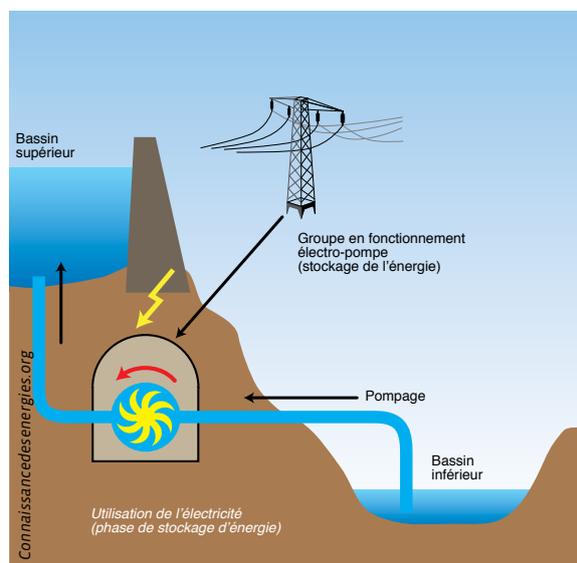
Source : Observ'ER 2016.



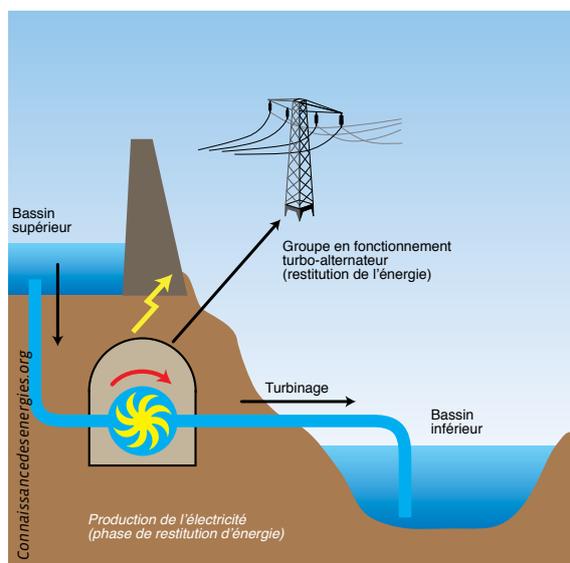
Centrale au fil de l'eau.



Centrale de lac.



Step en phase de stockage.



Step en phase de production.

À ces annonces, les professionnels de l'hydroélectricité, notamment au travers du syndicat France Hydro électricité (FHE), se sont déclarés satisfaits, d'autant plus qu'ils y ont vu un message clair aux services instructeurs de l'État pour mieux accompagner le développement de nouveaux projets (voir 3 questions à FHE en fin de

fiche). Cependant, si l'objectif à fin 2023 leur apparaît réaliste au regard des délais actuels d'instruction et de construction des projets hydroélectriques (trois à huit ans en moyenne), ils auraient en revanche aimé pour 2028 des ambitions plus en relation avec le potentiel mobilisable.



En effet, en matière de développement, la filière hydroélectrique dispose d'un important potentiel qui a déjà été plusieurs fois identifié. En 2014, un travail a été mené par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), la direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et les producteurs. Il en est ressorti un potentiel estimé à 11,7 TWh de production supplémentaire, réparti entre des installations nouvelles (10,3 TWh par an) et l'équipement de seuils existants (1,4 TWh par an). Ces résultats étaient sensiblement proches de ceux établis en 2012 par l'Union française de l'électricité (UFE) lors d'un exercice comparable.

Il s'agit cependant d'un potentiel théorique qui ne prend pas en compte la maîtrise des impacts environnementaux. Or, près des trois quarts de ce potentiel sont impossibles à exploiter du fait du classement en

liste 1 de nombreux cours d'eau (voir encadré ci-dessous). L'accroissement de la production hydraulique est en outre impacté par l'augmentation des débits réservés, qui est pleinement entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2014. Les "débits réservés" correspondent aux débits minimaux que les propriétaires d'ouvrages doivent maintenir dans les cours d'eau de façon à garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces présentes.

Une fois ce cadre réglementaire posé, on comprend que le développement de l'hydroélectricité sur le terrain soit lent. Dans le contexte de la loi sur la transition énergétique, la filière avance désormais au rythme de la programmation des appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE). Sur la période 2018-2020, il est prévu trois sessions de 35 MW chacune pour un

Le classement des cours d'eaux, des listes à enjeux

En France métropolitaine, 60 000 ouvrages hydrauliques – barrages, seuils, écluses, moulins, digues... – ont été recensés sur les cours d'eau. Ils sont potentiellement des obstacles à l'écoulement et à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau. Pour encadrer cela, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 (Lema), et sa traduction dans l'article L. 214-17 du code de l'environnement (CE), a initié une réforme du classement des cours d'eau en l'adaptant aux exigences de la directive cadre sur l'eau. Deux listes de classement ont été constituées en vue d'assurer la préservation de la continuité écologique des cours d'eau.

Le classement en liste 1 recense les cours d'eau en très bon état écologique ou identifiés comme jouant un rôle de réservoir biologique. Aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Le classement en liste 2 rassemble les cours d'eau pour lesquels il est nécessaire d'assurer le transport des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Les textes imposent aux ouvrages existants des mesures correctrices de leurs impacts sur la continuité écologique dans les cinq ans à partir de janvier 2013.

total de 105 MW. La première édition, qui s'est clôturée en janvier 2018, a vu la sélection de 14 dossiers pour une puissance totale de 36,9 MW. Le prix moyen sur l'ensemble des projets retenus a été de 89,6 € par MWh. L'appel d'offres était ouvert aux nouvelles installations hydroélectriques dont la puissance est comprise entre 1 et 4,5 MW, implantées sur de nouveaux sites ou équipant des barrages existants. Une première étape que l'on pourrait considérer comme réussie. Pourtant, la filière reste prudente car, d'expérience, elle sait qu'un dossier retenu ne signifie pas automatiquement que le projet sera réalisé.

En effet, le secteur fait face à de nombreuses contraintes dont les deux principales sont les contradictions de la réglementation et l'effet ciseau entre les bas prix de l'électricité d'un côté et les coûts d'exploitation des centrales en hausse de l'autre. À ce titre, les professionnels pointent notamment les différentes taxes (foncière, Ifer, CFE, redevance hydraulique...), qui représentent en moyenne un quart du coût du MWh. Côté environnement, les professionnels réclament un assouplissement des obligations et une gouvernance cohérente, sachant que les centrales de moins de 10 MW relèvent de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature et les grandes centrales, de la Direction générale pour l'énergie et le climat. Trop souvent, la gestion des dossiers déposés auprès des services instructeurs est différente d'une région à une autre, alors qu'une unicité de mode de traitement devrait être la règle. Des complexités et une intransigeance difficiles à comprendre, qui pourrait s'apparenter à un dogmatisme anti-hydro qui peut amener des porteurs de projets à renoncer. France Hydro électricité rappelle en la matière que la zone des Pyrénées n'a eu qu'un seul

lauréat lors du dernier appel d'offres, alors que son potentiel est le deuxième derrière celui des Alpes.

De plus, le secteur regrette que même les projets lauréats des appels d'offres CRE peinent pour obtenir leur autorisation, certains services instructeurs n'hésitant pas à revenir sur leur précadrage environnemental. France Hydro électricité rappelle que les dossiers retenus doivent se réaliser dans des laps de temps contraints, et certaines instructions s'enlisent. La situation est d'autant plus difficile qu'il n'y a pas de suivi précis de l'état d'avancement des lauréats, alors que ces informations sont reçues par différents organismes comme Enedis où les DDT (directions départementales des territoires). La filière gagnerait à avoir un tableau de bord pour mieux piloter l'avancement des nouvelles puissances et identifier les dérives par rapport aux trajectoires de développement.

PLUS DE 11 500 EMPLOIS

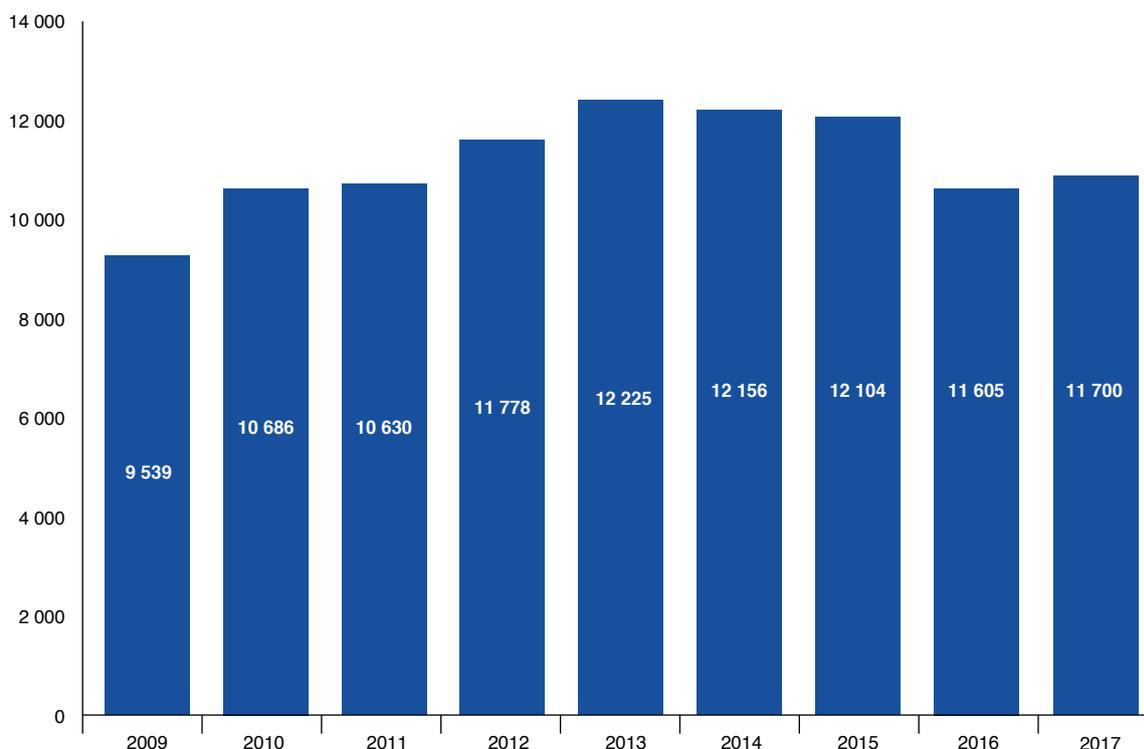
La filière française hydroélectrique repose autant sur des petites entreprises que sur des grands groupes. L'Ademe, dans son étude annuelle sur l'activité des filières renouvelables, recense 10 fabricants de turbines, 10 fournisseurs de matériel électrique spécifique, 30 bureaux d'études et 1700 exploitants avec EDF et Engie en principaux acteurs pour les grandes installations. France Hydro électricité, de son côté, fédère plus de 170 fournisseurs adhérents, toutes activités confondues, au service de la filière.

L'emploi dans la filière est estimé à 11 500 personnes en 2017, dont près des trois quarts se consacrent à la vente de l'énergie et à la maintenance des installations.

Graphique n° 3

Évolution de l'emploi direct dans le secteur de l'hydroélectricité en France

Source : "Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables", Ademe, 2018.



Environ 7 000 d'entre elles travaillent sur la grande hydroélectricité et environ 2 000 sur la petite. Le chiffre d'affaires global de la filière est évalué à 3 100 millions d'euros. Il est directement corrélé à la production d'électricité de la filière et donc à la pluviométrie.

UN MARCHÉ SECONDAIRE ACTIF EN 2018

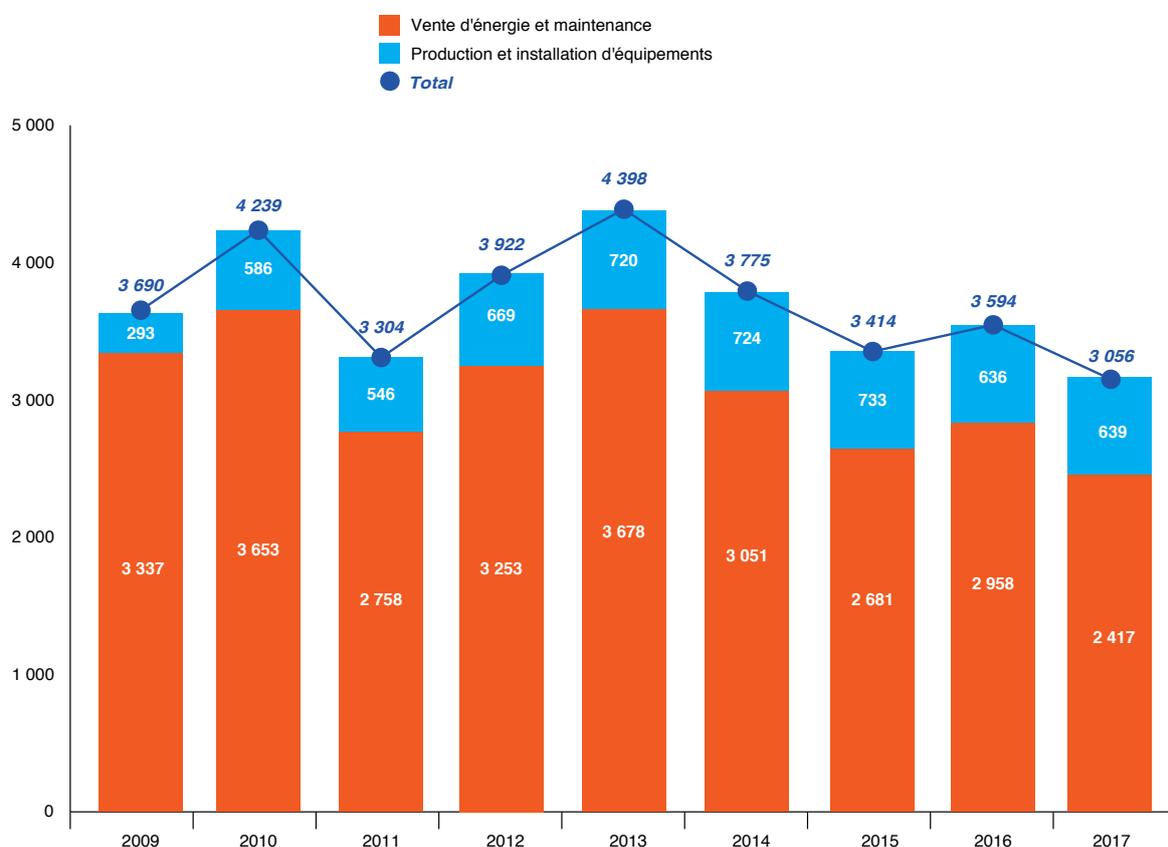
Malgré de trop rares projets en développement et la modestie des appels d'offres publics nationaux, l'activité autour des centrales de petite puissance a connu une attention croissante en 2018. Plusieurs opérations de rachat de centrales ont été observées, et cela de la part d'opérateurs

aux profils différents. Ainsi Hydrocop, producteur créé en 2011 par des entreprises locales de distribution (ELD), a conclu un accord avec le groupe Nouvelles Énergies hydrauliques-Compagnie des hautes chutes de Roques (NEH-CHCR), premier producteur indépendant français, pour l'acquisition de 19 centrales dans les Alpes. Autre exemple, l'annonce de Cap vert énergie, jusqu'ici développeur de centrales solaires ou biogaz, de sa volonté de faire de l'hydroélectricité son troisième domaine d'activité. La société vise un portefeuille de 20 MW dans cinq ans, notamment par rachat de centrales. Troisième cas, le fournisseur élec-

Graphique n° 4

Évolution du chiffre d'affaires du secteur de l'hydroélectricité en France

Source : "Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables", Ademe, 2018.



trique suisse Romande Énergie, qui s'est emparé de la centrale de Bar en Corrèze. Ce superbe outil industriel, centenaire et développant une puissance de 8 MW, présente le profil recherché de centrale de "haute chute". Les turbines sont alimentées par une conduite forcée reliée à un lac d'altitude, ce qui permet une production entièrement pilotable tout au long de l'année. Seul bémol à sa valorisation, le site est régi par un contrat de type concession (voir encadré p. 44). La clé de cet intérêt grandissant réside d'une part dans les caractéristiques de la filière : une énergie à production régulière

avec en moyenne un facteur de charge annuel (nombre d'heures de production à l'année) nettement supérieur à celui des éoliennes. L'autre élément explicatif du phénomène de reventes vient de la complexification du contexte hydroélectrique français. L'arrivée de nouvelles exigences environnementales et techniques (les déplacements des poissons et le transport des sédiments, en particulier) ou les investissements demandés pour renouveler les contrats d'achat avec EDF ont conduit

Évaluer la valeur d'une centrale

L'évaluation de la valorisation des petites et moyennes centrales hydroélectriques répond à plusieurs règles précises qui se basent sur les caractéristiques propres de chacun des sites. Parmi les critères prépondérants, le pilotage de la production figure en bonne place. Ainsi, une centrale située sous un lac a plus de valeur qu'une installation au fil de l'eau, à débit variable. Autre élément majeur : le droit d'eau. L'autorisation d'exploitation s'oppose ici à la concession. Dans le premier cas, le site est en propriété et l'affaire est pérenne, donc plus chère que si elle se trouve sous concession, à durée limitée, avec un appel d'offres à la fin.

Troisième critère, plus classique, l'état de l'outil de production : sa maintenance a-t-elle été régulière au fil des années (des ouvrages sont plus que centenaires) ? Quelles modifications ont été apportées au cours des dernières années ? Le site a-t-il fait l'objet d'un repowering récent ? Autre aspect passé au crible, celui des charges d'exploitation (Opex). Sur ce point, de gros écarts peuvent être observés entre les centrales de haute chute – des ruisseaux de montagne dans une conduite forcée vers de petites turbines légères, faciles à changer ou réparer – et celles de basse chute, en grande rivière, qui supposent de grosses turbines et du génie civil lourd. Bien sûr, le productible est également un point crucial. Quel est le facteur de charge de la centrale, qui en moyenne en France tourne autour de 4 000 heures par an (l'éolien dépasse rarement 3 000 heures), et comment évolue-t-il en hiver, période la plus rémunératrice au kWh produit.

certains propriétaires à préférer céder leurs actifs plutôt que de faire les dépenses nécessaires. Une troisième raison peut être évoquée et elle s'applique tout particulièrement aux fournisseurs d'énergie. L'ouverture du marché de l'électricité leur impose une diversification plus importante de leurs approvisionnements. Aussi, face aux risques de variations des prix sur le marché de gros, certains fournisseurs préfèrent investir pour sécuriser leur sourcing en propre. C'est dans cette démarche que se sont réalisés les investissements d'Hydrocop et de Romande Energie cités plus haut.

S'il est difficile de prévoir comment va évoluer cette dynamique sur le marché secondaire, qui n'avait plus été observée depuis de nombreuses années, il est clair qu'elle

traduit la reconnaissance des atouts de l'hydroélectricité et notamment celui de sa flexibilité. Les différents types de centrale peuvent à la fois fournir une production régulière d'énergie, soutenir le réseau en cas de pics de consommation à travers les centrales de lac ou absorber des surplus de production électrique en période basse de consommation avec les ouvrages de pompage-turbinage. Cette flexibilité est un outil de grande valeur qui va permettre d'intégrer des volumes croissants d'énergie variable d'origine solaire ou éolienne. Avec une consommation qui va de plus en plus évoluer dans ses profils, l'hydroélectricité, en produisant au bon moment, représente

un puissant facteur d'intégration, comme le sont les batteries ou le stockage sous forme d'hydrogène.

TROUVER UN MEILLEUR ÉQUILIBRE

Le principal message de la filière hydroélectrique est aujourd'hui de faire valoir qu'elle sait concilier environnement et production énergétique. Techniquement, toutes les solutions sont disponibles pour répondre aux différents cas de figure qui peuvent se présenter sur le terrain pour allier protection de biodiversité, préservation des cours d'eau ou qualité de l'eau et participation à un mix électrique plus soutenable. Il ne faut pas gâcher le potentiel que représente le secteur.

Alors que la volonté de développer davantage la filière se manifeste à la fois au plus haut niveau de l'État (les déclarations d'Emmanuel Macron en accompagnement de la PPE de novembre 2018), la filière alerte sur le risque de rater le potentiel énergé-

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.france-hydro-electricite.fr
- ✓ www.barrages-cfbr.eu

tique et économique qu'elle représente. Au niveau des régions ou des collectivités, il n'est, en effet, pas rare de trouver des acteurs qui, dans une logique de développement énergétique et économique, souhaiteraient équiper pour une production électrique certains de leurs ouvrages. Seulement, échaudés par les difficultés à venir, beaucoup se dissuadent d'aller plus loin. Aussi, le secteur appelle à ce qu'un meilleur équilibre entre enjeux environnementaux et énergétiques soit trouvé pour que la filière hydroélectrique puisse jouer pleinement son rôle dans la transition énergétique du pays. ●



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Christine Etchegoyhen**,
présidente de
France Hydro
électricité

1 Quelles sont vos réactions par rapport aux objectifs pour la filière dans la nouvelle PPE ?

Le syndicat se félicite de la déclaration du Président de maintenir et développer l'hydroélectricité partout où c'est possible. Car nous en sommes convaincus, la transition énergétique ne se fera pas sans hydro-électricité. C'est un message fort pour les services instructeurs de l'État. Cependant, dans un contexte de transition énergétique et de développement d'un mix plus renouvelable, les objectifs ne sont pas assez ambitieux au regard du potentiel réel de la filière et de l'intérêt que revêt l'hydro-électricité pour les réseaux. Pour autant, ils constituent un message assez clair sur la volonté du gouvernement de poursuivre le développement de l'hydro, et de la petite hydro en particulier.

L'absence de ventilation par sous-objectif laisse une grande liberté d'action au ministère. On peut néanmoins penser qu'une part importante du développement se fera dans le cadre du renouvellement des concessions, pour lequel chacun aura noté qu'aucun calendrier n'est précisé. Les appels

d'offres pour développer la petite hydro devraient être maintenus à leur rythme actuel (35 MW/an), et le guichet devrait rester ouvert aux projets de puissance inférieure à 1 MW, ce dont on se félicite. Quant aux objectifs en matière de stockage, ils restent assez flous, notamment pour le développement de petites stations de pompage, pour lesquelles un potentiel existe. On peut cependant imaginer que des Step seront créées dans le cadre du renouvellement des concessions.

2 Quelles analyses faites-vous des résultats du dernier appel d'offres ?

Les résultats de l'appel d'offres (AO) rendus public à l'été 2018 montrent que le potentiel existe et que les porteurs de projets répondent présent (98 MW de projets ont été déposés, pour 35 MW appelés). Si le lot de projets sur sites existants a connu moins de succès, ce n'est cependant pas une surprise, car l'AO visait des projets supérieurs à 1 MW, alors que l'essentiel du potentiel existant en la matière demeure sur des seuils existants inférieur à 1 MW. Concernant les seuils appartenant aux collectivités ou autres établissements publics (3 des 4 lauréats concernent des sites appartenant à Voies navigables de France), la difficulté réside dans la nécessaire mise en concurrence préalable des porteurs de projet pour candidater à l'AO CRE. Ce point est une conséquence de la réforme du CGPPP¹. Cependant, ce double appel d'offres est trop complexe et trop risqué pour de nombreux porteurs de

¹. Code général de la propriété des personnes publiques.



projet, car les coûts pour s'engager dans de telles procédures sont élevés.

Quant à l'avenir de ces appels d'offres, il est prévu que la concurrence se fasse dorénavant entre projets mis à l'enquête publique, ce qui nous inquiète à plusieurs titres. Tout d'abord, personne n'est capable de situer le volume de projets en cours d'instruction susceptibles d'être mis à l'enquête publique à temps pour être éligibles. Ensuite, le coût d'un dossier d'autorisation en hydroélectricité est très supérieur aux autres filières, ce qui expose les producteurs à des coûts échoués importants s'ils ne sont pas lauréats. Il faudrait permettre aux candidats d'aller chercher des subventions pour financer les études et entretenir la concurrence... Enfin, nous regrettons cette orientation car de nombreux petits porteurs de projets renonceront à ce type de procédure qu'ils jugeront trop lourde et risquée. Une meilleure solution aurait été de renforcer le précadrage environnemental, voire de le rendre opposable aux services instructeurs, pour éviter l'écueil de projets lauréats qui ne seraient finalement pas autorisés.

3 Quelles sont les avancées par rapport aux points mis en avant dans le livre blanc de la filière de 2017 ?

En matière de fiscalité, nous avons, France Hydro avec le SER et l'UFE, difficilement obtenu que les collectivités territoriales puissent, par délibération spécifique, exonérer, pour la part de taxe foncière sur les propriétés bâties qui leur revient, les parties d'une installation hydroélectrique destinées à la préservation de la biodiversité et de la continuité écologique (passes à poissons par exemple). C'est un demi-succès car nous souhaitons exonérer une fois pour

toutes de taxe foncière les ouvrages qui nous sont imposés pour améliorer la continuité écologique. Le rapporteur a réécrit l'amendement, qui a ainsi pu être voté dans la loi de finance, autorisant les communes ou les intercommunalités à délibérer pour exonérer les ouvrages environnementaux de taxe foncière. Cela s'annonce fastidieux pour les développeurs. Par ailleurs, nos autres amendements au projet de loi de finance ont tous été rejetés.

En matière de gouvernance, nous sommes toujours confrontés dans certains départements à des blocages et des prescriptions exorbitants. Ces blocages émanent tantôt de l'AFB (Agence française pour la biodiversité), tantôt de l'Agence de l'eau, tantôt des DDT (directions départementales des territoires), et parfois des Dreal (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement). Ces blocages sont très localisés et reposent sur un petit nombre de personnes. Nous espérons donc que la PPE parvienne jusqu'aux services instructeurs pour fluidifier le développement.

Pour ce qui est des aménagements relatifs à la continuité écologique, certaines DDT peinent à arbitrer entre les avis de l'AFB et les propositions des bureaux d'études. Trop souvent, elles renoncent à prendre en compte les autres politiques publiques comme la lutte contre le réchauffement climatique, la transition énergétique ou même la biodiversité au-delà du seul poisson. C'est aussi pour cette raison qu'il est urgent de réviser la DCE (directive-cadre sur l'eau), qui a bientôt 20 ans et ne tient pas compte de tous ces nouveaux enjeux. ●

CHIFFRES CLÉS

Centrale 100 %
bagasse/biomasse
Galion 2 en Martinique.



Puissance installée à fin octobre 2018

591,53 MW

Production électrique en 2017

3 150 GWh

Objectif à fin 2023 (option basse)

790 MW

Objectif à fin 2023 (option haute)

1 040 MW

*Emplois dans la filière en 2017
(toutes valorisations énergétiques)¹*

6 610

*Chiffre d'affaires dans la filière en 2017
(toutes valorisations énergétiques)¹*

1 319

millions d'euros

Bien plus utilisée pour la production de chaleur, la biomasse solide est également présente dans le secteur de l'électricité où le parc progresse essentiellement grâce aux appels d'offres de la CRE. La filière pourrait trouver une nouvelle dynamique et pour cela les professionnels devront relever plusieurs défis dont ceux de la sécurisation des approvisionnements, de l'innovation dans les procédés et de la diversification des financements.

44

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

1. Chiffre provisoire

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

UN PARC DE PRÈS DE 600 MW

La filière biomasse solide demeure la première source d'énergie renouvelable consommée en France. En 2017, le secteur a représenté 42,3 % de la production primaire d'énergies renouvelables, qui s'est élevée à 25,4 Mtep en métropole (source SDES²). Ses principaux usages sont thermiques, mais il est aussi possible de produire de l'électricité revendue sur le réseau : la vapeur produite fait tourner des turbines qui génèrent du courant. La production d'électricité seule à partir de biomasse solide présentant un rendement faible, la cogénération (production simultanée d'électricité et de chaleur) est privilégiée.

Jusqu'en 2016, le développement de centrales électriques biomasse solide était soutenu en France via un système d'appel d'offres de la CRE (quatre appels d'offres) par lequel l'État fixait un tarif d'achat préférentiel pour l'électricité produite, et par

un système de tarif d'obligation d'achat appliqué à guichet ouvert. Plusieurs arrêtés tarifaires successifs ont encadré ce dernier dispositif avant que la mesure ne soit abrogée en mai 2016 pour une mise en conformité d'aides de l'État au regard des exigences de l'Union européenne. Désormais, le dispositif de soutien en place est le complément de rémunération, qui a été adopté pour l'appel d'offres CRE 5 actuellement en cours. Seules 10 centrales relèvent en effet actuellement de ce système de soutien (8 en service et 2 en construction). Parmi les centrales sous ce régime, on peut citer celle du fabricant de panneaux Egger mise en service au printemps 2017.

2. Service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique et solidaire.

Tableau n° 1

Répartition des centrales biomasse de métropole par type de soutien, appel d'offres et tarif d'obligation d'achat

Source : Observ'ER 2018.

Appel d'offres	Résultat	Puissance minimale des dossiers	Nombre de projets retenus/déposés	Puissance retenue (MW)	Nombre de centrales en exploitation ou en construction	Puissance totale sites en exploitation ou en construction (MW)
CRE 1 (2003)	Janvier 2005	12 MW	14/23	216	5/14	77
CRE 2 (2006)	Juin 2008	5 MW	22/56	314	5/22	115,5
CRE 3 (2009)	Janvier 2010	3 MW	32/106	250	20/32	133,5
CRE 4 (2010)	Octobre 2011	12 MW	15/16	420	5/15	221
Régime de l'obligation d'achat					10	79
Contrat de vente directe de l'électricité					2	0,53
Autoconsommation					1	0,5
Nombre total de sites de cogénération biomasse en exploitation ou en construction					48 dont 3 en construction	627,03 MW dont 35,5 MW en construction

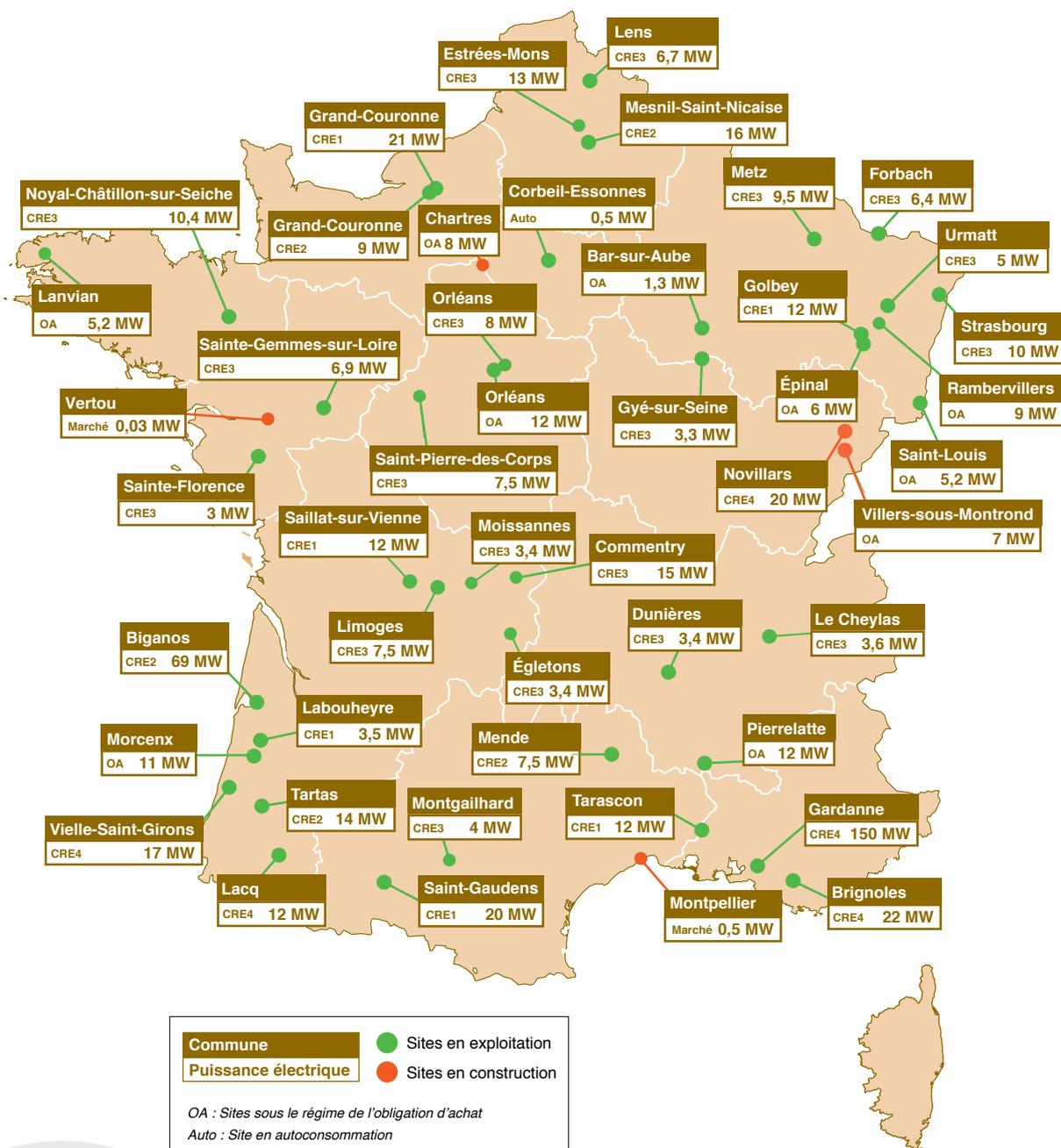
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Carte n° 1

Cartographie des sites de production d'électricité à partir de biomasse solide à fin 2018

Source : Observ'ER 2018



Il s'agit d'une chaudière biomasse de 55 MW associée à une turbine de 9 MWe. Un second projet en cours de finalisation est celui de Chartres Métropole Énergies, qui se dote d'une cogénération biomasse. L'installation de 8 MWe consommera 25 % de plaquette forestière et 75 % de bois B. Elle est attendue pour novembre 2018.

Il existait à fin 2018, en métropole, 45 centrales produisant de l'électricité à partir de biomasse solide pour une puissance de 591,53 MWe. Trente-quatre sont des lauréates de l'un des quatre premiers appels d'offres et huit relèvent du tarif d'obligation d'achat. Deux centrales vendent leur électricité sur le marché et une dernière est en autoconsommation. Trois usines sont en outre en construction pour un total de 35,5 MWe : l'une résulte de l'appel d'offres CRE 4 et deux autres sont sous contrat d'achat. À cela s'ajoute une centrale mise en service en septembre 2018 à la Martinique (40 MWe), une existant depuis 2011 en Guyane d'1,7 MWe et une autre en construction de 5,1 MWe, également en Guyane.

Parmi les sites les plus récents figure la centrale d'Europlasma CHO Power de Morcenx (11 MWe, Landes), rendue opérationnelle à l'été 2017. Il s'agit d'une unité de gazéification de biomasse qui produit du gaz de synthèse à partir de déchets et de biomasse et utilise la technologie de la torche à plasma pour "cracker" les goudrons produits lors de la réaction. Le gaz ainsi raffiné est ensuite utilisé pour produire de l'électricité. La technologie de la gazéification fait l'objet d'un développement industriel depuis une dizaine d'années en Allemagne, en Autriche et en Italie. La recherche va bon train en France (Naoden, Cogebio, Mini Green Power, plateforme de recherche Gaya, bureau d'études S3D, AHCS...) et l'industrialisation

démarre avec en ligne de mire la valorisation énergétique des déchets et des bois traités chimiquement (bois dit de classe B). L'usine de CHO Power de Morcenx, équipée par l'un des acteurs majeurs de la technologie, Eneria REN, en est un bel exemple. Maintenant que le procédé d'Europlasma est calé, l'industriel s'apprête à le dupliquer sur différents territoires : à Thouars (Deux-Sèvres, mise en route en 2020, 11 MWe prévus) et à Locminé (Morbihan, mise en route en 2021, 11 MWe prévus). L'entreprise de travaux publics Bonnefoy a lancé également la construction d'une unité de gazéification qui produit, elle, à la fois de la chaleur et de l'électricité, sur son site industriel de Villers-sous-Montrond, dans le Doubs. Le process a été développé par le fabricant de chaudières Leroux & Lotz. D'une puissance de 7 MWe, la centrale devrait entrer en fonctionnement en janvier 2019.

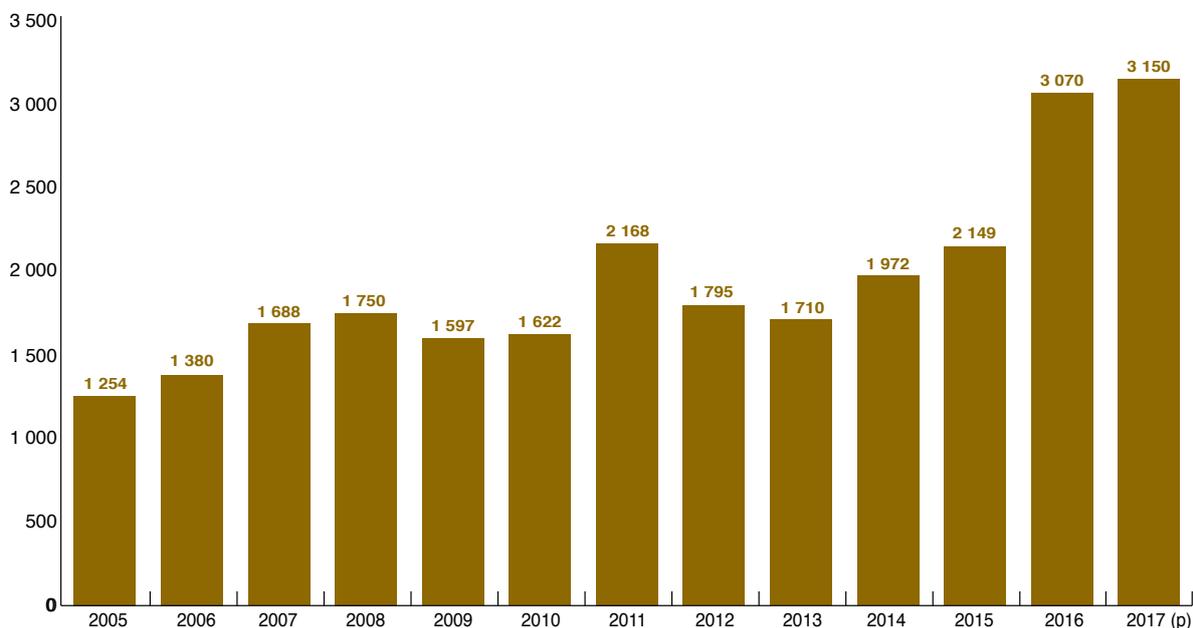
DE FAIBLES TAUX DE RÉALISATION POUR LES PREMIERS APPELS D'OFFRES

Dans un rapport de 2014, la CRE avait souligné que « *les contraintes réglementaires, les incertitudes sur le débouché chaleur qui accompagne généralement ces installations pour en améliorer l'efficacité énergétique, la forte concurrence sur les usages du bois et les éventuels conflits qui peuvent en résulter ont significativement ralenti, voire conduit à annuler, la réalisation des projets désignés lauréats des quatre appels d'offres organisés depuis 2003* ». Les taux de réalisation des appels d'offres CRE 1 (2003/2004) et CRE 2 (2006/2007) se sont ainsi limités à seulement 36 % et 23 % des projets retenus. L'appel d'offres CRE 3, lancé en 2009, avait fait mieux avec 65 % de projets réalisés. Il est en effet le seul des quatre premiers

Graphique n° 1

Évolution de la production d'électricité biomasse solide en France depuis 2005 (en GWh)

Sources : SDES 2005-2015, Eurostat 2016, AIE 2017.



(p) : prévisionnel

appels d'offres « à rendre éligibles des installations de 3 à 5 MWe d'une part et à permettre le calcul de l'efficacité énergétique sur l'hiver tarifaire pour les réseaux de chaleur d'autre part », analyse le Cibe.

Pour l'appel d'offres CRE 4 (2010-2011), seuls cinq projets retenus ont été réalisés ou en construction (les dix autres ont été abandonnés). Parmi eux, des industriels (DRT et Sobegi) et le projet de 20 MWe du développeur Akuo pour le papetier GemDoubs à Novillars (Doubs), actuellement en construction pour une mise en service prévue au début de l'année 2019. La particularité de cet appel d'offres a été d'accorder une dérogation aux projets de centrales électriques à biomasse implantés en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Bretagne, deux régions déficitaires en électricité et fragiles en périodes de pics de demande.

Ces projets avaient la possibilité de déroger à la règle d'un minimum de 60 % d'efficacité énergétique (part d'énergie primaire valorisée en électricité et chaleur) à condition de pouvoir justifier qu'ils contribuaient « à améliorer la sécurité d'alimentation en électricité de la région ». Ils sont deux à entrer dans ce cadre. Localisée à Brignoles, dans le Var, la première centrale (22 MWe) a été construite par le spécialiste du traitement des déchets Inova (filiale d'Altawest et de la Caisse des Dépôts).

Le deuxième projet concerne la centrale électrique à charbon d'Uniper (ex-E.ON) à Gardanne (150 MWe), dans les Bouches-du-Rhône, dont la tranche 4 a été convertie à la biomasse avec l'ambition de représenter 6 % de la production d'électricité de la région et couvrir

Du charbon vert en lieu et place du charbon noir

La PME française Européenne de Biomasse ouvrira en 2020, sur la plateforme agro-industrielle de Pomacle-Bazancourt (Marne), un complexe industriel comprenant une centrale de cogénération biomasse (société Cogecab) ainsi qu'une usine de granulation et préparation de combustible (société Ficap). À partir des résidus de bois issus des forêts de la région, Ficap produira chaque année 120 000 tonnes de granulés à haut pouvoir calorifique industriel (HPCI), substitut renouvelable au charbon de terre, à partir d'un procédé de vapocraquage. Cette production sera destinée à la centrale de cogénération Cogecab, qui aura une capacité de 49,9 MW thermiques et de 12 MW électriques. L'électricité sera injectée sur le réseau et la vapeur sera destinée à un industriel local et à l'usine de pellets, qui alimentera en retour la centrale grâce à ses coproduits.

De son côté, EDF teste la possibilité de substituer dans ses deux centrales thermiques de Cordemais (2 tranches)¹ et du Havre (1 tranche) tout ou partie du charbon par de la biomasse. Un prototype de densification a été construit dans la centrale de Cordemais (Loire-Atlantique) pour densifier la partie ligneuse des résidus végétaux par de la vapeur. De même, le projet étudie la fabrication de pellets à partir de bois de classe B. Des tests de cocombustion ont été réussis à hauteur de 80 % de biomasse et 20 % de charbon. Mais cela n'a duré que six heures. EDF devra faire la démonstration que sa technologie est compétitive sur la durée. Autre enjeu, l'approvisionnement de la centrale. Il faut démontrer que les ressources en bois nécessaires (1,7 million de tonnes de bois par an pour une tranche de 600 MWe) peuvent être trouvées localement. Le cabinet Inddigo évalue les ressources sur les territoires.

1. La centrale de Cordemais comporte deux tranches de 600 MW au charbon et une de 700 MW au fioul.

3 % de sa consommation. Uniper a dans un premier temps vu son autorisation d'exploiter annulée par le tribunal administratif de Marseille en 2016 en raison de plaintes déposées par les parcs naturels régionaux (PNR) du Verdon et du Lubéron et par France Nature Environnement Paca dénonçant une étude d'impact insuffisante qui n'analysait pas « les effets négatifs indirects et permanents du projet sur les espaces forestiers de la zone d'approvisionnement » de la centrale, située dans un rayon de 400 km.

Cependant, le préfet des Bouches-du-Rhône a autorisé en juin 2017 une poursuite de

l'exploitation à titre provisoire, estimant que le site est indispensable pour l'approvisionnement en électricité de la région. L'ancien ministre de la Transition écologique et solidaire, Nicolas Hulot, avait fait appel de cette décision et, le 1^{er} juin 2018, la cour administrative d'appel de Marseille a rendu un premier arrêt allant dans le sens de l'industriel. L'impact du défrichement et de l'exploitation de la biomasse nécessaire au fonctionnement de la centrale de Gardanne pourrait ne pas être considéré

comme un effet indirect et, de fait, ne pas faire partie de l'étude d'impact. Le jugement sur le fond devrait être rendu fin 2018. La société allemande Uniper ayant décidé en septembre de vendre ses actifs français, la centrale doit trouver un repreneur.

CRE 5 : UN APPEL D'OFFRES SOUS LE RÉGIME DU COMPLÉMENT DE RÉMUNÉRATION

Face à ces polémiques, il a fallu attendre 2016 pour que CRE 5 soit lancé. Il s'agit d'un appel d'offres pluriannuel (2016, 2017, 2018) d'envergure réduite. Chaque volet porte en effet sur 50 MWe : 10 MWe pour les projets de 0,3 à 3 MWe et 40 MWe pour ceux de taille comprise entre 3 et 25 MWe. Il doit s'agir d'installations de cogénération ayant une efficacité énergétique minimale de 75 %, taux qui limite les chances des réseaux de chaleur, qui ne peuvent valoriser l'énergie thermique l'été (pour CRE 3 et 4, ce seuil n'était respectivement que de 50 et 60 %). Lors de la première tranche, 12 projets ont été retenus pour une puissance cumulée de 62 MWe. Parmi les 9 dossiers retenus dans la catégorie "moins de 3 MW", trois sont présentés par un même candidat, le fabricant de charbon de bois Carbonex, déjà lauréat de CRE 3. Le procédé de cogénération de Carbonex valorise les gaz de pyrolyse issus de la carbonisation du bois, tandis que la chaleur produite par la centrale alimente en retour son usine.

La deuxième tranche a, elle, retenu 9 projets pour une capacité totale de 51,6 MW. Le projet le plus important est celui de l'usine du papetier Fibre Excellence de Tarascon (Bouches-du-Rhône), de 25 MWe. Contrairement aux autres sites, il s'agit d'une augmentation de puissance sur un site existant. Seul un autre dossier concerne la tranche des plus de 3 MW. En complément,

7 dossiers de moins de 3 MW représentant une puissance totale cumulée de 10,62 MWe ont été retenus. Parmi les lauréats, on retrouve Combrailles Bois Énergie (Cobe), qui a déjà remporté un appel d'offres dans le cadre de la première tranche. Les deux projets de la société (2,5 MWe) sont situés dans la Creuse, à Masbaraud-Mérignat et à La Souterraine (gazéification pour les deux). La société espère mettre en service la chaudière de Masbaraud-Mérignat à la fin de l'année 2018.

Pour la troisième tranche de l'appel d'offres, les candidats avaient en théorie jusqu'au 31 août 2018 pour déposer leurs dossiers. Mais par un courrier du 27 septembre 2018, le ministère de la Transition écologique et solidaire a saisi la CRE pour avis sur un projet de cahier des charges rectificatif. La date limite de remise des offres pour cette 3^e période a été fixée au 11 mars 2019, dans l'avis modificatif.

DE FORTS ENJEUX DANS LES ZNI

Mis à part pour la Corse et Wallis-et-Futuna, la loi de transition énergétique pour la croissance verte a fixé pour les zones non interconnectées (ZNI) un objectif de 50 % d'EnR dans leur mix électrique en 2020 et l'autonomie énergétique en 2030. Or le mix électrique moyen des ZNI est actuellement composé à 66 % d'énergie fossile, et même à 90 % en Martinique et à Mayotte. La marche est donc haute et l'exploitation de la biomasse solide représente un enjeu majeur pour atteindre les seuils ambitionnés.

En Martinique, le groupe Albioma a mis en service en septembre 2018, sur le site du Galion, à Trinité, la centrale Galion 2, alimentée par de la bagasse et de la biomasse (cf. "3 questions à"). D'une puissance

BIOMASSE SOLIDE

électrique de 40 MWe, elle fournit environ 15 % de la consommation électrique totale de l'île (255 Gwh/an), en substitution de la production d'origine fossile. La part des ENR dans le mix énergétique atteint ainsi désormais 20 % (contre 7 % en 2016). Le contrat d'achat est signé pour une durée de trente ans. En Guyane, Voltalia a démarré la construction d'une centrale biomasse, la centrale de Cacao de 5,1 MWe, sur la commune de Roura. Avec une mise en service prévue en 2020, elle produira de l'électricité à partir de la combustion de déchets de bois en provenance d'exploitations forestières et de scieries situées à proximité. Ces MW s'ajouteront au 1,7 MWe déjà implanté par

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ www.cibe.fr
- ✓ La rubrique "cogénération" de la revue *Énergie plus* (www.energie-plus.com)
- ✓ La rubrique "cogénération" du club ATEE www.atee.fr
- ✓ France Biomasse Énergie, commission biomasse du Syndicat des énergies renouvelables : www.enr.fr

le groupe près de Kourou en 2011. La PPE fait de l'exploitation de la biomasse une priorité pour atteindre son objectif d'au moins 85 % d'EnR dans la production d'électricité en 2023. ●



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Frédéric Moyne**,
directeur général
d'Albioma

1 Comment est alimentée la centrale Galion 2, mise en service en septembre 2018 par Albioma à la Martinique ?

La centrale récupère la bagasse de la sucrerie du Galion, à laquelle elle est adossée. La bagasse est la fibre qui reste après extraction du jus de la canne à sucre. Nous la collectons pour produire de la vapeur. Environ un tiers de celle-ci alimente la sucrerie pour ses propres besoins pendant la campagne sucrière. Le reste est utilisé pour produire de l'électricité. La bagasse ne peut cependant assurer que 5 % des besoins. La chaudière est donc alimentée en complément par de la biomasse locale ou importée. La biomasse locale peut soit provenir de déchets (palettes, déchets verts...), soit être issue de cultures sans conflit d'usages (cultures énergétiques, valorisation des haies existantes et plantées nécessaires à l'élevage...), soit être d'origine forestière dans une logique d'exploitation durable des forêts. La biomasse importée vient d'Amérique du Nord, avec une attention portée à deux critères : une gestion durable des

forêts concernées (fournisseurs certifiés) et un taux d'émission de CO₂ évité de l'ordre de 85 % par rapport au charbon en intégrant le transport.

2 Cet approvisionnement à l'étranger n'est-il pas dommageable pour l'autonomie énergétique de l'île ?

Nous sommes actuellement en train de mettre en place les filières d'approvisionnement locales en biomasse, conformément à la PPE martiniquaise qui vient juste de paraître. La biomasse locale ne représente pour l'instant que 5 % des approvisionnements. Mais d'ici à cinq ans environ, ce taux devrait atteindre les 35 %. Galion 2 sera alors alimentée à 40 % par des ressources locales et à 60 % par des ressources importées. Auparavant, la production électrique était assurée à plus de 90 % par des énergies fossiles importées. Galion 2 améliore donc l'autonomie énergétique de la Martinique et fait passer la part des ENR dans le mix énergétique de 7 à 22 %.

3 Est-il prévu que d'autres centrales du groupe Albioma deviennent 100 % ENR ?

Il est effectivement prévu que la centrale du Moule en Guadeloupe (64 MW) et nos deux centrales réunionnaises des sites de Bois-Rouge (108 MW) et du Gol (122 MW) deviennent 100 % bagasse/biomasse d'ici à 2023. Elles fonctionneront a priori sur le modèle de Galion 2, avec environ 40 % de ressources locales et 60 % de ressources importées. Ces centrales bagasse/biomasse sont particulièrement intéressantes dans les ZNI parce qu'elles sécurisent le réseau, permettant d'augmenter le taux de pénétration des ENR intermittentes comme le solaire photovoltaïque, segment sur lequel nous sommes également positionnés. ●



Usine de méthanisation Bionerval, à Benet (Vendée).

Entee & Sarria Industries

La filière biogaz électrique poursuit sa structuration à l'ombre de l'injection de biométhane dans les réseaux, qui reste le secteur le plus dynamique. Grâce à un cadre réglementaire désormais stabilisé, les projets continuent de sortir de terre. Pour aller plus loin, un groupe de travail « méthanisation » a émis en mars 2018 une quinzaine de propositions validées par l'État.

CHIFFRES CLÉS

Puissance électrique installée à fin septembre 2018 (méthanisation et ISDND)

447 MW

Production électrique en 2017

1 950 GWh

Objectif 2023 des installations de méthanisation

270 MW

(156 MW installés fin septembre 2018)

Objectif 2028 des installations de méthanisation

340 – 410 MW

Emplois dans la filière à fin 2017 (toutes valorisations confondues)

2 431

Chiffre d'affaires dans la filière à fin 2017 (toutes valorisations énergétiques)

690

millions d'euros

447 MW AU 30 SEPTEMBRE 2018

Selon le tableau de bord trimestriel de la filière publié par le service de la donnée et des études statistiques (SDES), au 30 septembre 2018, le parc français de production d'électricité d'origine biogaz s'élevait à 588 sites pour une puissance totale installée de 447 MWe. Depuis le début 2018, 60 nouvelles unités ont été réalisées pour une puissance totale de 13 MW. Un chiffre en recul par rapport à celui de 2017, qui avait vu le raccordement de 21 MW au cours des neuf premiers mois. L'électricité produite en 2017 a été de 1 950 GWh, soit 0,5 % de la consommation électrique nationale.

Les régions Île-de-France, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine et Hauts-de-France représentent à elles seules presque la moitié de la puissance totale installée pour la production électrique à partir de biogaz (48 %). L'Île-de-France occupe la première place, avec 76 MW installés, dont pratiquement la totalité (70 MW) est issue d'unités de stockage de déchets. Les installations exploitant le biogaz issu des centres de stockage de déchets (ISDND) représentent 65 % de la puissance totale installée en France. Néanmoins, au cours des trois premiers semestres de 2017, plus de sept unités sur dix raccordées étaient des installations de méthanisation.

LE SECTEUR AGRICOLE AU CŒUR DES ENJEUX

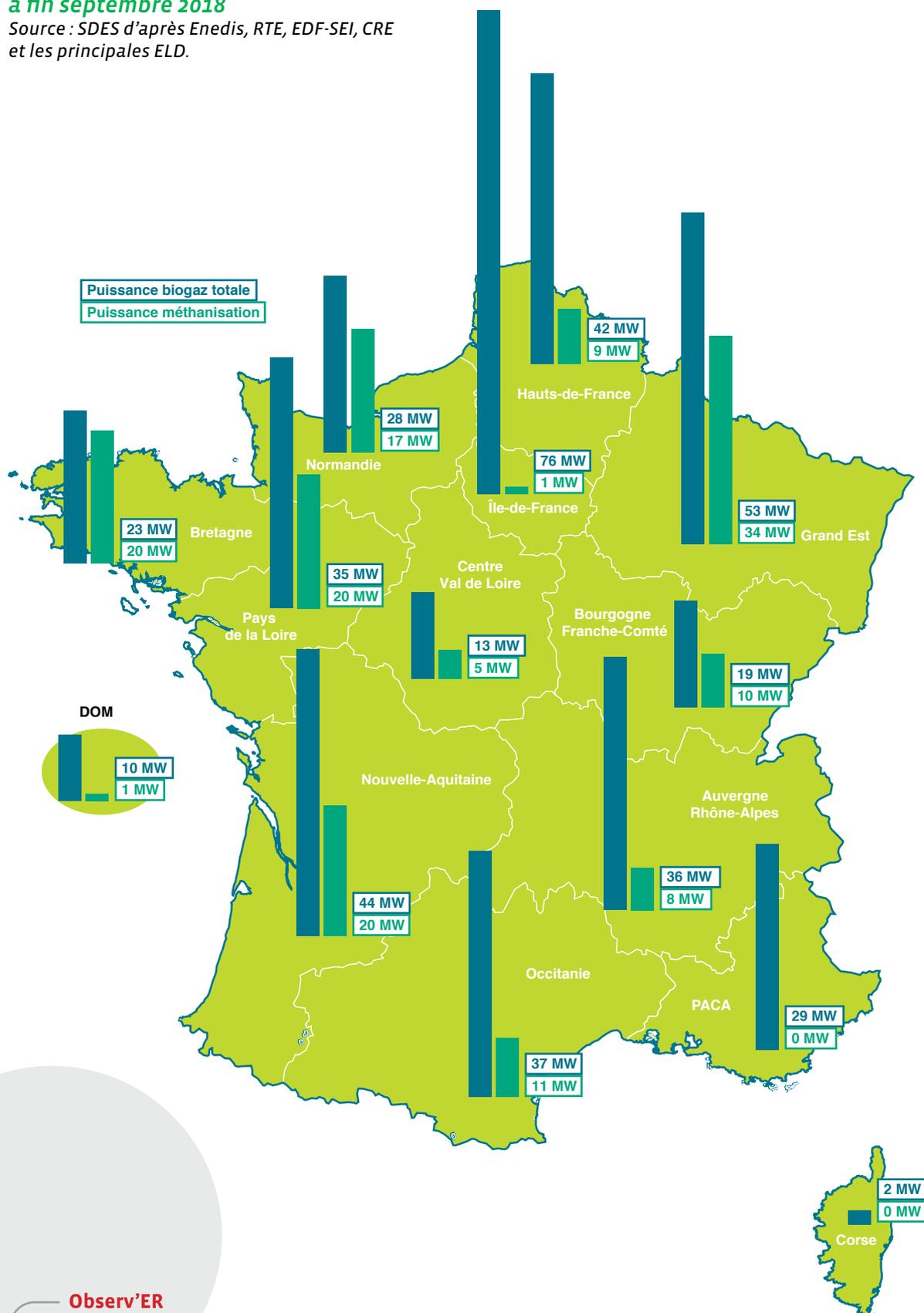
L'Ademe en a fait le constat dès 2013 : le monde agricole détient 90 % du gisement méthanisable en France. Dès lors, il est logique qu'il concentre aussi une bonne partie des initiatives et politiques en la matière. Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie avait d'ailleurs lancé en 2013 un "plan énergie

méthanisation autonomie azote" visant notamment à accompagner la filière pour permettre le développement de 1 000 méthaniseurs à la ferme d'ici 2020. À l'époque, la France en comptait 90. La marche était haute et, même s'il semble peu probable de réussir à y monter dans les deux prochaines années, la méthanisation agricole a tout de même pu prendre son essor : le pays compte aujourd'hui près de 400 méthaniseurs à la ferme, équipés pour la très grande majorité d'un moteur de cogénération. D'après l'Association des agriculteurs méthaniseurs de France (AAMF), environ 200 autres projets pourraient émerger mais sont pour le moment ralentis dans les tuyaux de l'administration. Elle souligne par ailleurs que si le cadre réglementaire est à présent parfaitement adapté, notamment depuis la revalorisation des tarifs d'achat de 2016, il s'est malheureusement mis en place trop tard : l'agriculture a souffert ces dernières années et les exploitants n'ont plus toujours la ressource pour se lancer dans des projets de méthanisation. Des appels à projets régionaux, par exemple dans le Grand Est, en Auvergne Rhône-Alpes, en Île-de-France, etc., pour des projets de moins de 500 kWe ont donc vu le jour pour essayer de développer la filière et sont lancés chaque année. En Bretagne et Pays de la Loire, c'est même un plan biogaz agricole régional qui a été mis en place dès 2007 avec comme objectif de sensibiliser les acteurs du secteur pour faire émerger, puis accompagner, de nouveaux projets. Le programme porte ses fruits : début 2018, plus de 300 projets à la ferme étaient en fonctionnement ou en projet dans les deux régions, contre une trentaine en 2008.

Carte n° 1

Cartographie des puissances biogaz électriques installées en France à fin septembre 2018

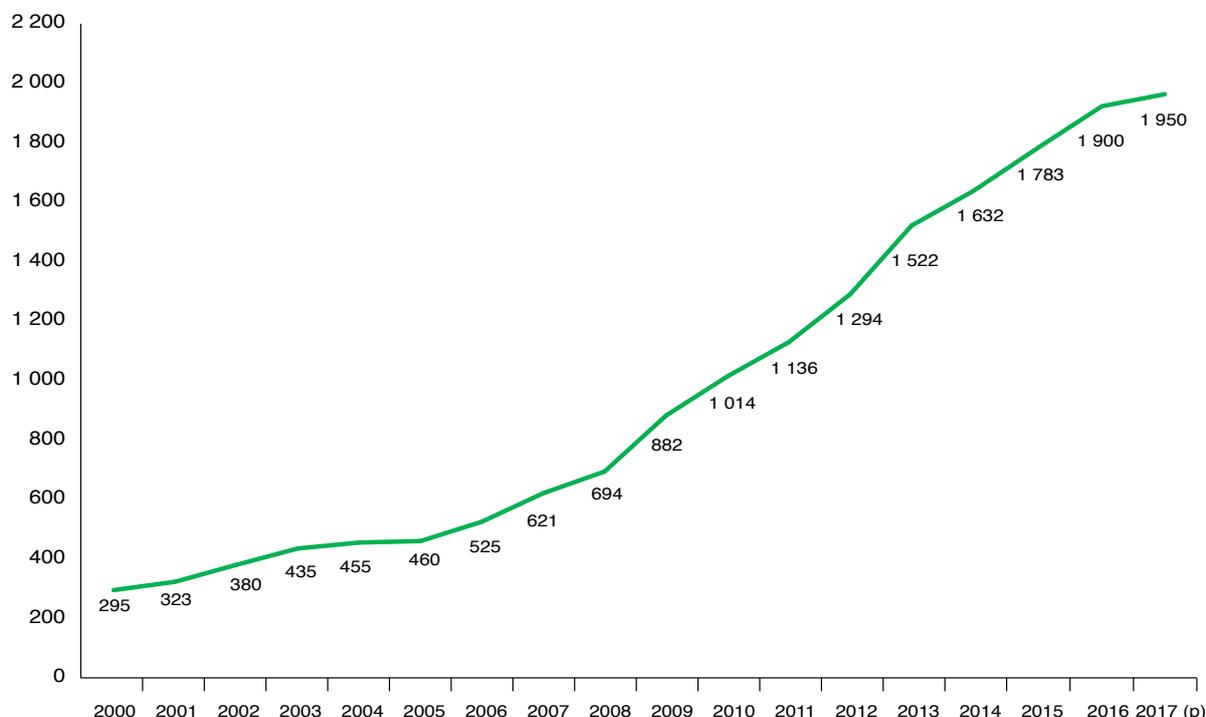
Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD.



Graphique n° 1

Évolution de la production d'électricité d'origine biogaz en France (métropole + DOM) (en GWh)

Source : SDES 2018.



(p) : chiffre provisoire

Enfin, une bonne nouvelle annoncée en octobre 2018 pourrait également donner un élan supplémentaire à la filière, agricole ou non : l'augmentation du Fonds chaleur. En 2018, le budget de celui-ci a été revu à la hausse de 14 %, passant de 215 M€ à 245 M€. Et la dynamique devrait se poursuivre, puisque le ministre de la Transition écologique et solidaire s'est engagé à porter le budget du Fonds chaleur à 300 M€ en 2019. Or celui-ci est un soutien important pour la filière biogaz. Lui et le Fonds déchets financent chaque année une centaine de projets à hauteur d'une trentaine de millions d'euros, et l'Ademe s'attend à une montée en puissance... qui devrait être facilitée par ce nouveau budget.

PROFESSIONNALISER ET ACCOMPAGNER

Pour faire monter les acteurs en compétences, tant au niveau de la conception que de l'exploitation des unités de méthanisation, deux centres de recherche sont sortis des cartons en 2018 pour une concrétisation en 2019. D'abord, un centre technique du biogaz et de la méthanisation ouvrira ses portes dans les locaux de l'Association technique énergie environnement (ATEE) début 2019. Parmi ses objectifs : conduire des études « sur des sujets fédérateurs, comme la comparaison des moyens de prétraitement (notamment broyeur/défibreurs),

Plusieurs technologies pour une même filière

Le biogaz provient de la fermentation, en l'absence d'oxygène, de la matière organique (effluents d'élevage, déchets agroalimentaires, boues d'épuration, déchets ménagers, etc.). C'est une énergie aux valorisations multiples (chaleur, électricité, gaz renouvelable, carburant), dont la production est prévisible et stockable. Pour cette filière, plusieurs types d'installation existent, en fonction du type de déchets traités.

- 1. Les décharges (ou installations de stockage de déchets non dangereux, ISDND).** Selon le tableau de bord du SDES, il y avait à fin juin 2018 153 installations enregistrées sur le territoire valorisant le biogaz généré spontanément par la fermentation des déchets, pour une puissance totale de 268 MW. Les installations exploitant le biogaz issu des ISDND sont moins nombreuses que les installations de méthanisation, mais de puissance unitaire moyenne importante (1,7 MW). Elles contribuent ainsi à 61 % de la puissance totale installée.
- 2. Les ordures ménagères.** En 2017, selon la carte Sinoé, 16 unités de trimécanisation-biologique (TMB) produisent du biogaz. Ce tri automatique sépare la fraction fermentescible et les matières recyclables des déchets résiduels. Le développement du TMB est aujourd'hui quasiment stoppé en raison de mauvais retours d'expérience.
- 3. Les sites industriels.** 202 installations traitent les effluents issus de l'activité d'entreprises du secteur de l'agroalimentaire, de la chimie, etc. Le biogaz a surtout pour objectif de produire la chaleur nécessaire au process.
- 4. Les stations d'épuration urbaines.** 79 équipements sont en fonctionnement mi-2018 d'après l'ATEE. Les boues sont digérées dans des méthaniseurs. L'énergie thermique assure le séchage des boues et parfois aussi l'alimentation d'un réseau de chaleur. La plupart des projets actuels d'unités de valorisation de biogaz dans des stations d'épuration urbaines prévoient une injection dans le réseau de gaz naturel.
- 5. Les installations de méthanisation agricole.** Ces sites de méthanisation sont généralement liés à une ou plusieurs exploitations agricoles pour y valoriser essentiellement les lisiers et, dans une moindre mesure, des déchets agroalimentaires. On distingue deux catégories d'installation : les sites de méthanisation à la ferme gérés par un seul agriculteur (en moyenne 200 kWe de puissance), et les unités dites territoriales, qui souvent traitent des effluents issus de plusieurs élevages ainsi que des déchets industriels ou de collectivités (en moyenne 1,2 MWe de puissance). Début 2018, l'Ademe recensait 382 unités à la ferme et centralisées en fonctionnement, pour une puissance cumulée de 103 MWe.

Quel avenir pour le biogaz de décharge ?

En termes de puissance, les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDN) sont celles qui pèsent le plus lourd dans le paysage de la méthanisation française. Et malgré l'absence de tarif d'achat pour la cogénération qu'elles ont dû subir pendant deux ans, une nouvelle voie s'est ouverte pour leur permettre de valoriser le biogaz produit par la fermentation des déchets : l'injection de biométhane dans le réseau. La start-up française Waga Energy a en effet mis au point un procédé permettant de valoriser le biogaz de décharge via une filtration membranaire (opération délicate car sa composition est complexe), baptisé Waga Box. Waga Energy annonce un prix du biométhane allant de 45 à 90 c€/kWh, un biométhane pur à 98 % et une ressource ainsi valorisée à 90 %. Trois Waga Box sont déjà en fonctionnement et quatre autres devraient être mises en service d'ici fin 2018, pour une production annuelle attendue de plus de 100 GWh/an au total. Le potentiel d'injection global est estimé à 2,4 TWh en 2023 par l'Ademe, mais pour l'atteindre, il faudra équiper une bonne partie des 240 décharges du pays.

l'ajout de produits (biomolécules, oligo-éléments) pour l'augmentation des performances de méthanisation, ou encore des retours d'expérience sur la mise en place de cultures intermédiaires, sur l'origine des indisponibilités techniques des unités, sur la valeur des digestats, ou sur l'analyse du cycle de vie des différentes filières biogaz/biométhane », détaille l'ATEE. Et d'ici fin 2019, dans l'Aube, la plateforme CertiMétha, développée par des industriels français de la méthanisation rassemblés au sein du cluster Biogaz Valley, devrait elle aussi être opérationnelle. Comprenant un laboratoire et un démonstrateur, elle servira de site d'essai pour les innovations dans le domaine de la méthanisation (équipements ou processus) afin de lancer sur le marché des produits français, conçus pour le marché local, et de limiter les importations d'équipements étrangers, moins adaptés aux spécificités françaises.

UN CADRE RÉGLEMENTAIRE QUI SE STABILISE

Le biogaz, comme l'ensemble des filières renouvelables produisant de l'électricité, bénéficie depuis janvier 2017 d'un mécanisme de soutien variable selon la puissance. Pour les installations inférieures à 500 kW, un tarif d'achat est garanti sur vingt ans et varie de 22,5 c€/kWh (pour une puissance de 80 kW, avec une prime maximum pour le traitement des effluents d'élevage et sans dépassement du seuil de 15 % de cultures alimentaires dans les intrants) à 15 c€/kWh (pour une puissance de 500 W sans effluent d'élevage et avec des cultures alimentaires en intrant). Au-delà de 500 kW, le complément de rémunération se substitue au tarif d'achat. Une prime vient s'ajouter au prix de vente obtenu sur le marché de l'électricité et les nouveaux projets doivent s'inté-

grer dans une procédure d'appel d'offres. Celle-ci, mise en place depuis 2016 par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), vise à sélectionner chaque année 10 MW de projets de méthanisation en cogénération, pour des puissances unitaires comprises entre 500 kWe et 5 MWe. La procédure d'appel d'offres s'est cependant avérée complexe pour les porteurs de projets et le dispositif n'a pas remporté un franc succès : seuls trois dossiers pour une puissance cumulée de 5,3 MWe et deux dossiers pour une puissance cumulée de 1,3 MWe ont été présentés et donc retenus respectivement lors de la première et de la deuxième période. La remise des dossiers de candidature pour la troisième et normalement dernière période a été repoussée à mars 2019.

Enfin, l'accord de la Commission européenne sur le dispositif français de soutien à l'électricité produite à partir du biogaz de décharge va pouvoir débloquent la délicate situation des installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND). Depuis plus de deux ans, celles-ci étaient en effet exclues des dispositifs de tarifs d'achat et complément de rémunération. Les sites n'ayant à l'époque pas de contrat d'achat ou qui ont vu depuis leur contrat expirer en étaient donc souvent réduits à simplement brûler leur biogaz, sans valorisation. Le 20 juillet, la Commission a mis fin au suspense, mais avec un bémol : elle plafonne à 60 MW les nouvelles unités de production ou les unités modernisées pouvant bénéficier des dispositifs de soutien, arguant que de toute façon, « *la quantité de déchets biodégradables mis en décharge va diminuer dans les années à venir en raison de l'introduction progressive d'obligations plus poussées de tri à la source des déchets* ».

DES IDÉES POUR FAIRE ENCORE MEUX

La filière de l'électricité issue du biogaz s'est vu fixer plusieurs objectifs. D'abord, ceux de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui prévoient 137 MW installés pour la méthanisation d'ici fin 2018, et entre 237 et 300 MW pour 2023. Ils ne devraient pas présenter de difficulté particulière : les premiers sont déjà dépassés depuis un an et la trajectoire semble être bonne pour atteindre les seconds. Un objectif plus ambitieux a cependant été fixé dans le plan national d'action remis à l'Europe : 625 MW pour l'ensemble de la filière (méthanisation, Step, ISDND). Pour atteindre celui-ci ainsi que les objectifs de la PPE concernant l'injection de biométhane sur le réseau (1,7 TWh pour fin 2018, puis 8 TWh pour fin 2023), un groupe de travail "méthanisation", mis en place par le gouvernement et rassemblant les acteurs de la filière, a émis une quinzaine de propositions en mars 2018, validées par l'État. Parmi celles-ci, le relèvement du seuil de puissance à 1 MW pour les appels d'offres de la CRE afin que les installations de 500 kWe à 1 MWe passent sous le régime de l'obligation d'achat, mais également le financement d'un fonds de garantie BPI de 100 millions d'euros au bénéfice des projets de méthanisation agricole afin de résoudre les problèmes d'accès au financement bancaire que ceux-ci rencontrent.

L'INJECTION DE BIOMÉTHANE, MOTEUR DE LA FILIÈRE

Cependant, si une partie des propositions élaborées par le groupe de travail servira la cause de la cogénération, la majorité d'entre elles (généralisation de la méthanisation des boues des grandes stations

d'épuration, élargissement des gisements de méthanisation via l'autorisation de certains mélanges d'intrants...) a surtout pour ambition de faire décoller l'injection du biométhane dans les réseaux de gaz naturel. Et les acteurs de la filière se préparent, notamment avec la création, à l'été 2018, de l'association France Gaz renouvelable. Elle rassemble l'AAMF, les chambres d'agriculture France, le Club biogaz ATEE, la FNCCR, la FNSEA, France biométhane, GRDF et GRTgaz, avec pour objectif de promouvoir la place des gaz verts dans le mix énergétique français. Dans son livre blanc, elle propose sa vision pour la production de 270 TWh/an de gaz vert (100 % des besoins) en 2050, reposant d'une part sur la pyrogazéification, le *power to gas*, les micro-algues et d'autre part sur la méthanisation (120 à 130 TWh/an dont 80 % en injection sur les réseaux et gaz porté et 20 % en cogénération sur les sites agricoles). Les acteurs insistent également pour que soit revu à la hausse l'objectif de 10 % de gaz vert dans les réseaux en 2030 : ils voudraient voir inscrits 30 % à la place dans la prochaine PPE.

UNE DYNAMIQUE QUI SE RESSENT DANS L'EMPLOI

Avec un tel potentiel, l'économie de la filière devrait elle aussi prendre de l'ampleur. L'ATEE estime qu'en 2030 elle pourrait représenter des dépenses annuelles de 6 milliards d'euros, 10 000 emplois directs et 60 000 emplois indirects. L'Ademe quant à elle vient de publier dans sa lettre stratégie de septembre 2018 une étude révélant un potentiel de 31 000 emplois dans les énergies renouvelables en 2050... rien que dans les Hauts-de-France. Le nombre d'emplois liés au développement des énergies renouvelables serait ainsi

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ www.ademe.fr
- ✓ www.atee.fr/biogaz
- ✓ www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biogaz
- ✓ www.aile.asso.fr
- ✓ www.france-biomethane.fr
- ✓ www.pardessuslahaie.net/agriculteurs-methaniseurs

multiplié par quatre par rapport à 2015 et « ce sont les filières qui mobilisent de la biomasse (bois énergie et méthanisation) qui génèrent le plus d'emplois (57 % des emplois), précise l'Ademe. Ce sont principalement l'injection, pour ce qui concerne la nature des installations, et les branches d'activité relatives à la production et à l'acheminement de ressources qui se développeraient (agriculture, gestion des déchets, etc.) ». ●





3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Johanna Flajollet-Millan**,
responsable de la
filière bioénergies
du Syndicat
des énergies
renouvelables (SER)

1 Le groupe de travail méthanisation a émis 15 propositions ; leur mise en œuvre est-elle déjà effective ?

Oui, certaines d'entre elles sont déjà en place. La réduction des délais d'instruction via la modification de la nomenclature ICPE par exemple : pour la méthanisation de matières végétales et effluents d'élevage, le seuil de l'autorisation ICPE a été relevé de 60 à 100 t/jour, et pour la méthanisation d'autres déchets non dangereux, qui tombait auparavant systématiquement sous le régime de l'autorisation, la rubrique enregistrement a été créée. Tout cela va aider au développement des installations. De la même manière, les critères pour accéder au prêt sans garantie de la BPI se précisent. Il s'agira a priori d'installations de moins de 2 M€, ce qui devrait être particulièrement adapté à la cogénération. Le droit à l'injection, qui vise à faciliter le raccordement au réseau des installations de biométhane, a lui aussi été voté. Et les travaux pour le reste des mesures sont en cours. Cette démarche va de toute façon dans le bon sens car à partir du moment où les propositions sont actées, elles permettent d'une part

de mettre la méthanisation en valeur et d'autre part de s'appuyer dessus pour faire avancer la filière.

2 L'arrêté de la Commission européenne sur le soutien au biogaz de décharge va-t-il permettre de faire monter la filière en puissance ?

Le texte est satisfaisant dans la mesure où il valide enfin l'arrêté relatif aux conditions d'achat et au complément de rémunération de l'électricité produite à partir du biogaz d'ISDND, bloqué depuis deux ans, et ce malgré le plafond de 60 MW. Obtenir cette validation n'a pas été facile : l'UE craignait de soutenir des installations considérées comme d'élimination, au détriment du recyclage, et il a donc fallu prouver point par point l'intérêt d'un tel tarif d'achat. Cependant, aujourd'hui, les ISDND ont plutôt intérêt à se tourner vers l'injection réseau pour rentabiliser au mieux leur biogaz. Mais comme cela implique le passage du réseau à proximité et que ce n'est pas toujours le cas, il est bon de disposer d'un tarif d'achat de l'électricité qui leur permette tout de même de valoriser leur biogaz.

3 Quel avenir pour la cogénération alors que les mesures prises par le gouvernement poussent en faveur de l'injection de biométhane sur le réseau ?

Pour décarboner le secteur de l'électricité, le gouvernement mise aujourd'hui principalement sur trois solutions : l'éolien, le photovoltaïque et le nucléaire. Pour décarboner le secteur du gaz en revanche, le biométhane est la solution qui s'impose ! Le gouvernement préfère donc orienter plutôt la filière vers l'injection. Cependant, la cogénération aura toujours sa place en tant que solution de valorisation du biogaz, notamment sur

BIOGAZ

les territoires où il n'y a pas de réseau. Il faut aussi rappeler que la méthanisation n'est pas seulement une source de production d'énergie : c'est aussi un véritable enjeu pour l'agriculture, avec beaucoup d'externalités, comme les intrants, les digestats... C'est ce qui la rend si intéressante mais qui rend aussi son évolution difficile à prévoir. ●

62

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Retour
au sommaire

CHIFFRES CLÉS

Unité de Valorisation
Énergétique des ordures
ménagères du Jura

Production électrique en 2017

2 220 GWh

Emplois directs dans la filière à fin 2017

640

Chiffre d'affaires dans la filière en 2017

222 millions d'euros

Depuis 2010, la valorisation énergétique par incinération directe des déchets à bien progressé. Si le parc d'unité d'incinération des ordures ménagères (UIOM) devrait rester stable, la production d'énergie au sein des unités existantes peut être optimisée et mieux exploitée. De plus, la filière des Combustibles solides de récupération (CSR) offre de belles perspectives.

63

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

Prévention, réutilisation et recyclage, valorisation énergétique et enfin mise en décharge. La directive cadre européenne de 2008 pose un cadre clair en matière de gestion des déchets : la prévention ou la valorisation matière doivent toujours avoir priorité sur la valorisation énergétique. Cette approche est déclinée en France par le Plan de réduction et de valorisation des déchets 2025, né en décembre 2016 de la Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV).

La valorisation énergétique des déchets se fait par combustion ou méthanisation (cette dernière n'est pas traitée dans cette fiche mais dans celle consacrée au biogaz). L'énergie produite est utilisée sous forme de chaleur ou d'électricité. Les déchets sont souvent brûlés directement dans une installation dédiée. La valorisation énergétique peut aussi être différée, soit par la production d'un combustible solide de récupération (CSR), soit par la production d'un gaz ou d'un coke dans des procédés de gazéification.

Il existe trois catégories de déchets: les déchets minéraux non dangereux, les déchets non dangereux non inertes et les déchets dangereux. D'après Eurostat, sur 324,5 millions de tonnes de déchets pro-

duits en France en 2016 toutes catégories confondues, 69 % ont été valorisés dont 4 % incinérés avec production d'énergie. Les déchets minéraux non dangereux ne sont pas concernés par la valorisation énergétique. Les déchets dangereux représentent à peine plus de 3% des déchets produits en France. Un peu moins de la moitié des 7,6 millions de tonnes traitées a fait l'objet d'une valorisation dont seulement 14 % d'une valorisation énergétique. L'essentiel de la valorisation énergétique concerne ainsi les déchets non dangereux non inertes. Les dernières données de l'Ademe indiquent qu'en 2016, l'ensemble du parc des installations de traitement de ces déchets se composait de 618 centres de compostage, 405 centres de tri, 126 unités d'incinération (UIOM), 12 centres de méthanisation de déchets ménagers et 221 installations de stockage (ISDND).

En 2016, 48 millions de tonnes de déchets ont été envoyés, après collecte auprès des ménages ou des entreprises, vers ces installations qui accueillent des déchets ménagers et assimilés. Les installations de stockage et d'incinération accueillent également les refus de traitement des



Les ordures ménagères et assimilées : à moitié renouvelable

D'après la directive européenne du 23 avril 2009, seule la fraction « biodégradable » des déchets est définie comme biomasse et donc comme « renouvelable ». Il est retenu par les différents organismes statistiques que la moitié de l'énergie issue de l'incinération des ordures ménagères et assimilées est issue de la fraction biodégradable, donc renouvelable. Si une moitié de l'énergie valorisée est considérée comme renouvelable, c'est cependant bien la totalité de cette énergie qui vient en substitution à des filières classiques de production d'énergie.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

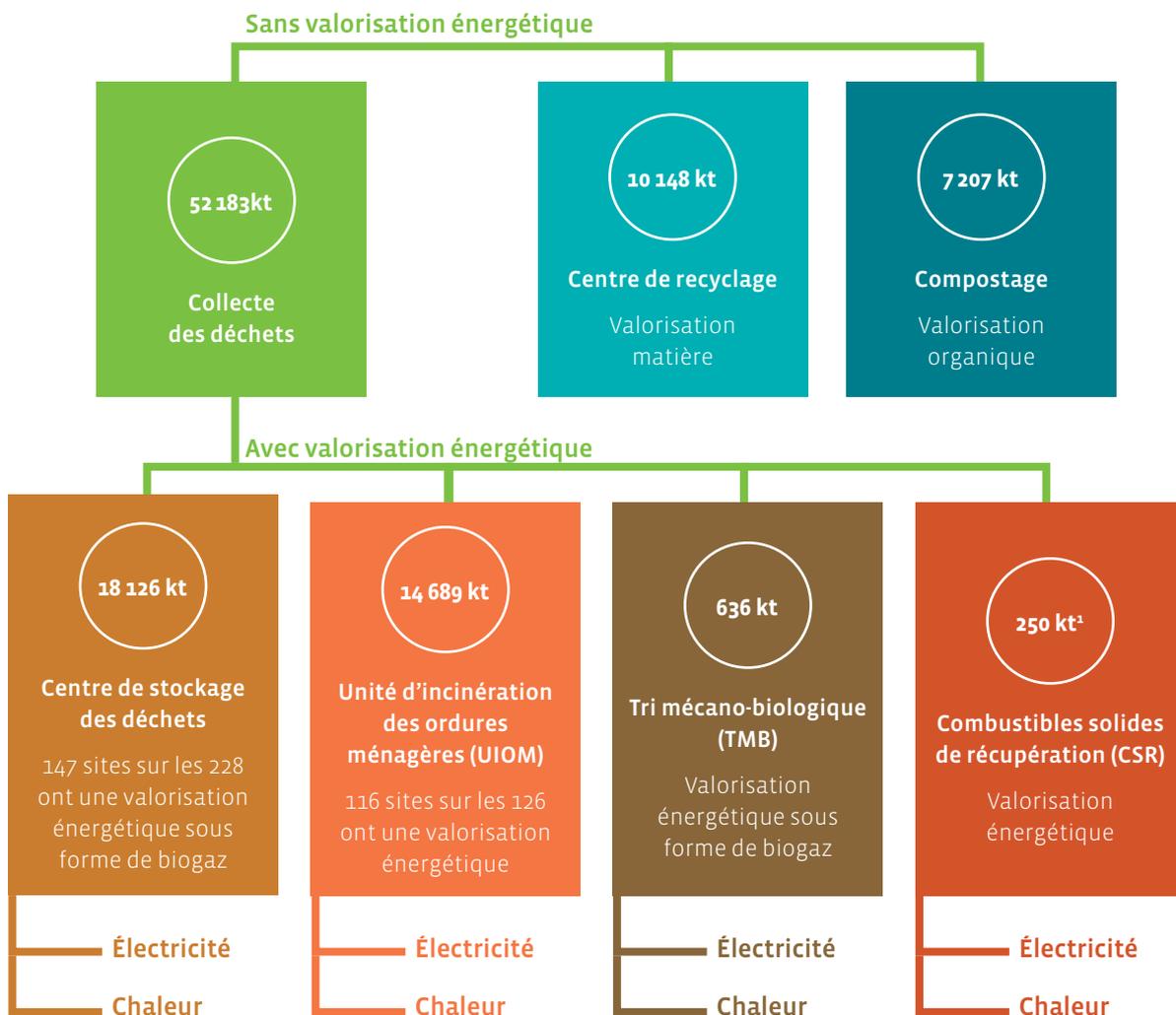
DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

Schéma n° 1

Les différentes filières de valorisation des déchets collectés

Source : Observ'ER d'après "Déchets – chiffres clés 2017", Ademe.

Les tonnages sont ceux de 2016.



65

centres de tri ou de compostage, portant à 52 millions de tonnes le total des déchets qui ont été traités. Les ISDND ont accueilli 18 millions de tonnes de déchets, soit un recul de 8 % sur le tonnage total par rapport à 2010, point de référence de la LTECV, pour un objectif de réduction de 30 % des quantités de déchets non dangereux non inertes admis en installation de stockage en 2020 et de 50 % en 2025. En 2014-2015, les ISDND ont produits 1 720 GWh de bio-

gaz permettant la production de 1080 GWh d'électricité (contre 858 GWh en 2010). L'incinération avec récupération d'énergie dans les UIOM a, elle, sensiblement progressé, passant de 10,3 Mt à 14,4 Mt entre 2000 et 2014, soit une augmentation de 40 %. Parallèlement la capacité des UIOM sans valorisation énergétique est passée de 1,428 Mt à 0,247 Mt. Plus de 98 % des dé-

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

chets incinérés ont ainsi fait l'objet d'une valorisation énergétique. En 2014, 13 958 GWh ont été produits à partir du traitement des déchets en UIOM : 9 796 GWh thermiques et 4 163 GWh électriques. 72 % de l'énergie électrique et 87 % de l'énergie thermique ont été produits en cogénération. Ce dernier mode de valorisation est en forte augmentation puisque le nombre d'UIOM en cogénération est passé de 42 à 64 entre 2010 et 2014, pour une croissance des tonnages traités de 55 %.

AMÉLIORER LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DES UIOM

En 2016, le parc d'UIOM français comptait 126 unités, un chiffre stable sur les dernières années, dont 113 sont équipées d'un dispositif de valorisation énergétique. Néanmoins, seuls 71 unités sont reconnues comme "unités de valorisation énergétique (UVE)", c'est-à-dire qui atteignent le seuil R1 de 60 ou 65 % d'efficacité de production d'énergie.

Le plan déchets pour 2025 prévoit deux fois moins de déchets non dangereux non inertes incinérés dans des installations n'atteignant pas le critère d'efficacité énergétique qu'en 2010 et la disparition de l'incinération sans aucune valorisation énergétique. Malgré cela, les projections nationales prévoient un maintien du parc d'UIOM en France à horizon 2025. En revanche ce parc devrait améliorer son rendement énergétique avec pour objectif d'obtenir un R1 supérieur à 0,65 (0,25 pour les unités traitant des déchets dangereux). Selon le Syndicat national du traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et assimilés (SVDU), un gisement de 3,7 TWh thermiques supplémentaires pourrait être exploitée d'ici 2025 par rapport à 2016 en améliorant les perfor-

mances énergétiques. Le rendement énergétique global des unités seulement électrogènes pourrait en outre être amélioré en raccordant des sites non connectés sur des réseaux de chaleur et/ou des parcs industriels existants à proximité ou à créer. Selon une étude de l'Ademe actualisée fin 2017 sur les gisements de chaleur fatale issue de l'industrie, 4,4 TWh pourraient enfin être récupérés sur le parc UIOM existant à partir des fumées issues des fours et des chaudières récupérations.

Via le fonds chaleur et le fonds déchets, L'Ademe accompagne l'amélioration du fonctionnement des unités, l'optimisation de leur conception et l'augmentation de la production et la valorisation énergétique, avec les objectifs suivants : qu'en 2020, 65 % des déchets traités thermiquement le soit dans des UIOM qualifiées d'unités de valorisation et qu'en 2025, cette proportion soit de 80 % pour les déchets dangereux, ces seuils sont actuellement respectivement de 40% et de 60%. En 2017, les aides de l'agence ont été, pour le fonds chaleur, de 3 M€ pour financer la récupération chaleur fatale et 30 M€ pour des extensions de réseaux de chaleur alimentés par des UIOM et, pour le Fonds déchets, d'1,9 M€. Ce dernier a par exemple permis de financer l'optimisation énergétique et valorisation de la chaleur fatale de l'usine d'incinération de la SIRAC à Colombelles (14), Société pour l'Incinération des Résidus Urbains (Caen) à hauteur de 0,9 M€ d'aide pour un coût de 3,4 M€. Le Fonds chaleur à quant-à-lui soutenu la captation de la chaleur fatale du Centre de Valorisation Énergétique de Flamoval pour les besoins de vapeur de la cartonnerie de Gondardennes (62), Syndicat Mixte

Tri mécano-biologique : l'ADEME invite à la prudence

Le traitement mécanobiologique (TMB) s'applique aux ordures ménagères résiduelles (OMR). À partir de la fraction fermentescible de ces déchets, le TMB permet de produire de l'énergie sous forme de biogaz, de fabriquer du compost, ou de réduire et stabiliser cette fraction de façon à en limiter les nuisances avant sa mise en décharge. Néanmoins, l'ADEME invite les collectivités à la prudence car près de 60 % des TMB n'atteignent pas un niveau de qualité et des rendements suffisants pour permettre une valorisation du compost.

Le TBM peut également être utilisé sur la fraction à haut PCI (pouvoir calorifique inférieur) des déchets traités pour fabriquer du CSR (combustible solide de récupération) valorisable notamment en cimenteries. Une idée à développer ? Là aussi, il faut réfléchir car le CSR ainsi fabriqué est de qualité moyenne, alors que des combustibles de meilleure qualité sont accessibles à partir de déchets d'activités économiques ou de refus de centres de tri. Le contexte local est donc à observer attentivement avant tout investissement dans un traitement mécanobiologique car ses CSR peuvent se trouver en concurrence frontale avec d'autres CSR pour des débouchés en nombre limité.

Flandre Morinie (Arques) à hauteur de 0,5 M€ d'aide pour un coût de 2,5M€. Selon Le Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine (SNCU), la chaleur issue des UVE serait la première source d'EnR&R utilisée par les réseaux de chaleur en 2016 (47 %).

LE SOUTIEN À LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE EN BERNE

Autre coup de pouce, la fiscalité. La taxe globale sur les activités polluantes (TGAP) est actuellement diminuée pour les installations performantes, qui atteignent le seuil de R1. Cependant La feuille de route sur l'économie circulaire, parue en avril 2018, souhaite adapter la fiscalité pour rendre la valorisation des déchets moins chère que leur élimination (cf. 3 questions à Nicolas Garnier). La production d'électricité est également handicapée par

l'abrogation, selon les lignes directrices européennes, de l'arrêté du 2 octobre 2001 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent des déchets ménagers et assimilés en date du 28 mai 2016. Si la commission européenne a enfin validé le 20 juillet 2018 le dispositif de soutien par complément de rémunération à l'électricité produite à partir de biogaz de décharge proposée par la France, ce qui devrait permettre la sortie de l'arrêté ministériel fin 2018 pour les ISDND, celui concernant le traitement thermique est toujours en notification auprès de la commission européenne depuis plus de deux ans et demi. En ce qui concerne la chaleur, la majorité des unités vendent leur production à un réseau de chaleur urbain. Le prix de vente est alors

très variable et dépend des caractéristiques des contrats établis entre l'usine et le réseau de chaleur.

LES BELLES PERSPECTIVES DES CSR ET DE LA GAZÉIFICATION

S'il est prévu un maintien à un niveau équivalent des capacités d'incinération nationales à l'horizon 2025, les unités de production d'énergie à partir de Combustibles Solides de Récupération (CSR) devraient se développer progressivement. Les CSR sont composés de bois, plastiques, papiers, cartons ou tissus non recyclables et constituent ainsi une alternative au stockage. Ils sont fabriqués dans des installations qui extraient du déchet la fraction combustible, la concentrent pour obtenir un contenu énergétique important (au moins 1,5 fois plus important que les déchets ménagers), la stabilisent et de la conditionnent pour pouvoir être transportée vers une unité de production de chaleur ou d'électricité. Selon le SVDU, « le développement de la filière CSR est une priorité pour encourager les acteurs industriels à fort besoin de chaleur et consommateurs d'énergies fossiles (charbon, fioul, gaz) et les réseaux de chaleur urbains ayant une part importante d'énergie fossile dans leur mix énergétique, à se tourner vers cette énergie de récupération locale, stockable et utilisable en fonction de la demande. »

Le gisement potentiel pour 2025 a été évalué à 2,5 millions de tonnes par an. Cependant, la production française de CSR en 2016 n'était que de l'ordre de 250 000 t/an pour, faute de débouchés, une utilisation surtout en cimenteries. De nouvelles unités dédiées à la production d'énergie à partir de CSR devront ainsi voir le jour. Dans ce but, la LTECV a défini un cadre

réglementaire spécifique à la filière CSR et l'Ademe a publié un appel à projets « Energie CSR » en février 2016. Il soutient seulement la production de chaleur, sauf pour les Dom-Tom. Sur 14 dossiers déposés, trois ont été retenus : BioSynErgy Breizh (Suez Grand Ouest), Blue Paper (Strasbourg) dont les tests de performance sont en cours et Ileva (La Réunion). Pour un tonnage annuel de 244 000 t de CSR valorisés, ces trois projets représentent 186 millions d'euros d'investissements, dont 34 millions issus du Fonds déchets de l'Ademe. Un nouvel appel à projets CSR a été lancé en 2017. Les lauréats n'ont pas encore été révélés. Un troisième appel serait prévu.

DE NOUVELLES TECHNIQUES EN DÉVELOPPEMENT

En complément, d'autres nouveaux procédés de traitement thermique de déchets sont en développement comme la gazéification qui consiste à chauffer les déchets à des températures de 900 et 1 200 °C en présence d'une faible quantité d'oxygène. En dehors de la fraction minérale du déchet et d'une petite quantité de carbone fixe non converti qui constituent le résidu solide, l'ensemble du déchet est ainsi converti en gaz de synthèse. Celui-ci peut être utilisé en remplacement de gaz naturel dans de multiples applications. Lorsque les intrants sont d'origine biologique, la gazéification peut également s'avérer être une technique intéressante pour produire de l'électricité renouvelable. Après craquage des goudrons et autres étapes d'épuration éventuelles, le gaz de synthèse peut être utilisé dans des moteurs à gaz pour produire de l'électricité par exemple.

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

La recherche est en pleine effervescence et l'industrialisation commence. La société Europlasma a par exemple mis en route à l'été 2017 une première usine dotée de cette technologie en France à Morcenx (Landes). Il s'agit de la centrale CHO Power de 11 MWe qui produit du gaz de synthèse à partir de 55 000 t/an de déchets industriels banals et de biomasse. Le procédé devrait être dupliqué à Thouars (Deux-Sèvres, mise en route en 2020, 11 MWe prévus) et Locminé (Morbihan, mise en route en 2021, 11 MWe prévus).

La valorisation énergétique des déchets est aujourd'hui encore pénalisée par un problème d'image mais l'énergie ainsi produite se substituent aux énergies fossiles

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.federec.org
- ✓ www.fedene.fr
- ✓ www.amorce.asso.fr
- ✓ www.zerowastefrance.org/fr
- ✓ www.sinoe.org

et constitue un système de valorisation des déchets à part entière. Il faut lui redonner toute sa place assure le SVDU car « ce secteur sera un contributeur indispensable à l'atteinte de l'objectif de 23% d'énergie renouvelable en 2020 ». ●



3 QUESTIONS de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Nicolas Garnier**,
délégué général
de l'association
Amorce

1 Que prévoit le projet de loi de finance (PLF) 2019 sur la fiscalité des déchets suite à la publication de la Feuille de route de l'économie circulaire ?

Il prévoit un ensemble de mesures avec pour objectif, qu'à terme, le coût de la mise en décharge et de l'incinération soit supérieur de dix euros par tonne (€/t) à celui du recyclage. L'une de ces mesures est l'augmentation graduelle de la taxe globale sur les activités polluantes (TGAP) sur les tonnages de déchets enfouis ou incinérés entre 2021 et 2025. Pour le stockage, la taxe atteindrait 65 €/t en 2025, avec disparition à terme de la réfaction sur la valorisation du biogaz. Pour l'incinération, la TGAP est actuellement de 15 €/t lorsqu'il n'y a pas de valorisation énergétique et de 9 €/t lorsque celle-ci atteint le seuil R1. Elle est même souvent réduite à 3 €/t lorsque l'unité cumule un rendement énergétique élevé, la mise en place d'un système de management de l'énergie et un traitement des fumées efficace avec respect d'un seuil limite d'émissions en oxydes d'azote. Il existe en effet un dégrèvement dégressif de la TGAP pour

les installations qui valorisent l'énergie produite lors de l'incinération de façon à favoriser ce type de démarche. Le plan de loi de finance prévoit une hausse atteignant, en 2025, 25 €/t pour l'incinération et 15 €/t pour toutes les unités atteignent le seuil R1, y compris celles qui étaient à 3 €/t.

2 Qu'est-ce qui vous paraît inapproprié dans cette mesure ?

Cette augmentation très importante de la TGAP pour les installations qui valorisent l'énergie est malhonnête car il existe une part importante des déchets qui ne se recycle pas ou à un coût inacceptable (150 kg/habitant/an) et qu'il faut bien traiter. Nous pensons qu'il faut assumer cet état de fait et considérer qu'il y a une solution qui fait partie de l'économie circulaire, la valorisation énergétique, qui ne joue pas en défaveur du recyclage et qui permet de réduire la consommation de fioul ou de charbon.

3 Que préconisez-vous de votre côté ?

Nous estimons qu'il faut agir à la source en mettant en place une taxe sur les produits vendus non recyclables qui servirait à financer la R&D dans le domaine de l'éco-conception et découragerait les achats de ces produits. Cette mesure serait accompagnée d'une franchise de TGAP sur les déchets sans solution de recyclage pour les incinérateurs et d'une exonération plus forte pour les incinérateurs qui atteignent des performances énergétique élevées. ●

CHIFFRES CLÉS

Centrale de Rittershoffen
(Bas-Rhin).

Puissance installée fin 2018

16,5 MW

Production électrique en 2017

88 GWh

Objectif de la filière à 2023

53 MW

supplémentaires par rapport
à la situation de 2015

Les projets de géothermie profonde peuvent permettre de produire une électricité renouvelable en continu. Au-delà du site traditionnel de Bouillante en Guadeloupe, l'industrie semble entrer dans une nouvelle dynamique avec de nouvelles centrales construites à travers le pays.

71

FILIÈRE GÉOTHERMIE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

UN NOUVEL ÉLAN DE LA GÉOTHERMIE FRANÇAISE

La production d'électricité géothermique est une technologie mature qui se base sur l'exploitation de milieux fracturés à forte perméabilité, situés à plus de 1000 m de profondeur et dont la température varie entre 150 et 300 °C. Ce type de sites capables de fournir des débits de production de vapeur élevés est généralement localisé dans des zones volcaniques ou tectoniquement actives. Pour l'Europe, il s'agit principalement de la Toscane, de l'Islande, des Açores et de quelques îles grecques, auxquelles on peut ajouter des territoires d'outre-mer comme la Guadeloupe, la Martinique et la Réunion. En France métropolitaine, plusieurs zones existent également : le bassin rhénan, la vallée du Rhône ou la vallée de la Limagne (Puy-de-Dôme). La vapeur d'eau puisée par forage est turbinée directement pour générer de l'électricité, puis réinjectée dans le réservoir naturel. Quand l'eau géothermale est trop agressive ou quand elle est inférieure à 200 °C, on passe par un fluide de travail organique qui sera chargé d'actionner la turbine.

Fin 2018, la puissance installée française est de 16,5 MW, grâce à deux sites : la centrale de Bouillante en Guadeloupe (15 MW) et celle de Soultz-sous-Forêts en Alsace (1,5 MW).

BOUILLANTE, BERCEAU DE LA GÉOTHERMIE FRANÇAISE

Dans les Caraïbes, les premiers forages ont été réalisés dans les années 1970 sur le site de Bouillante, en Guadeloupe. Longtemps exploitée par le BRGM (Bureau des recherches géologiques et minières), la centrale est aujourd'hui gérée par la société Ormat Technologies, développeur

américain de projets géothermiques, associée à la Caisse des Dépôts. L'entreprise américaine a des ambitions pour le site puisqu'après une première augmentation de la puissance de 10 à 15 MW en 2017, l'objectif est désormais d'atteindre 25 MW en 2020. À plus long terme, une troisième étape devrait consister à exploiter un nouveau réservoir situé au nord de la baie de Bouillante pour porter à 45 MW la puissance installée à l'horizon 2021. L'ensemble de ces opérations devrait représenter un investissement de 70 millions d'euros.

Plus au sud de la Guadeloupe, sur la commune de Vieux-Habitants, un autre projet pourrait permettre d'augmenter de 15 MW supplémentaires la production d'électricité géothermique de l'île. La société guadeloupéenne Teranov dispose d'un permis exclusif de recherche et compte commencer les forages exploratoires en 2019 pour une mise en service de la centrale d'ici à 2022. Le site accueillera le démonstrateur du projet Geotref, retenu dans le cadre des Investissements d'avenir, qui associe, autour de Teranov, trois PME et neuf laboratoires de recherche. Le projet doit permettre de modéliser les échanges thermiques et les écoulements dans les roches fracturées en capitalisant sur les travaux conduits dans le secteur pétrolier. Le site permet également de stimuler la recherche et le développement sur la géothermie et sert de support à de nombreuses thèses.

L'objectif du conseil régional de Guadeloupe est également de développer un centre d'excellence sur la filière, dont les missions et l'organisation sont envisagées dans le cadre d'un projet Interreg Caraïbes.

LES PROMESSES DE SOULTZ-SOUS-FORÊTS

L'autre grande filière technique française en matière de géothermie se trouve dans l'est du pays. Après vingt-deux années de recherche, le site géothermique de Soultz-sous-Forêts (Bas-Rhin) a longtemps été un démonstrateur pour la valorisation de la chaleur piégée dans des roches granitiques naturellement fissurées (dites de type EGS, *enhanced geothermal system*). Ici, à la différence de Bouillante, l'eau géothermale ne circule pas librement dans tout le réseau de failles souterraines. Il faut donc insuffler une circulation en libérant les failles de leurs dépôts minéraux (une sorte de détartrage). Derrière la validation de cette technologie, il y avait l'enjeu de pouvoir exploiter des sites ne se trouvant pas directement dans des zones volcaniques et donc, potentiellement plus nombreux. La centrale de Soultz-sous-Forêts a été mise en service en 2008, et elle est aujourd'hui gérée par un groupement européen d'intérêt économique (GEIE), Exploitation minière de la chaleur, détenu par Électricité de Strasbourg (67 %) et par l'allemand EnBW (33 %).

L'objectif est désormais d'essaimer ailleurs sur le territoire les technologies développées depuis vingt-cinq ans sur le site alsacien. Une vingtaine de permis exclusifs de recherche ont ainsi été octroyés. Le rôle de ces permis est de constituer la première étape, celle des forages exploratoires, qui doit mener à terme à l'installation de futurs sites d'exploitation de production d'électricité et/ou de chaleur à partir de chaleur souterraine.

La filière de la géothermie profonde reçoit un soutien appuyé des ministères et d'organismes tels que l'Ademe. En 2018, la filière a ainsi bénéficié d'un nouveau cadre de rémunération, basé sur un complément

tarifaire, et deux nouveaux textes sont attendus pour 2019. Le premier est une modification du code minier destinée à stopper toute distinction entre haute et basse températures. En effet, lors d'un projet d'exploration, un développeur doit demander un permis. Or, si le projet vise une zone pour trouver de l'eau inférieure à 150 °C, le permis doit être basse température, et si l'eau est plus chaude, le permis doit être haute température. Il est cependant compliqué pour les opérateurs de déterminer cette donnée à l'avance. Ils avaient donc pris l'habitude de demander les deux permis, ce qui pouvait créer une suspicion de la part des collectivités locales. Une fois cette distinction levée, les opérateurs pourront ne demander qu'un seul permis, ce qui facilitera d'autant leur démarche.

Le second texte est la notification par la Commission européenne d'un fonds de garantie pour les projets de fracturation géothermique. Il s'agit d'une enveloppe de 50 millions d'euros couvrant les risques d'échec des forages d'exploitation. Ce fonds a été monté avec l'aide de l'Ademe (25 millions), de la Caisse des Dépôts et Consignations (10 millions) et d'opérateurs privés (15 millions). Il est extrêmement important pour la filière car, en l'état actuel des choses, un forage qui ne déboucherait pas sur une source exploitable mettrait en péril l'entreprise l'ayant conduit, voire la pérennité de la filière.

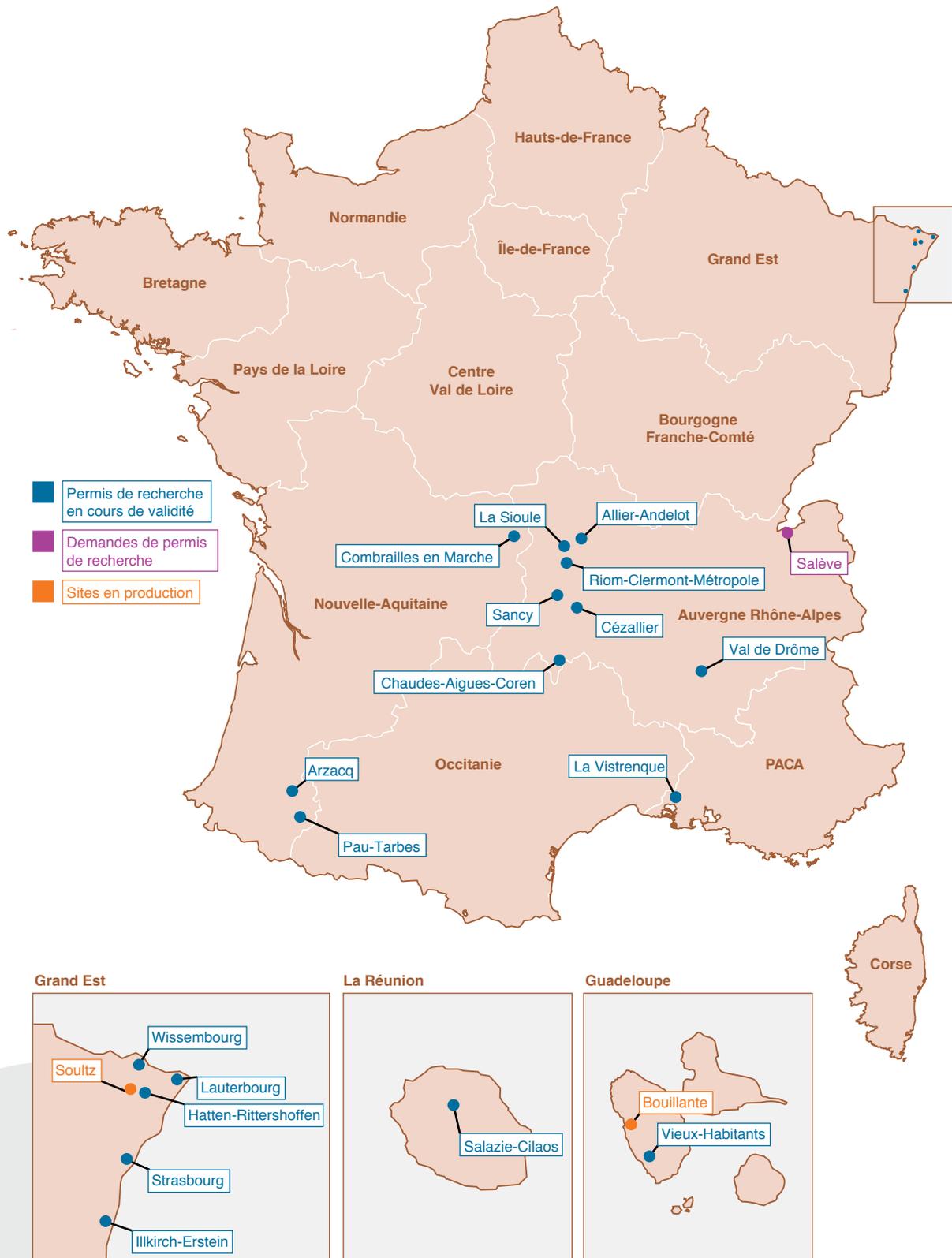
UN NOUVEAU RYTHME DE DÉPLOIEMENT VIENT DE S'ENCLANCHER

Au-delà du site de Soultz, les départements du Haut-Rhin et du Bas-Rhin sont appelés à jouer un rôle dans le futur de

Carte n° 1

Carte des titres miniers de gîtes géothermiques à haute température

Source : Observ'ER d'après la DGEC.



Extraire et commercialiser du lithium

Deux projets pilotes ont été lancés en France pour qu'une installation géothermique, au-delà de la production de chaleur et d'électricité, puisse également extraire le lithium contenu, souvent en forte concentration (150 à 200 mg/L), dans les nappes souterraines.

Cette extraction est possible, mais la difficulté est de l'effectuer en continu, sans interrompre la production énergétique du site. Cela change la géochimie des fluides utilisés et nécessite le choix du bon adjuvant qui permettra de ne pas colmater le puits de forage. L'extraction du lithium est un sujet d'enjeu stratégique. En effet, il s'agit d'un élément utilisé pour de nombreuses applications, à commencer par les batteries lithium-ion nécessaires à la mobilité électrique. Cependant, les sites de production mondiale sont peu nombreux et répartis dans cinq pays, dont la France ne fait pas partie.

Or, d'après l'AFPG, si les centrales géothermiques avaient la capacité de capter les 200 mg/L de lithium contenus dans l'eau prélevée, il suffirait de 10 centrales d'environ 25 MWth pour que le lithium extrait couvre la consommation actuelle de la France de cet élément.

la géothermie. De par leur disposition géologique et leurs importantes bases de données sur leur sous-sol, ces territoires accueillent deux projets issus de l'essai de la technologie EGS. Il s'agit du site de Vendenheim (deuxième forage), porté par Fonroche, et de celui de Illkirch, piloté par Électricité de Strasbourg. Tous deux ont bénéficié d'une avance remboursable de l'Ademe de 5 M€.

Sur le site de Vendenheim, les campagnes géothermiques menées par Fonroche en 2015 avaient confirmé le potentiel de la zone, puisque des températures d'eau souterraine supérieures à 150 °C avaient été relevées. L'entreprise a donc foré à plus de 4 000 mètres pendant le premier semestre 2018 et a découvert, bonne surprise, des gisements exploitables aux températures plus chaudes que prévu (aux environs de 200 °C). Ainsi, ce projet qui avait annoncé une capacité électrique de 5 ou 6 MW

avant le forage a été revalorisé à 10 MW. Cela devrait lui permettre d'approvisionner plus de 10 000 foyers en électricité. Cette température en fait le puits commercial le plus chaud d'Europe continentale, à l'exclusion des zones volcaniques italiennes. L'entreprise est en train de forer le deuxième puits du doublet qui devrait être terminé en début d'année 2019. Par ailleurs, l'ingénierie de la centrale de surface a commencé, et elle sera connectée au réseau à la fin de l'année 2019.

Électricité de Strasbourg, de son côté, a achevé fin 2018 le premier forage de la centrale géothermique d'Illkirch. Le deuxième forage de ce projet devrait commencer dans la foulée. L'exploitant a déposé un permis de construire pour la centrale de surface, ce qui lui permet d'espérer une mise en production au début de l'année

2021. L'industriel gardera alors la propriété de la production et la collectivité se chargera de la distribution de l'énergie via une délégation de service public. La centrale développera une puissance de 26 MW, elle produira entre 28 000 et 50 000 MWh de chaleur et 22 000 MWh d'électricité par an, ce qui permettra d'éviter 11 000 tonnes de CO₂. L'un des points marquants de ce projet a été le travail en amont de cartographie des sous-sols. Avant le forage, ES a mis en place tout un processus de sondage du sous-sol, ce qui lui a permis d'installer des stations sismologiques afin de réaliser en 2015 une campagne d'images sismiques en 2D. Mais surtout, pendant l'été 2018, Électricité de Strasbourg a lancé une importante campagne d'ingénierie sismique en 3D, au nord de l'Alsace, sur 180 km². Pour ce chantier de grande envergure, ES a obtenu un permis de recherches exclusives afin de réaliser une cartographie en trois dimensions du sous-sol, et ce jusqu'à 3 000 mètres de profondeur. Les résultats seront partagés avec les élus pour déterminer des projets potentiels et savoir comment traiter le sous-sol. Cet effort de cartographie pourrait, par ailleurs, être utilisé pour d'autres zones, par exemple vers Mulhouse où en Moselle.

AMPLIFIER LE RYTHME DE DÉPLOIEMENT ET SORTIR DES FRONTIÈRES NATIONALES

Si l'Alsace est un territoire propice à la géothermie profonde, il n'a pas vocation à être le seul en France. Ainsi, Fonroche, une fois le doublet de Vendenheim fini, commencera un nouveau doublet alsacien à Eckbolsheim, puis sa foreuse sera déplacée pour aller à Valence, dans la Drôme. L'entreprise a ainsi prévu de développer des projets en Camargue, puis à Pau.

Électricité de Strasbourg, de son côté, vise d'abord des zones telles que les environs de Mulhouse, mais également la vallée du Rhône et le Massif Central. Le rythme de déploiement prévu par la société est pensé de telle manière que, pendant que la centrale d'un projet se construit, le premier forage d'un deuxième projet est lancé. Autre synergie, les revenus d'un premier projet devraient ruisseler sur le suivant pour pouvoir couvrir les besoins en fonds propres.

Au-delà de l'Hexagone, les entreprises françaises du secteur de la géothermie veulent valoriser leur savoir-faire à l'international. Par exemple, Électricité de Strasbourg est régulièrement contactée par des collectivités étrangères, et des visites internationales de ses centrales sont organisées. Le savoir-faire français dans les bassins d'effondrement est quelque chose que le pays peut offrir. Il peut être complété par la maîtrise technique de la géothermie dans les réseaux de chaleur, telle que déployée entre autres en Île-de-France, sur le Dogger parisien. Les marchés internationaux sont alléchants. Il existe des potentiels en Turquie, dans les Balkans et aux Pays-Bas, mais aussi en Afrique de l'Est, dans les Caraïbes, en Amérique du Sud... Ceux-ci sont justement intéressés par les compétences de suivi sismologique développées en France.

Pour maximiser ses chances à l'international, la filière se regroupe en actions communes. C'est dans ce cadre qu'a été créé, en 2014, le cluster Geodeep. Il s'agit d'une marque détenue par l'Association française des professionnels de la géothermie (AFPG), qui rassemble 15 acteurs. Ceux-ci travaillent de concours et participent par exemple à des salons internationaux pour "chasser en meute". En effet, le savoir-faire

GÉOTHERMIE

national se déploie sur toute la chaîne de valeur de la géothermie, avec une expertise prononcée pour l'ingénierie. Enfin, pour faciliter le déploiement des projets géothermiques, de nouvelles parties prenantes doivent être impliquées et sensibilisées. Les premières sont les élus et les représentations citoyennes. Ainsi, les projets demandent un travail de communication pour favoriser l'acceptabilité sociétale. Cependant, les élus sont globalement favorables à la géothermie, qui leur permet de construire des projets à forte valeur ajoutée pour les territoires.

Parallèlement, les porteurs de projets cherchent à inclure plus de partenaires financiers dans leurs modèles. En effet, les projets géothermiques sont fortement capitalistiques et coûtent entre 40 et 60 millions d'euros. Ainsi des banques interviendront dans le financement de la centrale de surface du projet de Fonroche à Vendenheim. Les projets qui sortiront de terre seront les démonstrateurs de la solidité financière de la géothermie. Qu'il s'agisse des citoyens, des élus ou des partenaires financiers, chaque projet réussi devient un argument supplémentaire pour convaincre des bienfaits de la technologie et augmenter l'acceptabilité de la géothermie. Les projets qui commencent à sortir de terre sont peut-être le début d'un cercle vertueux où chaque centrale terminée rend plus facile la construction de la suivante. ●

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.geothermie-perspectives.fr
- ✓ www.geotref.org
- ✓ www.brgm.fr
- ✓ www.afpg.asso.fr
- ✓ www.geothermie-soultz.fr
- ✓ www.geodeep.fr
- ✓ www.es-geothermie.fr
- ✓ www.fonroche-geothermie.com



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Jean-Jacques Graff**, directeur général de ES-Géothermie, président de l'AFPG

1 Quelles sont les prochaines étapes du déploiement par essaimage de la géothermie en France ?

Aujourd'hui, pour poursuivre le développement industriel de la géothermie profonde en France, il nous faut un nouveau cadre réglementaire concernant la gestion des titres miniers. Celui-ci devrait sortir par ordonnance au cours du 1^{er} semestre 2019. Pour la géothermie électrogène, le complément tarifaire en vigueur convient bien pour intéresser des développeurs. Reste la mise en place d'une garantie du risque géologique pour les réservoirs en milieux profonds fracturés ; ce mécanisme est en cours de notification à Bruxelles. Pour la géothermie chaleur, il faut espérer une combinaison de plusieurs facteurs comme la hausse des énergies fossiles, la hausse de la taxe CO₂ ou l'augmentation significative du Fonds chaleur pour encourager plus de développement de la géothermie.

2 Quels sont les atouts de la filière géothermique française pour l'export ?

Nous avons aujourd'hui une réelle avance dans l'exploitation de la géothermie en mi-

lieu sédimentaire, comme l'aquifère du Dogger dans le bassin parisien ou dans les réservoirs fracturés comme le bassin rhénan. Dans ce dernier type de géologie, nous sommes particulièrement en avance au niveau européen, tant d'un point de vue académique qu'industriel. Il nous reste à poursuivre nos travaux de réduction des coûts et d'une plus grande valorisation de la ressource, y compris dans l'extraction de métaux de l'eau géothermale comme le lithium.

3 Le cadre réglementaire français est-il adapté au déploiement de l'industrie géothermique ?

Les acteurs concernés ont été très surpris de l'annonce faite du retrait possible du soutien à la géothermie électrogène. L'application d'une telle mesure occasionnerait déjà un lourd préjudice pour les opérateurs qui ont investi plusieurs dizaines de millions d'euros dans les permis octroyés. De plus, tous les travaux de recherche entrepris depuis quelques années seraient stoppés nets, et donc l'avance de la France fondrait très rapidement, car l'Europe croit au développement de la géothermie à haute température.

Nous allons nous rapprocher des autorités concernées pour mieux expliquer la situation, et surtout faire passer le message que la géothermie électrogène produit plus de kWh thermiques qu'électriques ! Il faut laisser la chance à cette nouvelle ENR de faire sa place, d'autant plus que le complément tarifaire sorti il y a à peine deux ans n'est prévu que pour les premiers 100 MW, soit un impact quasi nul au niveau de la CSPE en contrepartie d'une formidable opportunité en termes de création d'emplois et de capacité à l'export. ●



Projet Floatgen au large du Croisic (Loire-Atlantique).

Valérie Jonchery/Idéal BYTP/ECN

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée fin septembre 2018

263 MW

Production électrique en 2017

500 GWh

Objectif pour l'éolien posé en mer

2,4 GW

à fin 2023

4,7- 5,2 GW

à fin 2028

à quoi s'ajoutent 500 MW d'éolien flottant entre 2020 et 2022

Emplois dans la filière

2 650

Chiffre d'affaires dans la filière en 2017

500

millions d'euros

Avec ses 10 millions de kilomètres carrés, incluant l'outre-mer, la France dispose de ressources très importantes pour développer les énergies marines. Si l'éolien offshore, posé et flottant, tire son épingle du jeu, le secteur attend un engagement plus important de l'État en faveur de cette filière à haut potentiel.

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

Les énergies marines doivent représenter 10 % du mix électrique à l'horizon 2030. La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de novembre 2018 prévoit 2 400 MW d'éolien posé en mer à l'horizon 2023 et 4,7 à 5,2 GW à fin 2028. À quoi doivent s'ajouter 250 MW d'éolien flottant en Bretagne et 250 MW en Méditerranée entre 2020 et 2022. Des objectifs qui ont déçu les professionnels du secteur (voir plus loin), qui attendaient des engagements à la hauteur des ressources du pays : la France dispose du deuxième espace maritime mondial. Si l'État a soutenu pendant plus de dix ans la recherche en collaboration avec les collectivités territoriales, les régions et les ports, la filière a pris beaucoup de retard par rapport à des voisins comme le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Danemark ou les Pays-Bas.

L'ÉOLIEN POSÉ : LE RESCAPÉ

L'éolien en mer posé est la filière la plus mature. Il s'agit d'éoliennes posées sur le fond marin dans des zones peu profondes, entre 5 et 40 mètres. Cette forme de production d'énergie est déjà rentable dans certains pays européens. La France compte actuellement six chantiers en la matière, issus des appels à projets commerciaux attribués par appel d'offres en 2012 et 2014 (voir carte n° 1). Toutefois, alors que les premiers parcs auraient dû produire leurs premiers MWh avant 2020, les retards s'accumulent en raison de la complexité des procédures administratives et de nombreux recours d'opposants.

La technologie ayant évolué et le prix des machines baissé depuis la désignation des lauréats, l'État a souhaité renégocier avec ces derniers, début 2018, une réduction du soutien public sous peine d'annulation des projets. Les tarifs d'achat attribués aux futurs parcs sont ainsi passés d'environ 200 €

à 150 €/MWh en moyenne. Le coût du soutien public pour les six projets était estimé à 40 milliards d'euros sur vingt ans et la négociation a permis de baisser ce coût à 25 milliards d'euros. Selon le gouvernement, cet accord devrait permettre de lancer rapidement d'autres projets intégrant des technologies nouvelles. Le nouveau calendrier de mise en service des parcs serait 2021 pour Saint-Nazaire, 2022 pour Fécamp, 2023 pour Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Le Tréport, et 2024 pour Noirmoutier-île d'Yeu.

Le gouvernement a également annoncé, concernant l'appel d'offres ouvert en avril 2016 pour la zone de Dunkerque, que le choix du lauréat définitif interviendra en 2019. Contrairement aux précédents, celui-ci se déroule sous une nouvelle procédure dite de "dialogue concurrentiel". Lors d'une première phase de "présélection" réalisée sur la base des capacités techniques et financières, dix dossiers de candidats ont été désignés. La seconde phase dite de "dialogue technique" avec l'État s'est achevée par la transmission du cahier des charges définitif aux lauréats (réduits à neuf, Iberdrola ayant abandonné).

En novembre 2016, un autre appel d'offres a été confirmé sur le site d'Oléron selon la même procédure. Dès que la Commission de régulation de l'énergie (CRE) aura rendu son avis sur le cahier des charges, la procédure de dialogue concurrentiel sera lancée. La nouvelle PPE de fin 2018 a fixé des objectifs de 2,4 GW à fin 2023 et 4,7 à 5,2 GW à 2028. Sur ce point, les professionnels du secteur estiment que l'objectif à 2028 n'est pas à la hauteur du potentiel réalisable et ne correspond pas à leurs propositions, qui se situaient entre 4 et 6 GW d'ici à fin 2024. Au rythme de la

ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

PPE, l'éolien en mer ne peut pas trouver son modèle économique. Par ailleurs, le gouvernement poursuit la simplification des procédures. Le projet

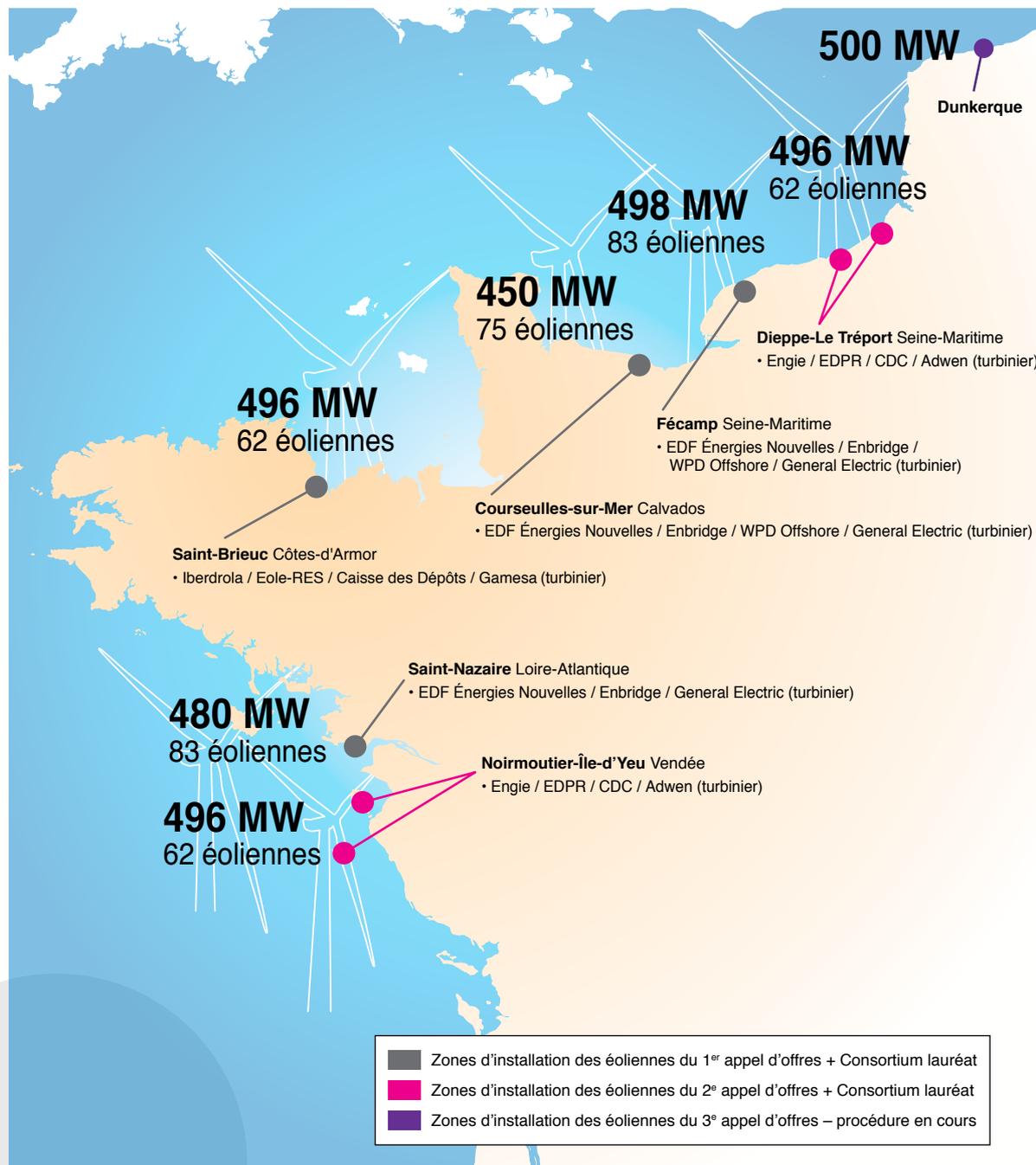
de loi pour un État au service d'une société de confiance (Essoc) a définitivement



Carte n° 1

Cartographie des zones de développement de l'éolien offshore posé en France

Source : Observ'ER.



Un permis enveloppe pour accélérer les procédures et réduire le coût des parcs

Inspiré des procédures mises en place dans les pays pionniers de l'éolien en mer (Danemark et Grande-Bretagne), le permis enveloppe vise non seulement à renforcer la sécurité juridique des projets, mais également à en accélérer la réalisation et, en conséquence, à en faire baisser les coûts.

Dans ce dispositif, le public se prononcera désormais sur le zonage et sur un projet type défini par les pouvoirs publics (hauteur des mâts, emprise maritime...) en amont de la désignation des lauréats, et non plus sur les projets portés par ces derniers comme c'est le cas aujourd'hui. Le texte prévoit également que le gouvernement prenne à sa charge tout ou partie de l'étude d'impact, qui était jusqu'ici réalisée par les maîtres d'ouvrage. Une fois ces procédures achevées, les lauréats pourront demander un permis enveloppe, qui définira des caractéristiques variables dans les limites desquelles ces projets seront autorisés à évoluer. Cette enveloppe englobera la concession d'utilisation du domaine public maritime, l'autorisation environnementale et l'autorisation d'exploiter. Ce dispositif doit simplifier les procédures et réduire les risques pour les lauréats. Cela doit aboutir in fine à une réduction du coût des parcs.

été adopté le 31 juillet 2018. Ce texte crée notamment le permis enveloppe pour les futurs parcs éoliens offshore (cf. encadré ci-dessus).

L'ÉOLIEN EN MER FLOTTANT TOUJOURS EN COURSE

Les technologies de l'éolien offshore avec fondations flottantes ancrées au sous-sol marin par des câbles permettent de s'affranchir de la contrainte de la profondeur des fonds et d'exploiter des gisements de 40 à 200 mètres de profondeur. Au total, France Énergie Éolienne (FEE) évalue le potentiel technique français du segment flottant à 120 GW. Quatre parcs pilotes d'éoliennes flottantes issus d'un appel d'offres unique lancé en 2015 dans le cadre du programme Investissements d'avenir sont en cours de développement

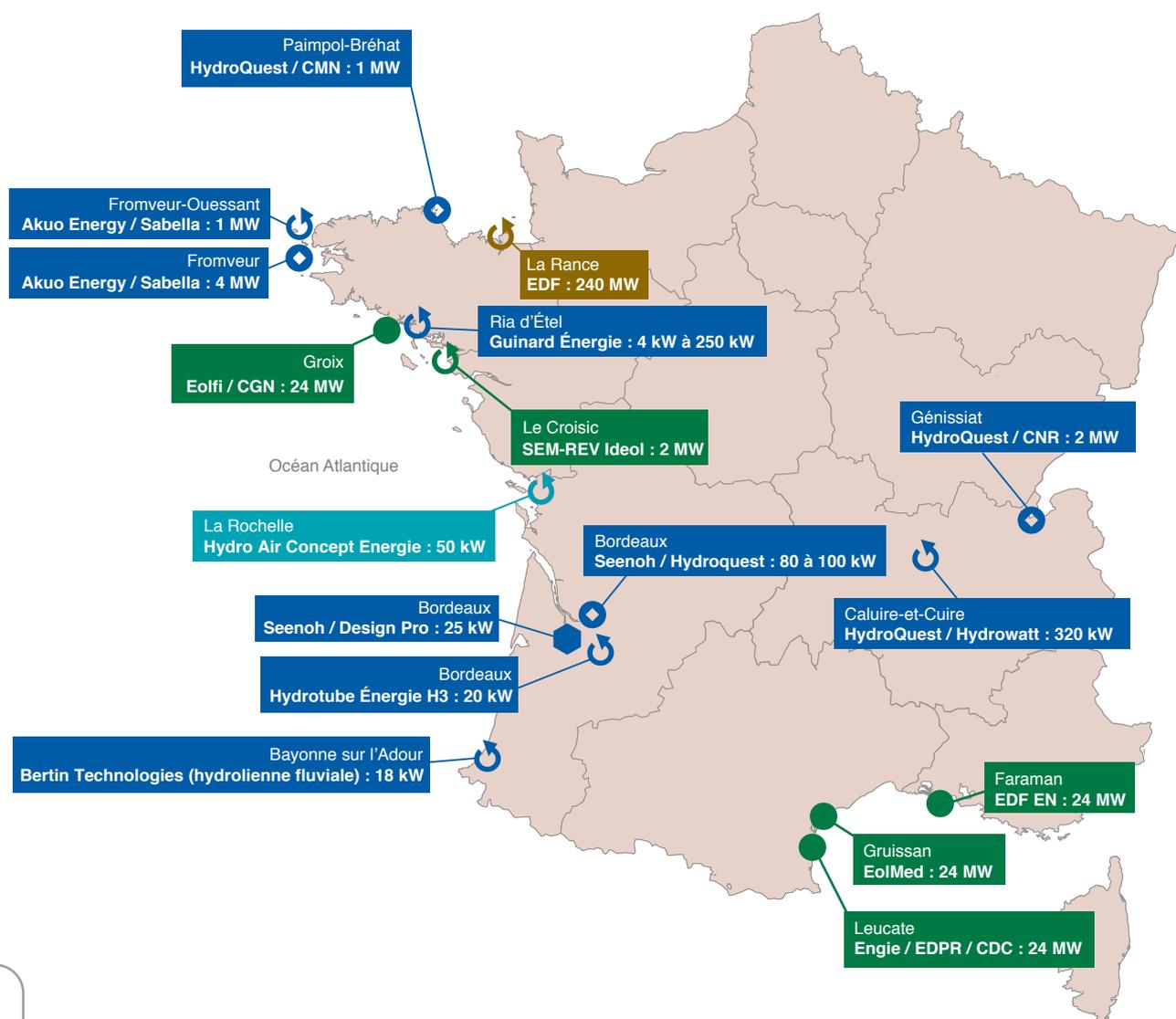
(cf. carte n° 1). Leur mise en service est prévue entre fin 2020 et 2021. En 2018, une étape significative a été franchie en France avec la mise en service en septembre de la première éolienne flottante au large du Croisic, sur le site d'expérimentation en mer de l'École centrale de Nantes (SEM-REV, Loire-Atlantique) : l'éolienne Floatgen d'Ideol de 2 MW (cf. 3 questions à), en test pour deux ans. La filière espère le lancement d'appels d'offres commerciaux dès l'année prochaine en Bretagne et en Méditerranée. Afin d'éviter les écueils de l'éolien posé, le SER propose d'opérer de manière progressive avec trois fois 250 MW en 2019, puis deux fois 500 MW en 2021, et enfin 1000 MW en 2023.

ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Carte n° 2

Cartographie des sites énergies marines renouvelables en métropole

Source : Observ'ER 2018.



Énergie marémotrice	En service / en test
Énergie des courants	Projet de prototype / démonstrateur / centrale pilote
Énergie des vagues	Projet de plateforme nationale technologique et ses sites d'essai
Éolien offshore flottant	Parc appel d'offres Ademe

Carte n° 3

Cartographie des sites énergies marines renouvelables en Outre-mer

Source : Observ'ER 2018.



CASCADE D'ABANDONS DANS L'HYDROLIEN

Autre technologie, les hydroliennes. Elles permettent d'exploiter l'énergie cinétique des courants marins et peuvent être installées en mer, dans une rivière ou un fleuve. Malgré des ambitions affichées, beaucoup de grands groupes ayant investis dans l'hydrolien marin ces dernières années ont malheureusement revu leur stratégie. Cela a été le cas de General Electric (GE) et Engie, qui ont abandonné le projet Nephtyd en janvier 2017 (5,6 MW) dans le Raz Blanchard (Manche). En 2018, ce sont Naval Énergies et EDF qui ont annoncé la fin de leur expérimentation sur le site de Paimpol-Bréhat (Côtes-d'Armor), et enfin, en juillet 2018, un mois et demi après avoir inauguré son usine de fabrication d'hydroliennes à Cherbourg, Naval Énergies a décidé d'abandonner complètement le secteur, rendant caduc son deuxième projet de 14 MW porté en collaboration avec EDF dans le Raz Blanchard. Naval Énergies justifie ses décisions par le choix du gouvernement d'effectuer des

études complémentaires avant de lancer des appels d'offres commerciaux.

Suite à cette défection, Atlantis Resources, une société d'origine écossaise, a annoncé vouloir installer au Raz Blanchard 10 hydroliennes de 2 MW chacune dans le cadre d'un dispositif test. Le fabricant d'hydroliennes Sabella a lui remis à l'eau en octobre son hydrolienne D10 dans le passage du Fromveur, après deux ans passés sur le port de Brest. Ce démonstrateur préindustriel sera ultérieurement remplacé, dans le cadre du projet Phares mené avec Akuo Energy, par deux hydroliennes D12 d'une puissance de 1 à 2 MW. HydroQuest et CMN développent quant à eux un projet de démonstrateur sur le site de Paimpol-Bréhat devant permettre de valider les performances d'HydroQuest Ocean (1 MW) en conditions réelles (installation prévue au printemps 2019). HydroQuest est en outre, et surtout, très présente dans l'hydrolien fluvial. Après

avoir testé durant quatre ans un démonstrateur de 40 kW près d'Orléans (retiré des eaux en juin 2018), la compagnie se lance dans les fermes commerciales. Pour Voies navigables de France et en association avec Hydrowatt, elle a immergé quatre hydroliennes fluviales dans le Rhône près de Lyon (320 kW au total, qui seront mis en service fin 2018). Via un partenariat avec la Compagnie nationale du Rhône, elle immergera en 2019, également dans le Rhône, à l'aval du barrage de Génissiat (Ain), 39 hydroliennes de 40 et 80 kW chacune (2 MW au total). L'entreprise teste enfin depuis mars une technologie destinée aux estuaires sur le site expérimental Seeneoh à Bordeaux (Gironde) via quatre turbines (80 à 100 kW au total). La société irlandaise Design Pro est également présente sur ce site depuis début novembre avec son hydrolienne de 25 kW.

LE MARÉMOTEUR ET L'ETM À L'ARRÊT

À côté des trois filières citées précédemment, l'énergie marémotrice est un cas à part. Le principe est d'utiliser l'énergie potentielle des marées pour produire de l'électricité. La France a été pionnière en la matière en réalisant en 1966 l'un des seuls ouvrages de ce type au monde : le barrage de la Rance, qui développe 240 MW de puissance. Malgré la régularité de la production du site depuis son inauguration (500 GWh en 2017), l'expérience d'une autre centrale marémotrice n'a pas été retenue. Il existe très peu de sites naturels propices à ce type d'installation. Certains pays ont essayé de développer des projets marémoteurs en ayant une approche un peu différente. Ainsi un projet de lagon artificiel a été envisagé un temps près de Cardiff, au pays de Galles. Développé par Tidal Lagoon Power, il s'agissait de construire dans la

mer un barrage qui formerait un vaste "U" créant un lagon artificiel. C'est la différence des niveaux de la mer entre l'intérieur et l'extérieur du lagon qui aurait permis de générer l'électricité. Longtemps à l'arrêt par manque de financement, le projet a été finalement lâché fin juin par le gouvernement britannique.

Autre technologie, l'énergie thermique des mers (ETM) produit de l'électricité en exploitant la différence de température entre une eau chaude de surface à 25 °C et une eau à 5 °C des profondeurs océaniques. Elle est en cela particulièrement adaptée aux zones intertropicales. La filière subit malheureusement quelques revers, Naval Énergies ayant décidé de mettre en suspend le développement de la future centrale flottante Nemo de 10,7 MW, après la défection de son partenaire Akuo Energy. Naval Énergies choisit de se concentrer sur l'ETM à terre, à l'image de son prototype PAT ETM testé à La Réunion.

DU NOUVEAU POUR LE HOULOMOTEUR ET L'OSMOTIQUE

L'énergie houlomotrice, basée sur le mouvement des vagues, possède un potentiel gigantesque évalué par le Conseil mondial de l'énergie à 10 % de la demande mondiale d'électricité. Cependant, le développement des technologies est malheureusement très lent. En France, plusieurs projets auxquels étaient associés de grands groupes tels que EDF EN, Alstom ou même Naval Énergies ont été stoppés, mais d'autres émergent. La start-up gironde Hydro Air Concept Energy (Hace) a ainsi mis à l'eau une machine pilote d'une puissance de 50 kW en août 2018 dans le port de La Rochelle.

L'osmotique, enfin, tire l'énergie nécessaire à la production d'électricité de la différence de salinité entre des eaux marines et des eaux douces. Les estuaires représentent des sites idéaux. Les premières expérimentations effectuées à l'international ayant révélé la fragilité des membranes organiques utilisées, des recherches sont menées pour améliorer leur résistance et leur performance. En France, Benjamin Rotenberg et son équipe du laboratoire Phenix de Paris testent de leur côté des condensateurs comme alternatives aux procédés membranaires.

PLUS DE 2 600 EMPLOIS

Malgré les obstacles et le développement lent dans certaines technologies, le secteur des énergies marines affiche déjà un bilan économique intéressant. Selon l'Observatoire des énergies marines, la filière compterait 2650 emplois en équivalent temps plein en 2017, soit 26 % de plus qu'en 2016. L'éolien posé ayant atteint un stade commercial, c'est logiquement l'activité qui rassemble le plus d'emplois (61 %), devant

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.cluster-maritime.fr
- ✓ www.france-energies-marines.org
- ✓ www.merenergies.fr
- ✓ www.polemermediterranee.com
- ✓ www.pole-mer-bretagne-atlantique.com
- ✓ www.channelmoreenergy.eu

l'éolien flottant (21 %) et l'hydrolien (11 %). En termes de chiffre d'affaires, le secteur a représenté près de 7,7 millions d'euros en 2017, dont 80 % se sont faits à l'export. 2017 a vu l'investissement de plus de 150 millions d'euros, ce qui porte à près de 1,5 milliard d'euros les sommes investies depuis 2007, année de démarrage de la filière en France. Le rapport investissement sur chiffre d'affaires, naturel dans la période actuelle d'émergence du secteur, s'inversera avec la mise en service des futurs parcs commerciaux en mer. ●

Tableau n° 1

Activité économique de la filière EMR française

Source : Les Énergies de la mer : la réalité de la filière, *Observatoire des énergies de la mer*, 2018.

	Structures de formation et de R&D	Développeurs et exploitants	Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur	Institutionnels	Total
Emplois en ETP ¹	201	305	2 099	45	2 650
Chiffres d'affaires 2017	7 692 000 €	3 662 100 €	489 753 011 €	-	501 107 111 €
Investissements en 2017	4 673 000 €	38 710 000 €	86 412 000 €	21 264 000 €	151 059 000 €

1. Équivalent temps plein.



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Paul de la Guérivière**,
PDG d'Ideol

1 L'éolienne flottante Floatgen est entrée en production en septembre 2018. Quel est l'enjeu des tests à venir pour Ideol et plus généralement pour la filière ?

L'éolienne Floatgen est équipée d'un flotteur breveté par Ideol. La particularité de ce flotteur tient à la fois dans sa forme (en anneau carré, creux au milieu), qui lui confère une excellente tenue à la mer, et dans ses dimensions très compactes, qui lui permettent d'être construit à proximité des sites d'installation en mer, et donc de créer de l'emploi local. L'objectif des tests est de démontrer le potentiel de la solution des flotteurs et de l'éolien en mer flottant plus généralement. Ensuite, cela nous aidera à préparer le déploiement de fermes de dimension commerciale en France et à l'international en accumulant de l'expérience en conditions réelles. Ideol est d'ailleurs déjà engagé sur un projet pilote au large de Gruissan (Occitanie) mais aussi au Japon, où un second démonstrateur équipé du concept breveté par notre entreprise est en opération.

2 Où et quand espérez-vous déployer l'éolien flottant à l'échelle industrielle ? Quels sont les défis auxquels doit faire face la filière ?

Le Japon compte définitivement parmi les pays les plus stratégiques sur le marché de l'éolien en mer flottant. Les perspectives sont immenses ; nous travaillons actuellement avec plusieurs partenaires locaux pour préparer ce déploiement commercial. La France est également un marché à fort potentiel et nous attendons les appels d'offres commerciaux. Enfin, nous travaillons aussi sur des projets en Californie, en Corée ou encore à Taïwan. L'enjeu principal pour la filière est d'être capable de produire en série des fondations flottantes sur un temps réduit en tenant compte de la croissance tendancielle de la taille des éoliennes (jusqu'à 12 voire 15 MW) – donc des flotteurs –, le tout à moindre coût et en créant de l'emploi local. Nous avons la chance d'avoir un concept de flotteur qui coche toutes ces cases et de l'expérience en mer, ce qui nous permet de bien nous préparer à ce défi de l'industrialisation.

3 De nombreux énergéticiens très investis dans le développement des EMR ont abandonné leurs projets ces dernières années, notamment dans l'hydrolien. Comment l'expliquez-vous ?

La maturité technologique de l'éolien flottant est bien plus grande que celle des autres EMR, car elle s'appuie sur le retour d'expérience existant de l'éolien en mer posé pour la partie éolienne et de l'offshore pétrolier pour les flotteurs. Par rapport à l'éolien en mer posé, il ne s'agit que de modifier la fondation, car plus de 80 % des coûts sont similaires. De plus, l'éolien flottant est bien plus compétitif

ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

en termes de prix de l'électricité produite que les autres EMR. Les énergéticiens (comme Macquarie au Japon) mais aussi les grands groupes (comme Siem Offshore par exemple, rentré au capital d'Ideol en 2017, ou encore Hitachi Zosen) soutiennent Ideol depuis longtemps, et nous avons levé en avril 2018 plusieurs millions d'euros auprès du fonds d'investissement Kerogen, spécialiste de l'oil & gas. ●

88

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Retour
au sommaire

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée à fin 2018

9,75 MW

(uniquement pour des démonstrateurs)

La programmation pluriannuelle de l'énergie ne contient aucun objectif explicite dédié à la filière solaire thermique à concentration



Centrale solaire de Llo
(Pyrénées-Orientales)

CNIM

Le photovoltaïque n'est pas le seul mode de valorisation électrique possible du rayonnement solaire. L'énergie solaire thermique à concentration peut proposer des solutions pertinentes, notamment dans des zones à fort ensoleillement. La France, pionnière historique de la filière, a des atouts sur le marché international du secteur, lequel ne se limite pas à la seule production d'électricité.

89

FILIÈRE SOLAIRE THERMIQUE À CONCENTRATION

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

SOLAIRE À CONCENTRATION

UNE ALTERNATIVE AU PHOTOVOLTAÏQUE

Le solaire thermodynamique (ou CSP pour *concentrated solar power*) est l'une des valorisations du rayonnement solaire direct. Comparé au photovoltaïque, il est plus polyvalent dans ses usages. La technologie consiste à concentrer le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à haute température (entre 200 et 500 °C) et produire de la vapeur qui sera valorisée sous forme d'électricité, de froid, de chaleur industrielle ou dans des applications plus spécifiques comme le dessalage d'eau de mer.

Un des principaux avantages du solaire thermodynamique est de pouvoir produire de l'électricité en l'absence de soleil grâce aux systèmes de stockage thermique auxquels il peut être associé. Cela permet de couvrir des pics de consommation situés avant le lever ou après le coucher du soleil.

L'autre avantage est l'hybridation. Le principe est d'associer une centrale solaire à une autre source de chaleur issue d'énergie fossile ou de la biomasse, garantissant ainsi une production continue. Cela permet des systèmes de cogénération (production simultanée d'électricité et de chaleur) qui peuvent améliorer la rentabilité des projets. L'hybridation permet ainsi de disposer de capacités fermes, prédictibles, et non de capacités uniquement relatives, reposant sur le taux et la qualité de l'ensoleillement. Les centrales solaires thermodynamiques recouvrent une grande variété de systèmes disponibles tant au niveau de la concentration du rayonnement, du choix du fluide caloporteur que du mode de stockage (voir illustration).

Le solaire à concentration représentait en 2017 une puissance mondiale installée de 5,1 GW. Selon l'Agence internationale de l'énergie, ce chiffre devrait atteindre 10 GW en 2022, sachant que la quasi-totalité des nouvelles capacités intégreront une solution de stockage. Vingt-trois pays dans le monde développent actuellement des projets de CSP. Si les plus grandes centrales en service sont situées aux États-Unis et en Espagne, de nombreux pays possèdent des installations en activité ou en cours de construction : Émirats arabes unis, Égypte, Israël, Inde, Chine, Afrique du Sud, Chili, Mexique, Australie, Koweït et Arabie saoudite.

QUEL RÔLE POUR LA FRANCE ?

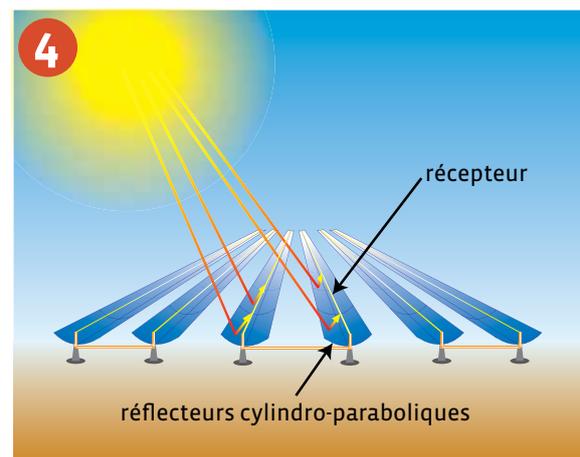
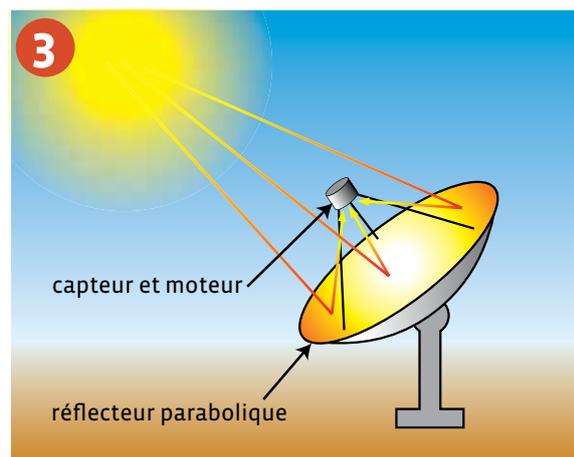
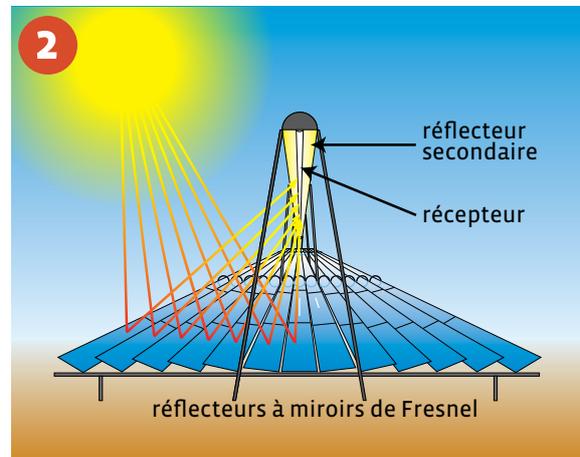
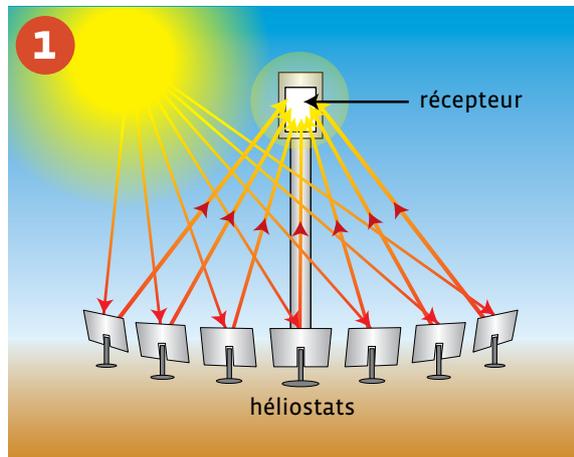
Au début des années 80, la France était pionnière dans le domaine du solaire à concentration avec l'inauguration de la centrale à tour de Thémis, à Targassonne. Cette réalisation était alors une référence internationale qui venait récompenser les travaux menés depuis une quinzaine d'années sur le four solaire d'Odeillo. Cependant, ces premières expériences ne débouchèrent pas sur une phase industrielle et la filière française entra alors en hibernation pendant une vingtaine d'années. Puis, une relance de la filière solaire s'est amorcée autour d'une feuille de route réalisée par l'Ademe en 2012. L'objectif était alors de réaliser plusieurs démonstrateurs pour les différentes technologies sur lesquelles se sont positionnés les industriels français afin de pouvoir concourir aux appels d'offres internationaux.

SOLAIRE À CONCENTRATION

Schéma n° 1

Les quatre technologies principales de production d'électricité d'origine solaire par voie thermodynamique

Source : Observ'ER 2018.



- 1 Les hélistats et centrales à tour** : des centaines, voire des milliers de miroirs (hélistats) équipés d'un système de suivi du soleil (deux axes de rotation) concentrent ses rayons sur un récepteur central placé au sommet d'une tour.
- 2 Les collecteurs à réflecteurs linéaires de Fresnel** sont composés d'une succession de miroirs plans qui suivent la courbe du soleil (un axe de rotation) et redirigent ses rayons sur un tube absorbeur (récepteur). L'utilisation de réflecteurs non incurvés permet d'abaisser considérablement le coût, comparativement aux collecteurs cylindro-paraboliques, malgré un rendement inférieur.
- 3 Les disques paraboliques**, en forme d'assiettes, suivent la course du soleil (deux axes de rotation) et concentrent les rayonnements vers un récepteur situé au point focal de la parabole. Au point focal se trouve une enceinte à l'intérieur de laquelle un gaz entraîne un moteur Stirling. Peu d'industriels dans le monde portent cette technologie.
- 4 Les réflecteurs cylindro-paraboliques**, miroirs en forme d'auges, concentrent les rayons du soleil vers un tube (récepteur) placé sur la ligne focale.

Cependant, sur les six projets retenus par l'AMI de l'Ademe ou par la procédure d'appel d'offres de la CRE, seuls trois ont été achevés depuis ou sont en passe de l'être. Les deux opérations terminées sont celles de Microsol et d'eCare. La première, portée par Schneider Electric, a débouché sur un démonstrateur associant PV et CSP, installé sur le site du CEA à Cadarache. La partie solaire thermodynamique n'a cependant pour l'instant pas débouché sur des possibilités de répliques. Le second projet, porté par le groupe Constructions industrielles de la Méditerranée (Cnim), s'est achevé après des travaux de R&D concluants sur le prototype de la Seyne-sur-Mer, et dans la perspective de réalisation du troisième projet, qui est l'opération la plus importante en envergure : la centrale solaire de Llo. Également porté par la Cnim, ce dernier projet est basé sur la technologie de Fresnel. Le site disposera de plus de 95 000 miroirs (153 000 m²). La partie électrique devrait permettre la production d'environ 20 GWh par an. La Cnim signale, par ailleurs, que la centrale sera « éco-conçue et 100 % recyclable ».

Initialement, le site de Llo devait être un démonstrateur destiné à étoffer la vitrine technologique française en matière de solaire thermodynamique pour produire de l'électricité. Avant même la mise en service de l'installation, la centrale solaire a déjà apporté son lot de retours d'expérience et a notamment contribué à améliorer les matériaux et les éléments utilisés. Cependant, le site de Llo, avec 9 MWe et ses capacités limitées de stockage de l'énergie (autour d'une heure), ne correspond pas aux standards du marché des grosses installations de production d'électricité

qui peuvent se réaliser au Maroc ou en Afrique du Sud. Dans ces pays, ce sont davantage des sites d'une puissance allant de 50 à 150 MW qui sont recherchés, reposant sur des technologies de centrales à tour et utilisant des sels fondus pour obtenir des capacités de stockage de très longue durée (jusqu'à sept heures). Le démonstrateur de Llo ne sera cependant pas inutile. En plus des enseignements qu'il a déjà livrés, il faut souligner la souplesse de la technologie de Fresnel. Son exploitation reste tout à fait pertinente pour des usages thermiques, notamment pour de la production de vapeur dans des processus industriels.

QUELLE STRATÉGIE POUR LA FILIÈRE ?

Au tournant des années 2010, au moment de la relance de la filière solaire thermodynamique française, la stratégie visait à développer un savoir-faire national sur la base de projets portés à la fois par des petites PME et des grands groupes (Schneider Electric, Areva). Soutenu par le réseau de laboratoires de recherche, qui reste actif sur le domaine (voir le dernier paragraphe de la fiche), l'objectif était de stimuler une filière industrielle française et d'accompagner sa montée en puissance. Cependant, le retrait de plusieurs acteurs du secteur (grandes entreprises comme PME) et la difficulté de faire aboutir les démonstrateurs laisse l'image d'une filière industrielle nationale qui reste encore largement à structurer. Sur la partie électrique, les acteurs industriels sont trop rares (Cnim et Alsolen) et les grands groupes, tels que EDF ou Engie, semblent préférer se placer sur leur cœur de métier au sein de

grands consortiums internationaux plutôt que de chercher à faire émerger un savoir-faire technologique spécifique au solaire thermodynamique.

Sur les valorisations thermiques, la situation est différente. Plusieurs entreprises françaises gagnent régulièrement des appels d'offres dans des projets solaires à concentration sans avoir une seule installation sur le sol national. C'est le cas de la société Degremont, qui utilise sa technologie solaire thermodynamique dans des procédés de dessalement d'eau de mer. Pour ces applications, la "vitrine" du savoir-faire français existe et elle est représentée par l'ensemble des réalisations faites à travers le monde. C'est un peu la même chose pour l'utilisation de vapeur solaire dans des procédés industriels ou dans des réseaux de chaleur. Pour ce dernier type d'application, 2018 a vu la mise en service de la plus grande centrale solaire à concentration en France sur la base de défense militaire de Saint-Christol-d'Albion (84). Ce système de production de chaleur, composé de 750 m² de capteurs cylindro-paraboliques, participe à l'alimentation d'un réseau de chaleur hybride solaire-biomasse de près de 6 km de long. En été, il est prévu que l'alimentation du réseau soit 100 % solaire.

français est de pouvoir compter sur un réseau de laboratoires de recherche très actif sur le sujet avec comme tête de pont le laboratoire Promes (pour Procédés, matériaux et énergie solaire). Cette unité propre du CNRS a pour mission de faire de la recherche en profitant notamment des installations à concentration françaises de Font-Romeu (four solaire d'Odeillo) et de la tour solaire de Thémis. Le laboratoire couvre l'ensemble des aspects de la filière en travaillant à la fois sur les technologies de captation des rayonnements solaires (réflecteurs à miroirs de Fresnel, centrale à tour ou réflecteurs cylindro-paraboliques), sur les fluides caloporteurs et sur les systèmes de stockage. Parmi les thèmes plus spécifiques de travail, figure l'étude de la résistance et du vieillissement des matériaux à très hautes températures. L'objectif est de simuler les conditions extrêmes de température, sous environnement chimique et pression contrôlés, appliquées à des matériaux afin d'étudier leur comportement physico-chimique. L'enjeu est de taille, car le développement futur des technologies solaires à condensation, à l'échelle mondiale, ne se fera que si on maîtrise durablement l'aspect matériau.

Autre thème prometteur : le développement de procédés de production de carburants synthétiques comme l'hydrogène à partir d'énergie solaire thermique sans émission de gaz à effet de serre. Les différentes voies développées concernent notamment le craquage de méthane et de gaz naturel permettant la coproduction d'hydrogène et de noir de carbone ainsi que les cycles

LA RECHERCHE RESTE ACTIVE

Malgré la concurrence étrangère, les acteurs français ont une carte à jouer. Le pays dispose des compétences nécessaires et du tissu d'entreprises sur l'ensemble de la chaîne de valeur (fabricants de turbines, de miroirs, de trackers, de structures métalliques, mais aussi ingénierie), même si la filière industrielle est encore à constituer. Un autre avantage

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

SOLAIRE À CONCENTRATION

thermochimiques de décomposition de l'eau. Le recyclage et la valorisation du CO₂ pour la production de combustibles de synthèse sont également étudiés.

On peut aussi citer le laboratoire du CEA Liten (Laboratoire d'innovation pour les technologies des énergies nouvelles et les nanomatériaux), qui a noué un partenariat avec la société Alsolen pour la conception de centrales solaires thermodynamiques de moyenne puissance allant jusqu'à 100 MWth (soit 20 MWe environ), particulièrement destinées aux réseaux isolés ou décentralisés. Un prototype a été réalisé sur le site de Cadarache. Il est doté d'un stockage thermique direct de type thermocline à lit de roche, qui permet une extension de fonctionnement de quatre heures pleine

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.promes.cnrs.fr
- ✓ <http://liten.cea.fr/cea-tech/liten>
- ✓ www.estelasolar.org
- ✓ www.foursolaire-fontromeu.fr

puissance. Autre acteur de la recherche sur le solaire à concentration, le laboratoire Rapsodee (Recherche d'Albi en génie des procédés des solides divisés, de l'énergie et de l'environnement), localisé à l'École des Mines d'Albi et rattaché au CNRS depuis 2001. ●





3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Alain Ferrière**,
responsable
de l'équipe de
recherche vecteurs
énergétiques
durables au
laboratoire Promes
du CNRS

1 Où en est le site de Llo, dont l'inauguration était prévue pour fin 2018 ?

Les travaux sont achevés et la centrale effectue actuellement ses derniers tests avant une inauguration qui va se faire en avril 2019. Les essais à chaud ont débuté depuis plusieurs semaines et la dernière étape est de vérifier la qualité de la vapeur produite. Des tests de performance devront déterminer si les niveaux de performance annoncés au moment du lancement des travaux sont effectivement respectés. Le projet aura finalement quatre mois de retard, mais il n'y a rien eu de réellement problématique. La difficulté d'accessibilité du site et la rigueur du climat en hiver expliquent ce délai.

Le site aura atteint son objectif de démonstrateur technique du savoir-faire français en matière de production électrique à partir de solaire à concentration avec une solution de stockage. Les retours d'expérience de l'exploitation de la centrale seront sans doute riches d'enseignements pour faire évoluer la technologie. Il reste désormais à la Cnim, le développeur du projet, à trouver

une place sur le marché international des appels d'offres sur le secteur. Il est certain que la technologie de Fresnel avec génération directe de vapeur, reprise sur la centrale de Llo, n'est pas la plus demandée par les marchés actuellement mais, sur ce point, les choses ne sont peut-être pas figées et les standards peuvent évoluer.

2 Plus globalement, quelle est aujourd'hui la situation de la filière française du solaire à concentration ?

Le secteur est toujours en cours de structuration. La centrale de Llo est l'un des rares projets qui sera sorti de terre depuis 2010. La France a des atouts et un savoir-faire, mais la filière manque encore d'envergure. Si les activités de recherche restent dynamiques, avec notamment les travaux du laboratoire Promes ou ceux du CEA Liten, les acteurs industriels engagés sont trop peu nombreux, les grands groupes industriels du secteur de l'énergie ne pilotent aucun projet sur le territoire national. Le tissu n'est pas assez important pour inciter les pouvoirs publics à pousser davantage la filière, notamment dans le secteur de la production d'électricité. Pour continuer d'avancer, la filière doit se tourner davantage vers la valorisation thermique, qui devrait représenter des possibilités d'applications plus réalisables à moyen terme.

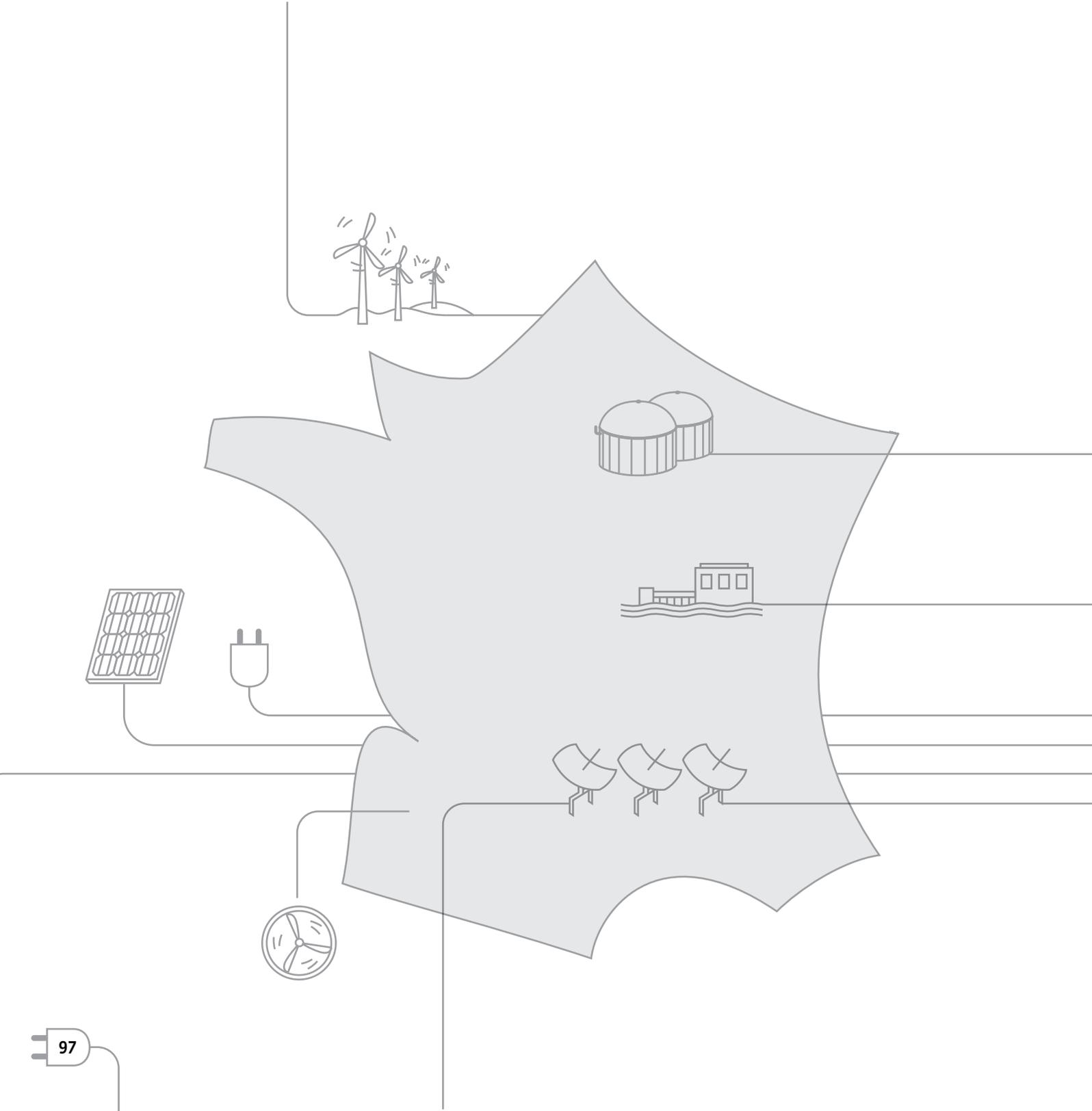
3 Aucun objectif n'est assigné à la filière CSP dans la nouvelle PPE. Cela est-il un problème pour le développement du secteur ?

Cette programmation a essentiellement pour but de piloter la transition énergétique pour le territoire français, et c'est un objectif auquel le solaire à concentration



ne participera pas ; du moins sur le volet de la production d'électricité. Ce n'est pas de ce côté que l'on attend du neuf. Ce qui manque à la filière, c'est une stratégie nationale pour que les efforts et les projets qui se réalisent soient mieux coordonnés. Aujourd'hui, les quelques opérations qui se font en France sont des actions trop isolées les unes des autres. Ces projets se font dans le cadre d'appels d'offres régionaux ou nationaux mais sans réelle politique de développement globale. Ce manque de cadrage se ressent également au niveau de la recherche et ralentit d'autant plus la structuration de la filière. ●





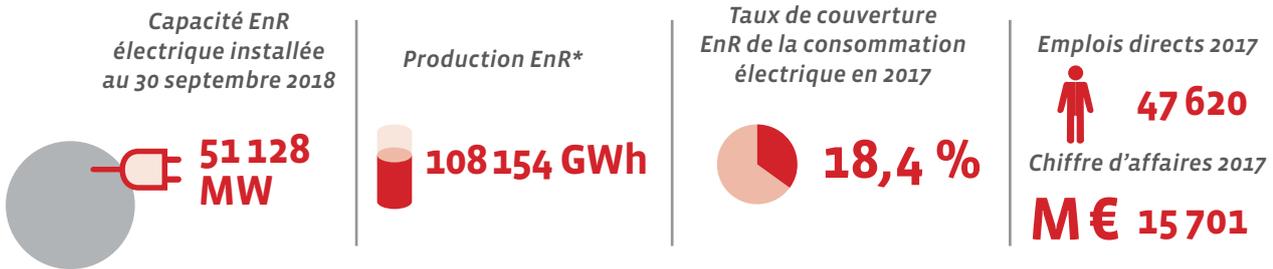
SYNTHÈSE

Observ'ER

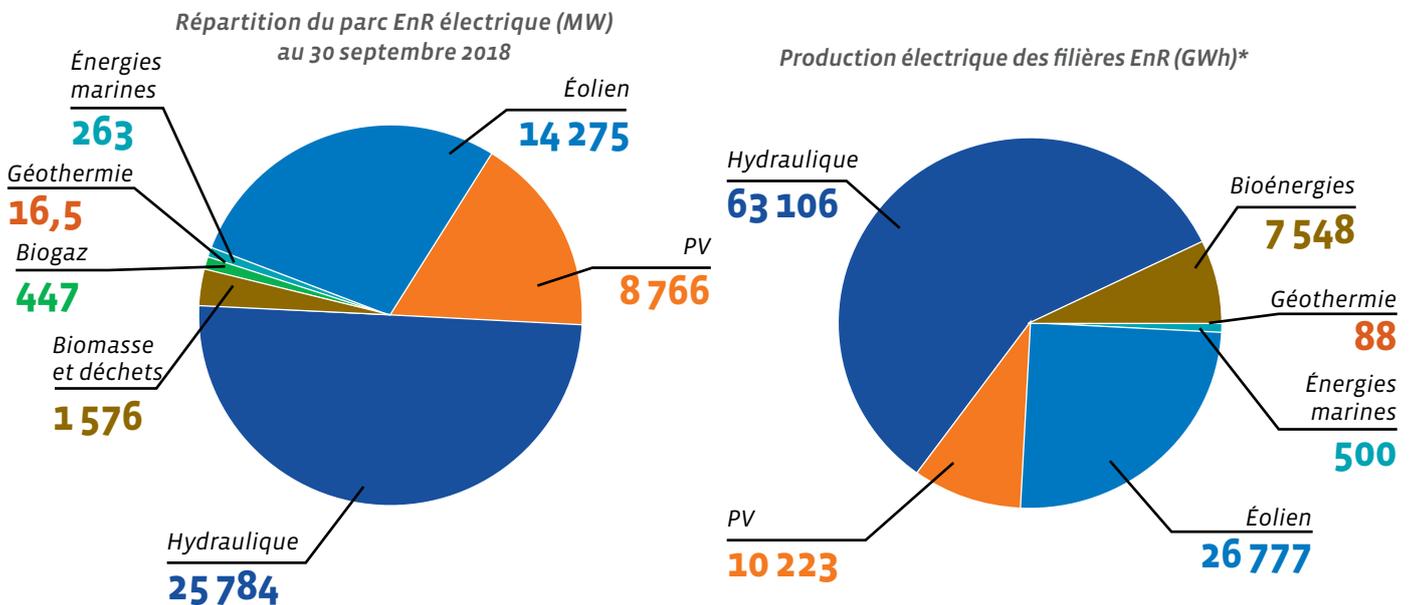
Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

TABLEAU DE BORD DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



EMPLOIS ET MARCHÉS 2017

	 Éolien	 PV	 Hydro-électricité	 Biomasse solide**	 Biogaz**	 Déchets**	 Énergies marines
Emplois	17 100	7 050	11 590	6 610	2 431	640	2 650
Chiffre d'affaires	5 183	4 688	3 100	1 319	690	222	500

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

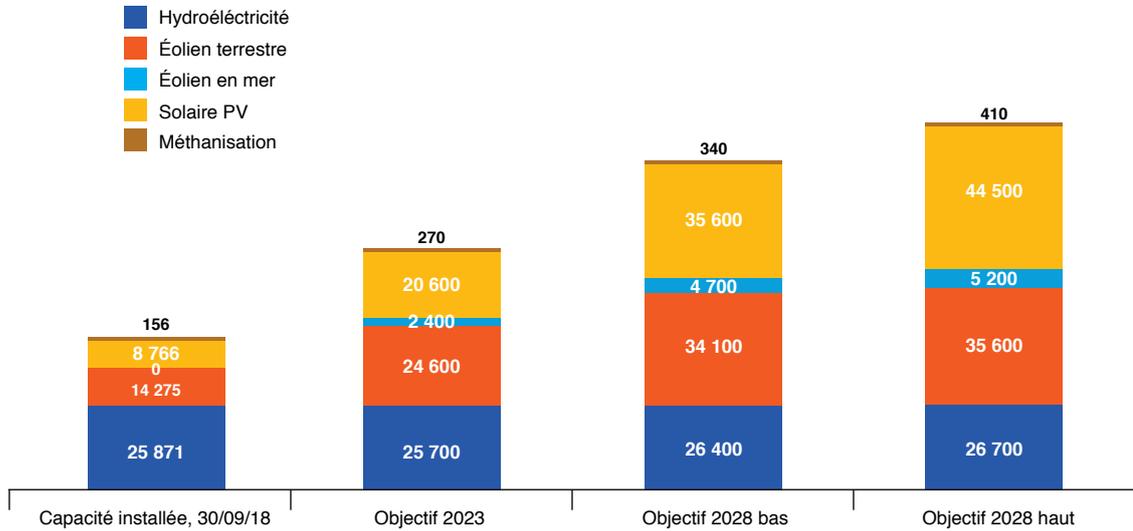
** Chiffres pour toutes valorisations confondues (électricité et chaleur).

Observ'ER

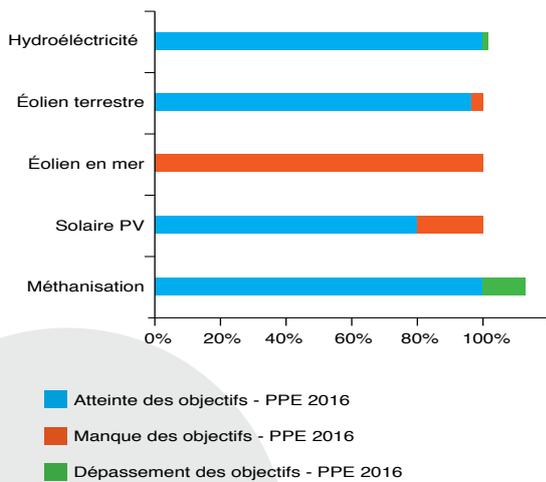
Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE 2018

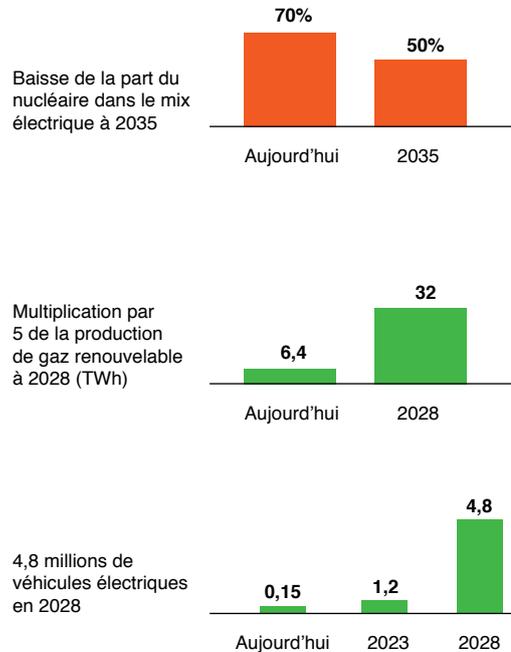
De 49 à 112 GW d'EnR électrique en dix ans (en MW)



Au 30 sept. 2018, toutes les filières n'avaient pas atteint les objectifs de la PPE 2016 pour 2018



Principaux éléments de la nouvelle PPE



Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LES OBJECTIFS D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE POUR LA FRANCE EN 2023 SERONT-ILS ATTEINTS ?

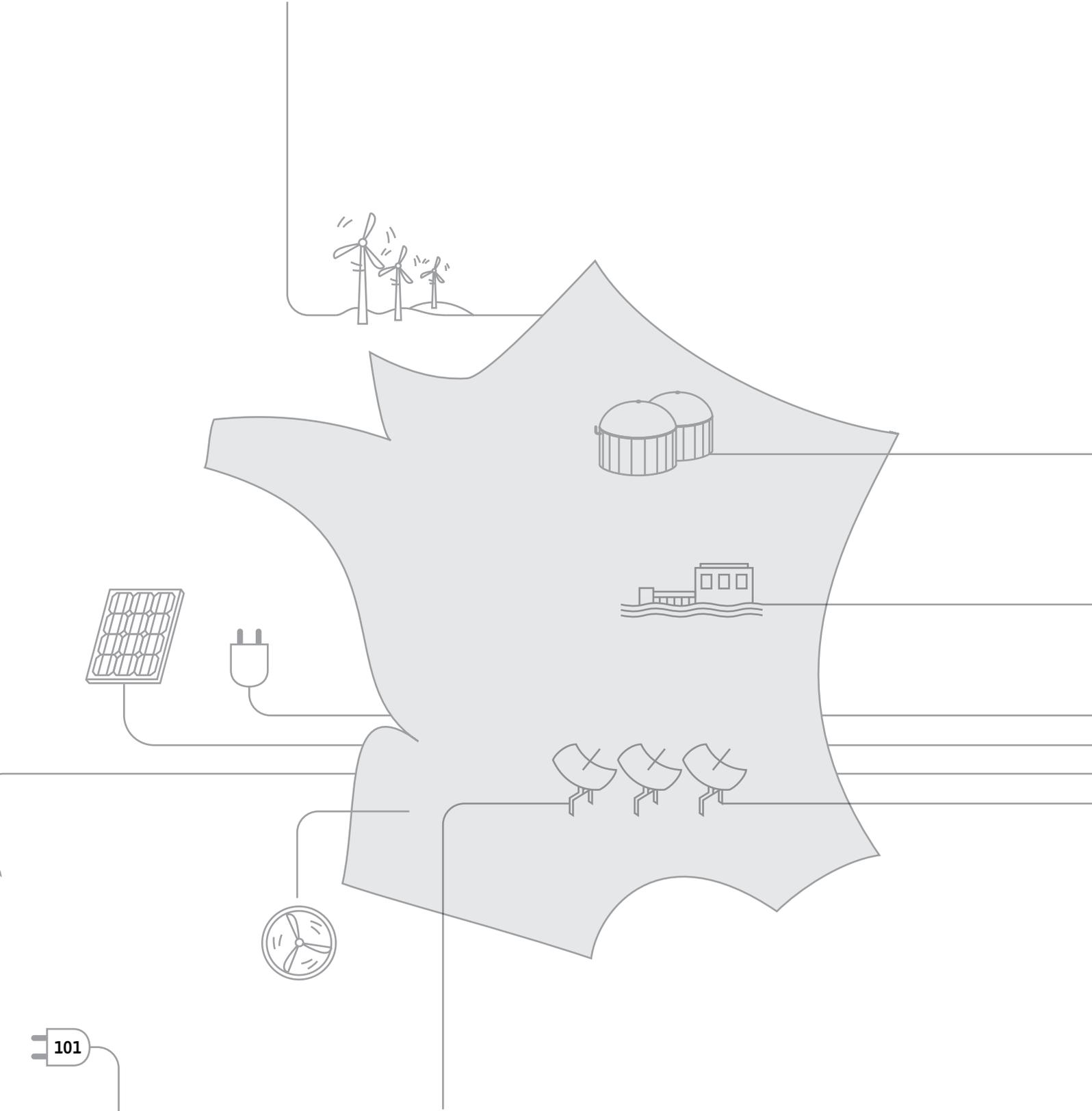
Filière	Objectif 2023 ¹	Situation actuelle	
Hydraulique	25 700 MW	25 784 MW fin sept. 2018	La PPE est réaliste par rapport aux projets en cours. La filière se maintient à son niveau actuel.
Éolien terrestre	24 600 MW	14 275 MW fin sept. 2018	La filière monte en puissance et devra atteindre le rythme de croisière de 2 GW par an. La levée de freins administratifs devraient l'aider, telle la suppression d'un degré de juridiction en cas de recours. La filière est satisfaite de ce nouvel objectif.
Solaire photovoltaïque	20 600 MW	8 766 MW fin sept. 2018	Les objectifs sont ambitieux et le gouvernement a marqué sa volonté de privilégier les fermes au sol. Il faudra cependant que la filière tienne un rythme de plus de 2 GW par an, soit un niveau jamais atteint par le secteur.
Biomasse solide	Entre 790 et 1 040 MW ²	592 MW fin oct. 2018	Objectif incertain. Il dépendra de la réussite des appels d'offres CRE pour la biomasse solide et de l'amélioration énergétique des sites d'incinération actuels.
Biogaz	270 MW (pour la partie méthanisation seule)	156 MW fin sept. 2018 (pour la partie méthanisation seule)	L'objectif n'est pas très ambitieux. La montée en puissance de la biométhanisation au détriment de la valorisation électrique pèse sur la réalisation des objectifs électriques.
Énergies marines	Éolien posé en mer : 2 400 MW Éolien flottant : 500 MW entre 2020 et 2022	263 MW fin sept. 2018	L'objectif est inférieur aux chantiers actuellement en cours. Les professionnels de la filière sont déçus, car ces objectifs sont bien en deçà de leurs attentes. Ils espèrent que la version finale de la PPE revienne à la hausse ce qui a été annoncé.
Géothermie	53 MW ²	16,5 MW fin 2018	L'objectif est atteignable car la filière vient d'initier un rythme d'essaimage qui aide à faire sortir les projets.
Solaire thermo-dynamique	-	9,75 MW fin 2018	Pas d'objectif dans la PPE. Cependant, l'enjeu n'est pas au niveau de la production nationale mais à l'export.

1. Objectifs issus de la programmation pluriannuelle de l'énergie d'octobre 2018.
2. Objectifs issus du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie de 2016.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Retour
au sommaire



LE DOSSIER DU BAROMÈTRE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

CHIFFRES CLÉS

Borne de recharge
pour voiture électrique.

Véhicules électriques en circulation
en France en septembre 2018

150 000

Part des véhicules électriques dans
les immatriculations neuves en 2017

1,2 %

Immatriculations de véhicules légers
électriques dans les 9 premiers mois de 2018

25 579

Nombre de bornes publiques de recharge
fin septembre 2018

23 155

Nombre total de bornes de recharges fin 2017

171 900

Responsable de près d'un tiers des émissions de gaz à effet de serre en France, le secteur des transports voit dans l'électrique une solution toute trouvée. Si les véhicules fonctionnant à l'électricité doivent théoriquement permettre de diminuer l'impact du secteur sur l'environnement, la mise en pratique s'avère toutefois plus complexe.

102

MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

MOBILITÉ ÉLECTRIQUE, DE QUOI PARLE-T-ON ?

La mobilité électrique consiste à substituer l'énergie électrique aux carburants conventionnels (essence et diesel) utilisés par les véhicules à moteur à explosion. Ce mouvement ne se limite pas aux seuls véhicules individuels. Il couvre également de nombreux autres modes de transport comme les bus, les camions routiers, les deux-roues motorisés, mais aussi des moyens bien plus récents et individuels comme les gyropodes ou les trottinettes.

De plus, les déplacements routiers ne sont pas les seuls concernés car les transports ferroviaires, aériens et maritimes sont en phase de mutation vers un mode

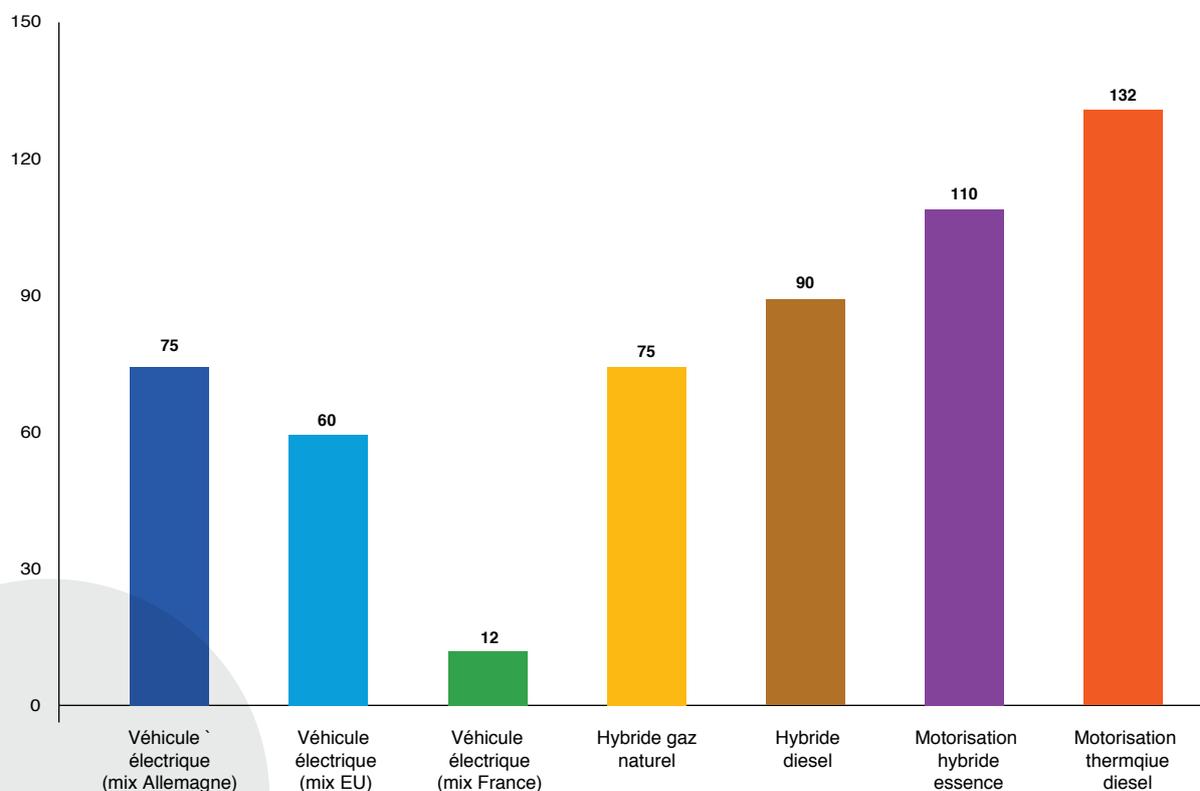
électrique. Cependant, le secteur des transports routiers étant l'un des premiers émetteurs de gaz à effet de serre et de particules fines, c'est logiquement dans ce domaine que les applications de mobilité électrique sont aujourd'hui les plus avancées. Le graphique n° 1 montre quels sont les niveaux d'émissions de CO₂ d'un véhicule roulant, en fonction de la technologie employée pour le propulser. Ces données prennent en compte toutes les émissions produites entre le moment de l'extraction de la source énergétique de référence et le moment où le véhicule utilise cette source énergétique pour rouler.



Graphique n° 1

Émissions de CO₂ du puits à la roue (en g/km)

Source : Observatoire Cetelem 2019, d'après l'Ifpen.



103

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Quels sont les principaux modèles vendus ?

D'après le baromètre du marché automobile électrique de l'Avere, en 2017, la voiture électrique individuelle la plus vendue a été la Renault Zoe (15 245 immatriculations), suivie de la Nissan Leaf (2 381 immatriculations), la BMW i3 (1 954 immatriculations), la Smart For Two (938 immatriculations), la Peugeot Ion (874 immatriculations) et la Tesla Model S (862 immatriculations).

Parmi les véhicules utilitaires, le Renault Kangoo est leader (2 546 unités), suivi de la Zoe (675 unités), du Peugeot Partner (660 unités), de la Nissan e-NV200 (597 unités), du Citroën Berlingo (586 unités) et du Goupil G4 (477 unités).

Enfin, sur le marché des véhicules hybrides rechargeables, Mercedes a immatriculé 2 112 GLC, 871 Volkswagen Golf GTE ont été mises sur la route, ainsi que 763 BMW 225 xe, suivies de 653 Volvo XC90, 608 Mini Countryman et 598 Volkswagen Passat.

Le bilan carbone d'un véhicule électrique est conditionné par l'origine de l'électricité qu'il consomme pour rouler. En la matière, la France dispose d'une production électrique faiblement carbonée en raison de son parc nucléaire et de la participation à hauteur de 19,2 %¹ des énergies renouvelables. Les transports seraient à l'origine de 36 % de émissions nationales de gaz à effet de serre.

UN DÉPLOIEMENT RAPIDE

Simple tendance dans les années 2000, la mobilité électrique constitue aujourd'hui un marché économique à part entière, qui se développe à grande vitesse. Les véhicules électriques peuvent être classés en deux catégories : les véhicules hybrides rechargeables (VHR), mélangeant motorisation électrique rechargeable et thermique, et les véhicules 100 % électriques (VE). Ces derniers fonctionnent grâce à une batterie.

En 2017, 24 910 véhicules électriques avec batterie et 11 868 véhicules hybrides rechargeables² ont été vendus en France. Il roule actuellement environ 150 000 véhicules hybrides ou totalement élec-

triques en France. S'ils ne représentent aujourd'hui qu'une faible part du parc automobile national (0,4 % environ), leur croissance est rapide. D'ici 2035, Enedis estime que le parc de véhicules hybrides ou électriques devrait être compris entre 3 et 9 millions d'autos. Pour sa part RTE avance une fourchette plus large comprise entre 3,5 et 15,6 millions.

Totalement lié au développement du parc de véhicules électriques, l'un des grands défis de la mobilité électrique est l'alimentation des futurs bataillons en circulation par un réseau de bornes de recharge. Si la création d'un tel réseau est considérée comme un prérequis indispensable pour lever les barrières psychologiques liées à la peur de la panne, la multiplication des bornes est un véritable challenge pour les gestionnaires de réseau. Ainsi, en termes de puissance, 1 million de véhicules électriques se chargeant simultanément en

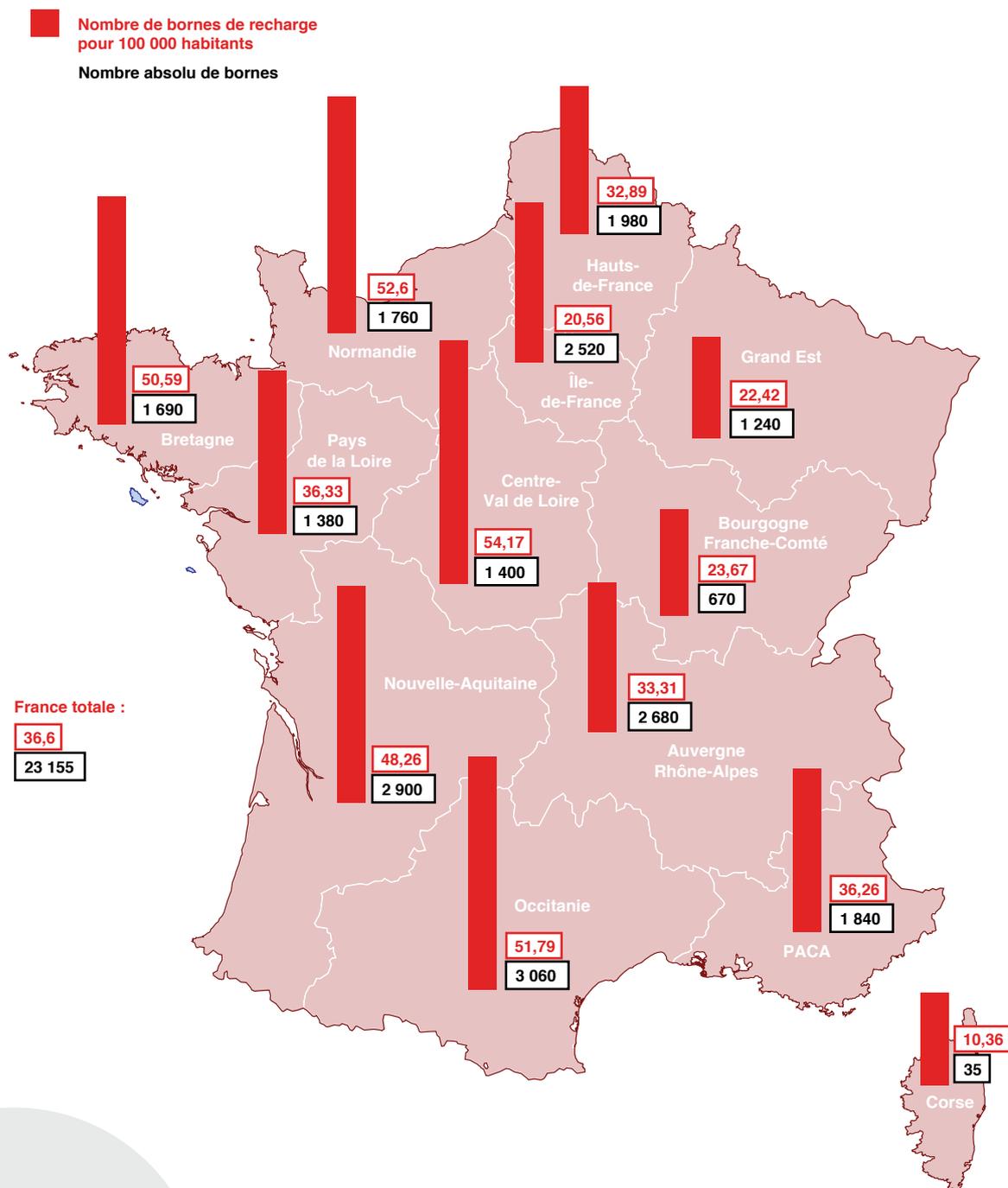
1. Chiffre pour 2016.

2. "Panorama des politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions", France Stratégie, mai 2018.

Carte n° 1

Répartition régionale des bornes de recharge publiques de véhicules électriques à fin septembre 2018

Source : Gireve 2018.



mode accéléré équivaut à un appel de puissance de 22 GW, soit 22 % du parc électrique de l'Hexagone. Il n'est donc pas imaginable d'intégrer tous ces véhicules sans anticiper leurs impacts sur le réseau. De plus, la problématique ne se résume pas uniquement au volet puissance. La qualité de l'électricité est également au centre des réflexions des gestionnaires de réseau. Lorsque 20 bornes chargent en même temps, et parfois à des niveaux de charge différents (voir tableau n° 1), on assiste à des phénomènes de résonance qui s'amplifient et qui peuvent engendrer des creux de tension sur le réseau. En France, les pouvoirs publics ont posé une règle qui repose sur un double objectif : un point de recharge pour 5 à 6 véhicules et au minimum un point de recharge pour 10 véhicules dans tous les départements.

À fin septembre 2018, l'Avere dénombrait 23 155 bornes de charge publiques réparties sur 10 060 stations dans l'Hexagone. Rappelons néanmoins que les points de charge publics ne représentent que 10 % des prises installées dans le pays. Les bornes installées chez les particuliers restent les principales sources d'approvisionnement des véhicules devant les bornes en entreprise (environ 150 000 à elles deux fin 2017). À l'horizon 2030, les objectifs annoncent 700 000 bornes sur l'espace public français pour environ 6 millions de points de charge résidentiels et tertiaires privés. Un programme ambitieux mais qu'il faut prendre avec prudence car il n'est pas le premier du genre. Défini en 2009 dans la foulée du Grenelle de l'environnement français, le plan national pour



Tableau n° 1

Différents modes de recharge

Source : Enedis.

Modes	Durée de chargement	Appel de puissance électrique
Charge normale	1 heure de recharge pour 20 à 30 km d'autonomie, 7 à 8 heures pour une recharge totale	De 3 à 7 kVA Équivalent à un chauffe-eau
Charge accélérée	1 heure pour une recharge totale, soit 120 à 170 km d'autonomie	22 kVA Équivalent à 20 machines à laver le linge
Charge rapide	30 minutes pour une recharge totale	43 kVA en courant alternatif 54 kVA en courant continu Équivalent à un immeuble de 10 logements
Charge ultra-rapide (pour les véhicules spécifiques)	30 minutes pour récupérer 270 km	120 kVA Équivalent à deux immeubles de 10 logements

Gireve tisse la toile entre les réseaux de charge

Créé en 2013 à l'initiative de Renault, EDF, Enedis, la CNR et la CDC, le Groupement pour l'itinérance de la recharge électrique des véhicules (Gireve) accompagne la montée en puissance du véhicule électrique et de son nécessaire support, l'infrastructure de recharge. Mais en guise de réseau national, c'est encore d'un patchwork dont doivent se contenter les usagers, d'où la mission du Gireve d'harmoniser le tout.

Gireve poursuit un triple objectif : recenser les bornes de recharge accessibles au grand public, en France et en Europe, réaliser leur interopérabilité et permettre leur suivi en temps réel. Le but est de rendre l'usage de la voiture électrique le plus simple possible pour les automobilistes. Il faut en effet savoir que s'il existe plus de 23 000 bornes de recharge actuellement en France, elles sont en réalité connectées à des réseaux différents qui ne communiquent pas encore tous entre eux. On recense plus de 60 réseaux (national, régional ou local) de bornes en France, et les clients/abonnés d'un réseau d'infrastructures de recharge n'ont pas forcément la possibilité d'utiliser un autre réseau sans contracter un nouvel abonnement. La fluidification de l'utilisation de ces réseaux est désignée par le terme "interopérabilité". En la matière, l'un des premiers faits marquants du Gireve avait été en 2016 l'ouverture du réseau Corri-Door, 200 points de recharge rapide accessibles à tout opérateur tiers ayant opéré des accords d'itinérance avec Sodetrel, l'entreprise qui gère ce réseau. Toute utilisation du réseau Corri-Door déclenche alors sur la plateforme Gireve des échanges en temps réel entre opérateurs pour que chacun se rémunère sur les services délivrés à des abonnés qui ne sont pas les siens, un peu sur le modèle du Groupement des cartes bancaires. Au-delà de l'interopérabilité des réseaux, le Gireve donne également la possibilité aux automobilistes de connaître en temps réel la disponibilité, ou non, d'un point de charge.

le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables ciblait 2 millions de VE en 2020, et 75 000 points de charge publics auraient dû être en service en 2015. Soit un chiffre plus de trois fois supérieur à la situation fin 2018.

À LA RECHERCHE DU BON BUSINESS MODEL

Autre problématique posée par le maillage territorial des points de recharge, celle de son financement. Si, dans un premier temps, la participation des pouvoirs publics est essentielle pour initier un mouvement

et définir les premières règles d'organisation, les acteurs sont en train de rapidement prendre le relais. Prudents il y a encore quelques années, fonds d'investissement, électriciens, industriels ou pétroliers se livrent à une course à l'acquisition de sociétés spécialisées dans l'installation et l'exploitation de bornes de recharge. Parmi les acteurs français, EDF s'engage de plus en plus dans le secteur des bornes de recharge. En début d'année 2018, l'électricien a signé un important contrat avec

l'agglomération du Grand Lyon, par l'intermédiaire de sa filiale Sodetrel, pour l'installation de 600 points de charge standard (moins de 22 kW) et de 31 points de charge rapide (50-150 kW) dans 59 communes. Depuis, EDF a réaffirmé sa volonté de devenir un acteur majeur de ce nouveau secteur en dévoilant un plan mobilité électrique d'envergure. D'ici à 2022, le groupe vise à l'installation de 75 000 bornes réparties sur quatre pays : France, Grande-Bretagne, Italie et Belgique. Dans un premier temps, EDF va lancer sur le terrain une offre commerciale intégrée comprenant la fourniture d'électricité "bas carbone" (nucléaire et EnR), une solution de recharge pour les clients disposant d'une place de parking et des services pour optimiser la recharge et l'usage de la batterie. EDF veut donc se propulser à la tête du peloton des opérateurs de recharge en Europe, un marché très concurrentiel où d'autres énergéticiens (Engie, E-ON...), des constructeurs automobiles ou des groupes pétroliers (Total ou Shell au travers de leur réseaux de stations-service) sont également très actifs.

Le fonds français Meridiam (6 Mds€ sous gestion), à travers sa filiale Meridiam Transition, a racheté l'entreprise Allego, intégrateur et exploitant de bornes de recharge pour véhicules électriques. Allego a déjà installé 8 000 bornes de recharge de VE pour des collectivités et des entreprises en Europe et elle a noué des accords avec Total en Belgique, pour 37 stations de recharge (43 à 50 kW), et signé un partenariat avec Shell pour la mise en place de bornes de recharge électrique rapide dans les stations du pétrolier aux Pays-Bas. L'engouement pour le secteur d'activité des bornes de recharge ne doit pas masquer un point essentiel : le business model

de ce secteur n'est pas encore bien défini. Les 23 155 bornes actuellement en activité représentent, selon l'Avere, en moyenne un point de charge pour 6,5 VE. Un ratio largement supérieur à ce que préconise l'Union européenne (1 borne pour 10 VE) et qui explique leur faible taux d'utilisation, donc leur faible rentabilité, bien qu'aucune donnée officielle ne soit publiée sur ce point. La difficulté de rentabiliser ces installations par leurs seuls revenus d'exploitation, sauf à afficher des tarifs élevés, pousse leurs propriétaires à trouver des solutions innovantes pour réduire les prix. La chute des coûts des énergies renouvelables et le développement de l'autoconsommation ouvrent la voie au développement d'un modèle où le VE ne serait plus seulement un moyen de transport, mais aussi une source de stockage d'électricité pour équilibrer un réseau électrique (vehicule-to-grid - V2G), voire la balance énergétique d'un foyer (vehicule-to-home - V2H).

LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES EN SOUTIEN DU RÉSEAU ?

Dans la mesure où un véhicule particulier passe la majorité de son temps en stationnement (selon EDF, 50 % des véhicules stationnent en permanence au domicile et 69 % des actifs restent garés 6 heures par jour en moyenne sur un emplacement réservé), sa batterie embarquée pourrait permettre de stocker de l'énergie. Le réseau pourrait alors utiliser dans la batterie l'électricité nécessaire pour répondre aux fortes demandes (lors de la pointe de consommation du début de soirée par exemple) ou pour pallier un manque ponctuel de production (lorsque la météo ne permet pas

d'exploiter les énergies renouvelables par exemple). On parle alors de véhicule-to-grid. En France, le Commissariat général au développement durable (CGDD) a publié l'été dernier un rapport visant à quantifier la valeur du service qu'apporte une batterie au système électrique, en prenant en compte les contraintes liées au VE. Les éléments d'appréciation de la valeur "smart grid" correspondent à la somme des revenus de trois services réseau principaux. Le service énergie, qui consiste à vendre l'électricité contenue dans la batterie sur le marché spot lorsque les cours sont élevés et à la racheter inversement lorsqu'ils sont bas. Le service capacité, qui correspond à la valeur assurantielle de la batterie sur le marché de capacité. Enfin, le service d'équilibrage court terme (réserves primaires et secondaires). Bien qu'il n'existe pas pour l'heure de participation de batteries, cela pourrait s'envisager. Il en ressort que la valeur totale d'une batterie de VE offrant des services au réseau français s'élèverait à environ 420 € par an. Les services d'équilibrage de court terme seraient la principale source de création de valeur (250 € par an), alors que les services énergie ne rapporteraient que 110 € (en raison des prix spot bas), et ceux liés à la capacité à peine 60 € par an.

Cependant, l'usage principal d'un véhicule est la mobilité. Il doit donc être en capacité de rouler à tout moment si le propriétaire en a le besoin. Les modèles véhicule-to-grid impliqueraient de fortes incitations financières pour que l'utilisateur accepte de prendre le risque de ne pas pouvoir utiliser son véhicule à certains moments. De plus, il faut un fort niveau de technicité pour agréger des sources diffuses de stockage sous la forme de millions de points de charges et décharges.

Malgré les incertitudes, des offres existent. Engie propose par exemple depuis 2017 Elec'Car, une offre d'électricité verte dédiée aux propriétaires particuliers de VE. En échange de recharges en heures creuses (au moins 29 % du total), les clients bénéficient d'une réduction de 50 % par kWh. De son côté, Renault a pris en octobre dernier une participation de 25 % dans la start-up hollandaise Jedlix, qui a conçu une application mobile pour recharger un véhicule au moment où la production EnR est abondante. Cela a permis au constructeur français de lancer sa propre application : ZE Smart Charge. Elle assure la recharge minimum décidée par l'utilisateur et gère ensuite le reste en fonction des besoins réseau. Là encore, l'automobiliste reçoit chaque mois une somme. Il est encore difficile de savoir si cette approche serait suffisante pour créer une activité qui permettrait de déployer à grande échelle des bornes de recharge.

Certaines applications font même un lien direct entre énergie renouvelable et mobilité électrique. Ainsi, l'entreprise Driveco a conçu un "Parasol photovoltaïque" qui associe production d'énergie solaire, stockage, smart grid et recharge de batteries. Il s'agit de structures de 29 kW qui peuvent accueillir 8 véhicules électriques pour les recharger de manière simultanée. Si de l'électricité est produite en surplus, elle peut être stockée pour être utilisée la nuit ou par mauvais temps, voire être réinjectée sur le réseau. Une telle installation demande un pilotage fin de l'équilibre entre l'offre et la demande, ce qui correspond à la partie smart grid. L'esthétique de ce produit est signée Peugeot Design Lab et l'Ines a aidé à la conception de cette

partie smart grid. Deux modèles de Parasol photovoltaïque sont actuellement utilisés dans une région particulièrement ensoleillée : la Corse

VE + SMARTHOME = LA COMBINAISON GAGNANTE ?

Une autre piste de création de valeur est celle de l'intégration du véhicule électrique dans les maisons connectées. On

parle alors de véhicule-to-home (V2H). L'idée est ici de disposer de la capacité de la batterie d'un véhicule électrique pour stocker une production d'énergie destinée à être autoconsommée. Selon l'étude "La flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie d'ici les années 2030" du Comité de prospective de la CRE, si chaque véhi-



Toutes les bornes mènent à Rome

La voiture électrique et les expérimentations technologiques qu'elle permet inspirent quantité d'expériences. La société allemande MotionWerk, associée à de nombreux opérateurs électriques européens³, a ainsi organisé fin novembre 2017 une expérience de déplacement longue distance en voiture électrique. Baptisé Oslo2Rome, cet événement avait pour objectif de démontrer l'interopérabilité des réseaux de recharge européens grâce à la technologie des blockchains. Pour rappel, la blockchain consiste en une base de données informatiques partagées, fournissant un moyen transparent et sécurisé d'effectuer, d'enregistrer et de vérifier tous types de transactions. Ces transactions ne sont pas nécessairement financières, il peut s'agir de tout type d'échange d'informations, de données, de valeurs entre deux parties, la blockchain étant le tiers de confiance numérique qui authentifie et gère l'échange. Dans le monde des énergies renouvelables, le principe de la blockchain a notamment été appliqué à des projets d'autoconsommation collective d'électricité photovoltaïque.

L'expérimentation s'est déroulée les 29 et 30 novembre 2017, notamment entre plusieurs villes de l'est de la France et d'Allemagne. Des conducteurs tests de véhicules électriques ont utilisé une application dédiée, baptisée Share&Charge, qui leur indiquait l'emplacement des bornes issues des réseaux des sociétés partenaires du projet situées sur leur parcours. Pendant leur trajet, ils ont payé leur recharge via un portefeuille virtuel e-mobility qui s'appuie sur la crypto-monnaie Ethereum. Cela a permis aux conducteurs de se recharger à n'importe quelle borne et sans se soucier du fournisseur ni du mode de paiement. C'est la première expérience de ce genre en conditions réelles et à l'échelle internationale. Les premiers voyages ont été concluants et le projet est d'étendre ce dispositif afin d'atteindre la plus grande interopérabilité possible, tout du moins à l'échelle européenne.

3. Sodetrel, filiale du groupe EDF, Elaad (Pays-Bas), Enexis Group, enviaM et Innogy (Allemagne), VKW (Autriche) et Fortum (Finlande)

cule électrique peut délivrer une puissance de 2 kW, alors, à 2035, la France disposera d'une réserve de puissance équivalente à 11 à 30 GW disponibles. Dans certaines conditions, cela pourrait permettre d'éviter le renforcement de certains réseaux de transport et aider à la gestion des pointes de demande.

Le cas typique d'application du V2H est le stockage de la production de capteurs photovoltaïques pendant une période où aucun besoin de consommation n'existe dans l'habitation. L'énergie est ensuite déstockée plus tard dans la journée. C'est sur cette idée que l'Américain Tesla a commencé à proposer à ses clients des packs panneaux photovoltaïques associés à une batterie et à un véhicule électrique. Grâce à la chute des cours des batteries, des offres similaires sont apparues pour intégrer le VE dans le pilotage des consommations résidentielles. En France, la filiale d'EDF spécialisée dans la maison connectée, Sowe, s'est lancée sur le marché des bornes de recharge de véhicules électriques avec un appareil de 7 kW. La charge du VE peut être pilotée à distance ou automatiquement en fonction de l'équilibre offre/demande du foyer.

Par ailleurs, l'intérêt des constructeurs automobiles est également lié à l'opportunité de recyclage de leurs batteries de VE. En effet, après sept ou huit ans en moyenne, les batteries de VE ne répondent plus aux exigences de l'automobile, mais ne sont pas pour autant inutiles. Leur réutilisation pour du stockage stationnaire dans un bâtiment est l'une des pistes privilégiées pour prolonger leur utilisation. Ainsi, on estime à 10 GWh le potentiel de stockage des batteries de VE actuellement en circulation.

Tous ces projets et idées sont davantage

à des étapes de démonstrateurs ou de tests grandeur nature qu'à celles d'offres parfaitement matures. La taille actuelle du parc de voitures électriques en France rend difficile l'atteinte d'un équilibre financier. De plus, l'une des difficultés spécifiques à la France est liée au prix particulièrement bas de l'électricité. Le concept de véhicule-to-home lancé par Tesla a peut-être du sens en Californie, où le coût de l'électricité est élevé et l'autoconsommation plus répandue qu'en Europe. En France, les prix sont bien moindres et leur variation horaire est insuffisante pour créer un véritable signal prix pour décaler la charge.

Les services énergétiques rendus par les véhicules électriques, vers les réseaux ou les bâtiments, sont encore émergents mais ils sont stratégiques, car ils préfigurent les solutions de demain.

SANS OUBLIER L'HYDROGÈNE

Il existe une alternative à la batterie électrique : l'hydrogène. Le gaz joue alors le rôle de vecteur énergétique. L'hydrogène peut être produit à partir d'électrolyse de l'eau et donc de façon totalement décarbonée si c'est en valorisant des surplus d'électricité renouvelable (éolien et photovoltaïque principalement).

Dans un véhicule, l'hydrogène est stocké dans un réservoir afin d'alimenter directement un moteur thermique spécifique ou de permettre de produire de l'électricité dans des piles à combustible en ne rejetant que de l'eau. Sur le plan des performances, les résultats sont intéressants. Par rapport à la batterie, le véhicule à piles à combustible peut offrir une autonomie bien plus importante.

Toutefois, la mobilité hydrogène se situe

MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

actuellement dans une phase de décollage encore plus en amont que la mobilité électrique. Les prix des véhicules à hydrogène sont élevés (de l'ordre de 75 000 euros pour les modèles exposés au dernier Mondial de l'auto à Paris) et les stations de recharge encore rares. Les quelques constructeurs commercialisant ces véhicules sont essentiellement japonais et coréens (Hyundai, Honda et Toyota). La demande privée est quasi inexistante. Autre point, l'hydrogène peut être produit à partir de surplus d'électricité éolienne ou photovoltaïque. C'est alors un vecteur qui fait office de stockage d'une énergie électrique qui sera consommée in fine sous une autre forme. Cependant, l'hydrogène est actuellement produit à 95 % par vaporeformage de gaz naturel.

Actuellement, le segment de marché le plus porteur pour les véhicules hydrogène est celui des utilitaires et des poids lourds. Il y a donc une complémentarité avec les technologies électriques sur batteries, qui ont moins de facilités à pénétrer ces deux marchés. La filière est soutenue au niveau gouvernemental, puisqu'un plan straté-

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.averre-france.org
- ✓ www.avem.fr
- ✓ www.afhypac.org
- ✓ www.ifpenergiesnouvelles.fr
- ✓ www.gireve.com

gique d'accompagnement de l'hydrogène a été annoncé par le ministère de la Transition écologique et solidaire en juin 2018. Il fixe un objectif de 5 000 véhicules à hydrogène en circulation d'ici 2023 et l'installation de 100 stations de recharge pour eux. Les véhicules visés prioritairement sont les utilitaires (taxis, engins de chantiers) et les lourds (bus, cars, camions). Le plan fixe également l'objectif de 10 % de part d'hydrogène vert, produit à partir de procédés renouvelables. Au-delà du véhicule routier, la SNCF a annoncé investir dans l'hydrogène pour remplacer le diesel. Les premières expérimentations de trains à hydrogène devraient commencer en 2022. ●



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **GIREVE**
groupement
pour l'itinérance
de la recharge
électrique des
véhicules

1 Quel est le rôle des régions dans le déploiement des bornes de recharge ? Avez-vous des exemples de régions actives ?

Les régions, et plus globalement les acteurs publics comme les syndicats d'énergie, sont les principaux aménageurs de bornes de recharge en France, c'est-à-dire qu'ils sont à l'origine des projets d'installation de bornes de recharge accessibles au public sur les territoires. Au recensement du mois de septembre 2018, 67% des stations de recharge étaient opérées par des collectivités territoriales, et elles couvraient 70 % des territoires. Les régions du Sud-Ouest et l'île de France sont les plus actives.

2 Où en est-on dans l'interopérabilité des bornes de recharge en France ?

Le nombre de points de recharge accessibles au public en France continue d'augmenter, avec une hausse de 24 % entre septembre 2017 et décembre 2018 (15 mois), pour atteindre 24 780 points. Comme ces nouvelles infrastructures sont très majoritairement interopérables, l'in-

teropérabilité globale progresse encore plus rapidement : on constate une hausse de plus de 80 % du nombre de points de recharge ouverts à l'itinérance sur la même période, sachant, par exemple, que près de 80 % des bornes installées dans le cadre du Plan d'Investissements d'Avenir depuis 2014 sont ouvertes à l'itinérance (ce qui laisse quand même 20 % des bornes installées non conformes à la réglementation). Il faut donc se féliciter du fait qu'en France, l'interopérabilité a été déployée en un temps record, pour le plus grand bénéfice des usagers de la mobilité électrique. L'enjeu aujourd'hui est de créer plus de partenariats entre acteurs européens pour faciliter la recharge transfrontalière et la recharge à l'étranger. Les opérateurs ont également pour enjeu d'améliorer leurs services aux utilisateurs en situation d'itinérance.

3 Quels sont les business models des opérateurs dits « de mobilité », possibles ?

Les opérateurs de mobilité délivrent des solutions de mobilité en B2C. S'agissant de la mobilité électrique, les services de ce type émergent tout juste. En général, ils permettent a minima l'accès aux réseaux de recharge... et pourraient en plus en proposer d'autres à l'avenir : faciliter la réservation de places de parking, accompagner des solutions de leasing de la batterie ou du véhicule, etc. Pour l'accès aux réseaux de recharge, ce type d'acteur doit conclure des accords d'itinérance avec les opérateurs d'infrastructure de recharge, ce qu'encouragent ou rendent obligatoire certaines réglementations européennes. C'est là qu'une plateforme d'agrégation telle que GIREVE trouve toute sa valeur, facilitant la contractuali-

MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

sation et la connexion technique des opérateurs entre eux. Aujourd'hui la plupart des opérateurs de mobilité facturent une commission sur la session de recharge mais il est fort probable qu'à l'avenir, se mettront en place des achats de minutes de charge ou de kWh en gros, voire peut-être des enchères inversées. Là aussi, une plateforme centralisée sera très utile. ●

114

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Retour
au sommaire

PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

PANORAMA RÉGIONAL

En 2016, les puissances électriques renouvelables raccordées ont progressé de 6,7 % par rapport à 2015. Sur les trois premiers trimestres de 2017, l'augmentation a été de 3,9 %. L'hydraulique reste la première filière de production d'électricité renouvelable avec un peu moins de 60 % du parc, mais sa capacité totale ne s'accroît pratiquement

plus. L'éolien est le secteur qui a le plus progressé en 2017 avec 1180 MW. Vient ensuite le photovoltaïque, avec 550 MW de raccordements supplémentaires. Le premier parc région français reste celui d'Auvergne Rhône-Alpes, essentiellement grâce à ses installations d'hydroélectricité.



Tableau n° 1

Puissances régionales électriques renouvelables par source d'énergie renouvelable en 2017 (en MW)

Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis.

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Bio- masse solide et déchets	Biogaz	Géo- thermie	EMR	Total
AUVERGNE RHÔNE-ALPES	11 608	500	777	137	35	0	0	13 057
OCCITANIE	5 386	1 399	1 608	109	36	0	0	8 538
GRAND EST	2 305	3 102	470	152	43	1,5	0	6 074
NOUVELLE-AQUITAINE	1 763	875	2 044	253	44	0	0,04	4 979
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR	3 261	50	1 110	264	28	0	0	4 713
HAUTS-DE-FRANCE	4	3 262	135	138	44	0	0	3 583
BRETAGNE	277	973	205	43	22	0	249	1 769
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ	521	640	240	23	15	0	0	1 439
CENTRE-VAL DE LOIRE	92	993	240	63	13	0	0,04	1 401
PAYS DE LA LOIRE	9	822	462	37	34	0	0	1 364
NORMANDIE	50	726	131	88	26	0	14	1 035
ÎLE-DE-FRANCE	19	70	90	225	75	0	0	479
CORSE	223	18	147	0	2	0	0	390
LA RÉUNION	138	15	189	0	4	0	0	346
GUYANE	119	0	46	2	0	0	0	167
GUADELOUPE	11	26	70	0,6	0	15	0	123
MARTINIQUE	0	1	66	1,5	1	0	0	70
MAYOTTE	0	0	15	0	0	0	0	15
Total par filière	25 786	13 472	8 045	1 536	422	16,5	263	49 541

Tableau n° 2

Puissances régionales électriques renouvelables par filière au 30 septembre 2018 (en MW)

Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis.

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Bio- masse solide et déchets	Biogaz	Géo- thermie	EMR	Total
AUVERGNE RHÔNE-ALPES	11 611	548	901	136	36	0	0	13 232
OCCITANIE	5 388	1 460	1 784	108	37	0	0	8 777
GRAND EST	2 307	3 199	483	161	53	1,5	0	6 205
NOUVELLE-AQUITAINE	1 763	930	2 237	263	44	0	0	5 237
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR	3 258	50	1 209	263	29	0	0,04	4 809
HAUTS-DE-FRANCE	4	3 574	149	137	42	0	0	3 906
BRETAGNE	276	1 014	211	43	23	0	249	1 816
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ	93	1 064	265	63	13	0	0,04	1 498
CENTRE-VAL DE LOIRE	521	656	251	42	19	0	0	1 489
PAYS-DE-LA-LOIRE	9	883	489	36	35	0	0	1 452
NORMANDIE	43	767	151	88	28	0	14	1 091
ÎLE-DE-FRANCE	20	70	97	232	76	0	0	495
CORSE	223	18	152	0	2	0	0	395
LA RÉUNION	138	15	190	0	4	0	0	347
GUYANE	119	0	46	2	0	0	0	167
GUADELOUPE	11	26	70	0,6	5	15	0	128
MARTINIQUE	0	1	66	1,5	1	0	0	70
MAYOTTE	0	0	15	0	0	0	0	15
Total par filière	25 784	14 275	8 766	1 576	447	16,5	263	51 128

117

En 2017, les puissances électriques renouvelables raccordées en France ont augmenté de 6,4 % par rapport à 2016. Sur les trois premiers trimestres de 2018, la progression a été de 3,2 %. L'hydraulique reste la première filière de production d'électricité renouvelable avec un peu plus de 50 % du parc, mais sa capacité totale ne progresse pratiquement plus. L'éolien est le secteur

qui s'est le plus développé en 2018 avec 803 MW nouvellement raccordés en neuf mois. Vient ensuite le photovoltaïque avec 721 MW de puissance supplémentaire. Le premier parc régional français reste celui d'Auvergne Rhône-Alpes, essentiellement grâce à ses installations d'hydroélectricité.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Tableau n° 3

Productions régionales électriques renouvelables en 2017 (en GWh)

Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis.

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Biomasse solide et déchets	Géo- thermie	EMR	Total
AUVERGNE RHÔNE-ALPES	20 792	1 008	661	891	0	0	23 352
OCCITANIE	7 369	5 562	580	506	8	0	14 025
GRAND EST	7 892	3 131	570	2 082	0	0	13 675
NOUVELLE-AQUITAINE	7 912	118	782	1 528	0	0	10 340
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR	2 844	1 202	1 442	2 473	0	0	7 961
HAUTS-DE-FRANCE	11	5 562	765	131	0	0	6 469
BRETAGNE	538	1 544	273	207	0	500	3 062
BOURGOGNE FRANCHE- COMTÉ	68	1 915	333	267	0	0	2 583
CENTRE-VAL DE LOIRE	11	1 347	312	481	0	0	2 151
PAYS-DE-LA-LOIRE	637	1 100	140	236	0	0	2 113
NORMANDIE	127	1 293	320	130	0	0	1 870
ÎLE-DE-FRANCE	59	91	834	75	0	0	1 059
CORSE	464	18	17	260	0	0	759
LA RÉUNION	377	22	8	182	0	0	589
GUYANE	437	0	12	55	0	0	504
GUADELOUPE	34	52	0	94	80	0	260
MARTINIQUE	0	1	28	82	0	0	111
Total par filière	49 572	23 966	7 077	9 680	88	500	90 883

Tableau n° 4

Productions régionales électriques renouvelables d'octobre 2017 à septembre 2018 (en GWh)

Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis.

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Biomasse solide et déchets	Géo- thermie	EMR	Total
AUVERGNE RHÔNE-ALPES	26 879	1 073	732	1 019	0	0	29 703
OCCITANIE	11 953	3 238	559	2 234	0	0	17 984
GRAND EST	7 532	6 119	739	544	0	0	14 934
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR	10 145	108	1 003	1 656	0	0	12 912
NOUVELLE-AQUITAINE	4 221	1 540	1 365	2 866	0	0	9 992
HAUTS-DE-FRANCE	14	6 688	808	146	0	0	7 656
BRETAGNE	543	1 715	323	221	0	500	3 302
CENTRE-VAL DE LOIRE	153	1 967	349	304	0	0	2 773
PAYS-DE-LA-LOIRE	916	1 259	152	283	0	0	2 610
BOURGOGNE FRANCHE- COMTÉ	20	1 498	311	537	0	0	2 366
NORMANDIE	130	1 437	353	145	0	0	2 065
ÎLE-DE-FRANCE	39	118	845	85	0	0	1 087
CORSE	561	17	9	183	0	0	770
Total par filière	63 106	26 777	7 548	10 223	0	500	108 154

En 2017, la production électrique d'origine renouvelable a été de 90 883 GWh pour l'ensemble des territoires français. Ce chiffre est en progression de 12,3 % par rapport à 2016. Les niveaux de production sont très variables d'une année sur l'autre, car guidés par les résultats de la filière hydroélectrique, elle-même dépendante de la pluviométrie annuelle. Ainsi, 2018 s'annonce bien meilleure que la précédente puisque sur les douze mois glissants, d'octobre 2017 à fin septembre 2018, la production du secteur hydraulique affiche un niveau en nette augmentation (+ 27 %), proche de celui de 2016.

119

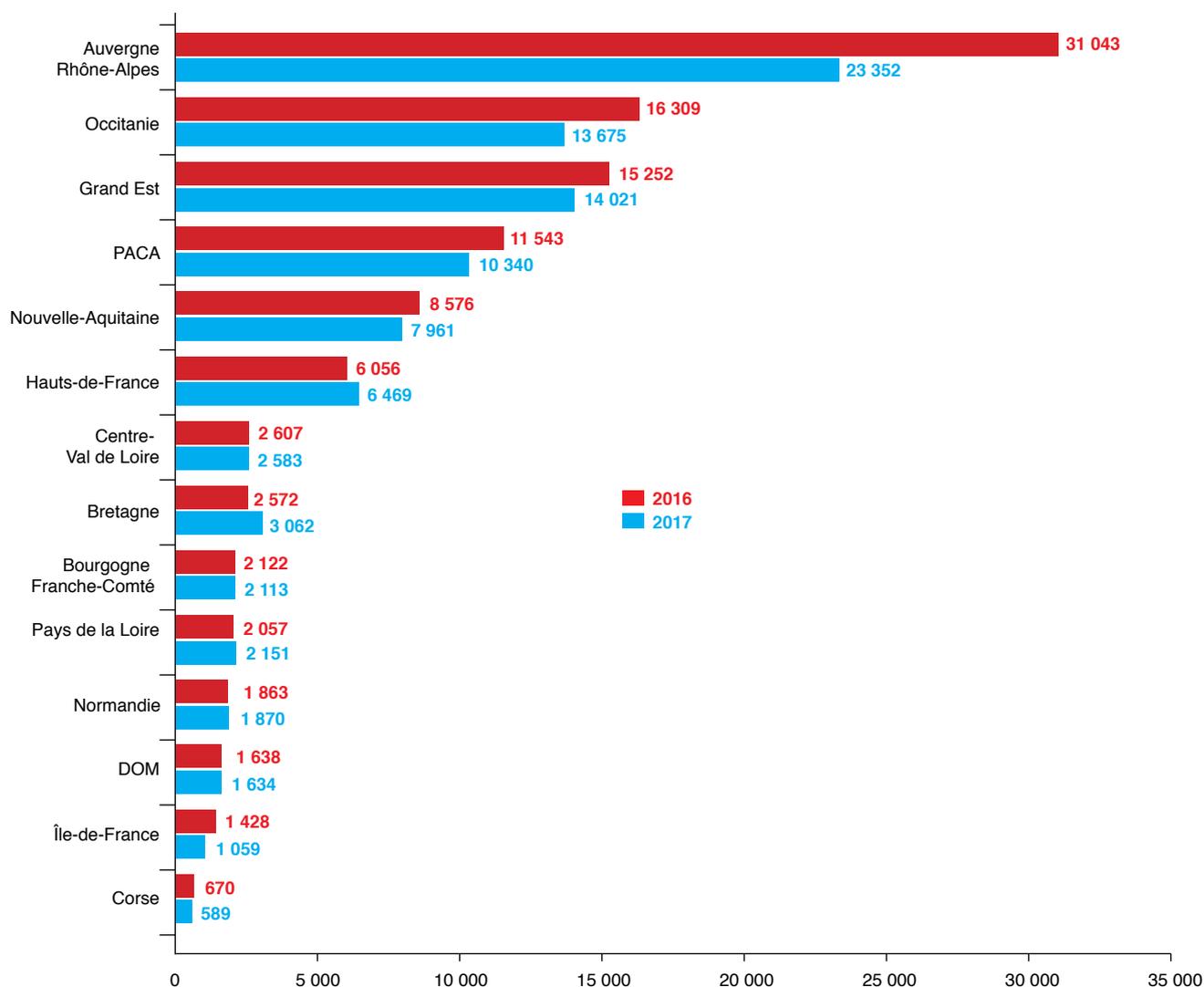
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 1

Classement des régions selon la production électrique renouvelable pour toutes les sources d'énergies renouvelables en 2016 et 2017 (en GWh)

Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis.



120

L'observation du classement des régions françaises sur la base des chiffres de production électrique, toutes filières confondues, confirme l'augmentation globale et le rôle de l'hydroélectricité comme principal influent des résultats nationaux.

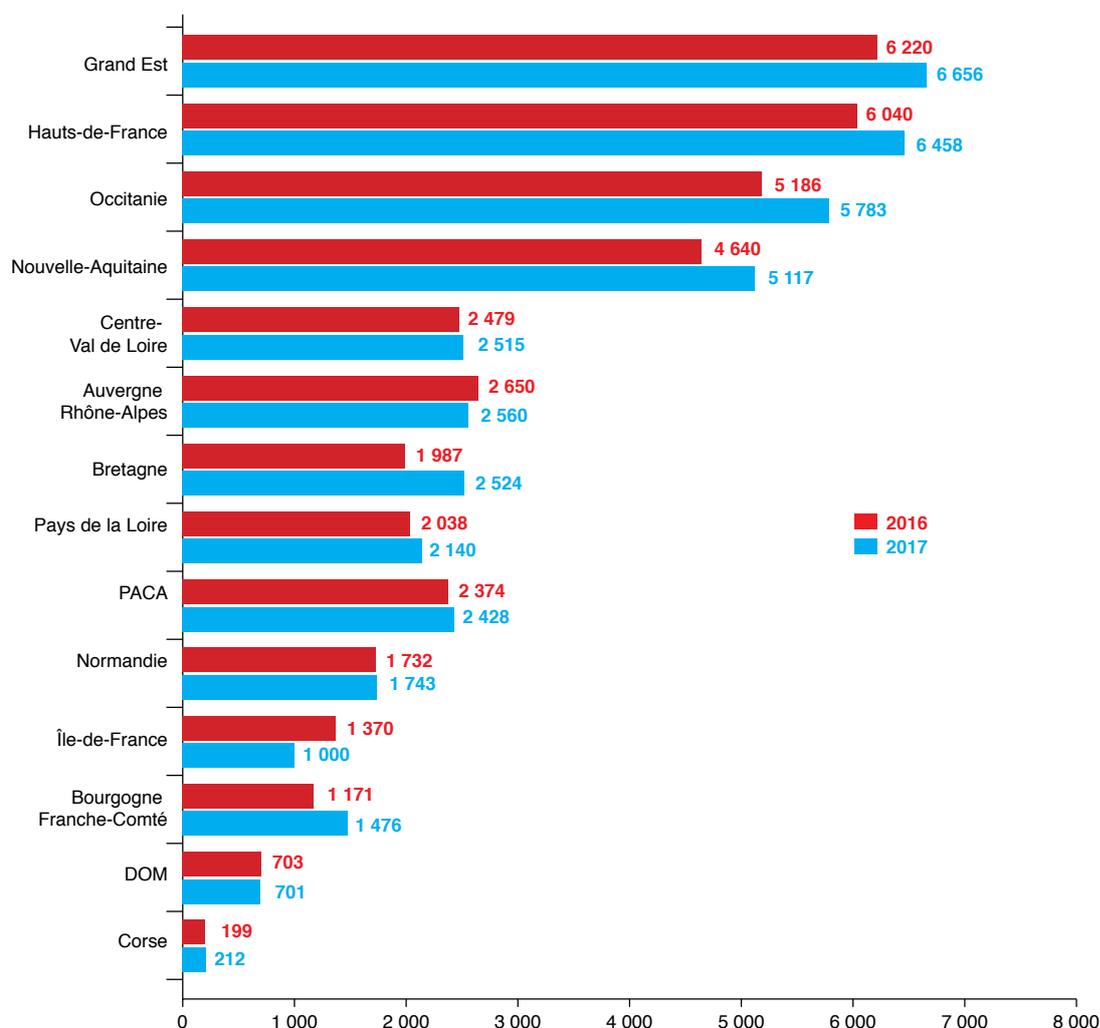
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 2

Classement des régions selon la production électrique renouvelable pour les filières éolienne, photovoltaïque, biomasse et géothermie pour les années 2016 et 2017 (en GWh)

Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis.



121

La filière hydroélectricité mise de côté, c'est la région Grand Est qui arrive en tête de la production électrique renouvelable. Dans l'ensemble, on observe une progression de la production pour un bon nombre de régions. Il s'agit essentiellement de territoires dont une forte part de l'électricité renouvelable est produite par des éoliennes.

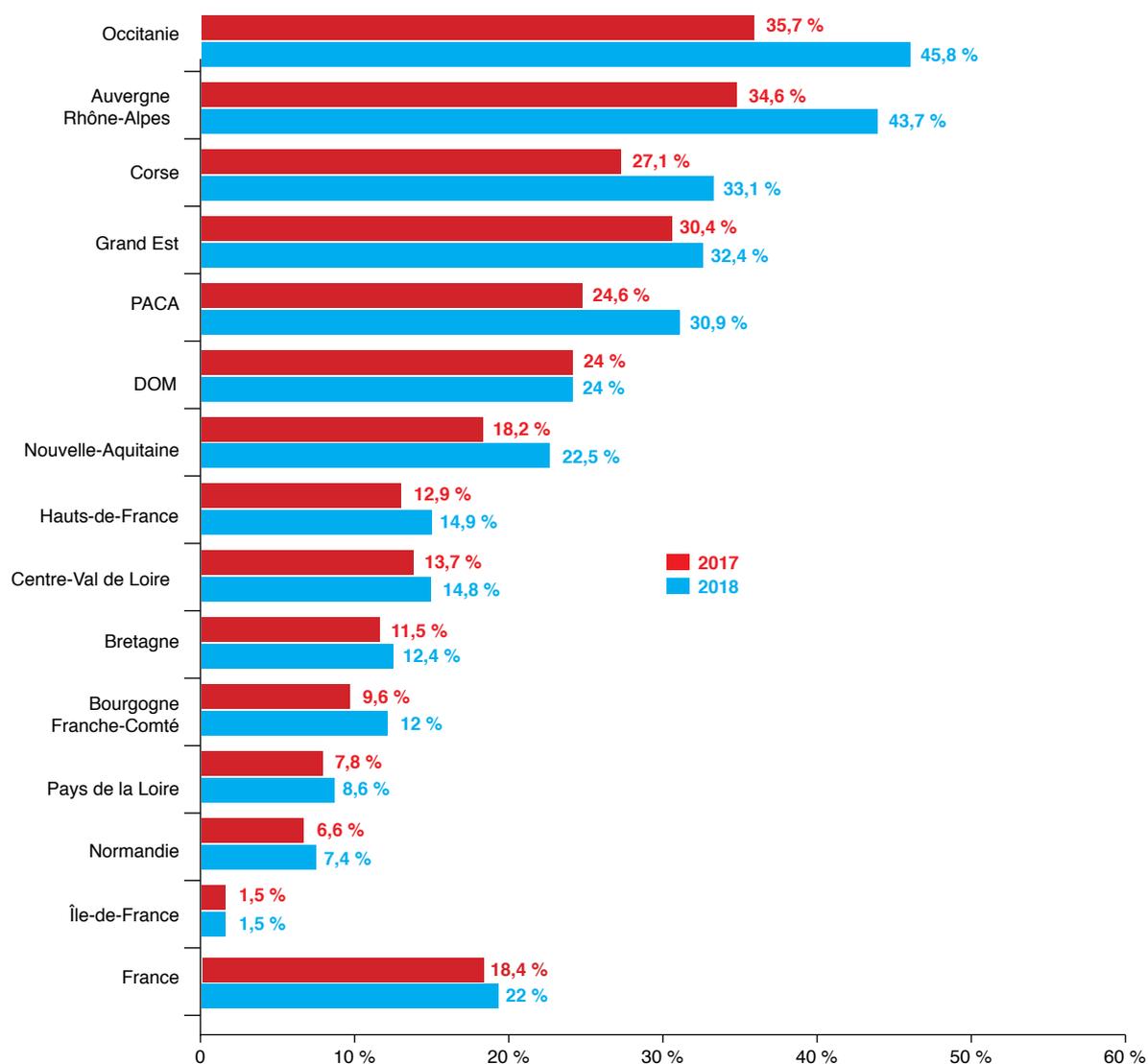
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 3

Couverture de la consommation électrique par les filières renouvelables en 2017 et 2018¹

Source : Observ'ER d'après des données SDES, RTE et Enedis.



1. D'octobre 2017 à septembre 2018.

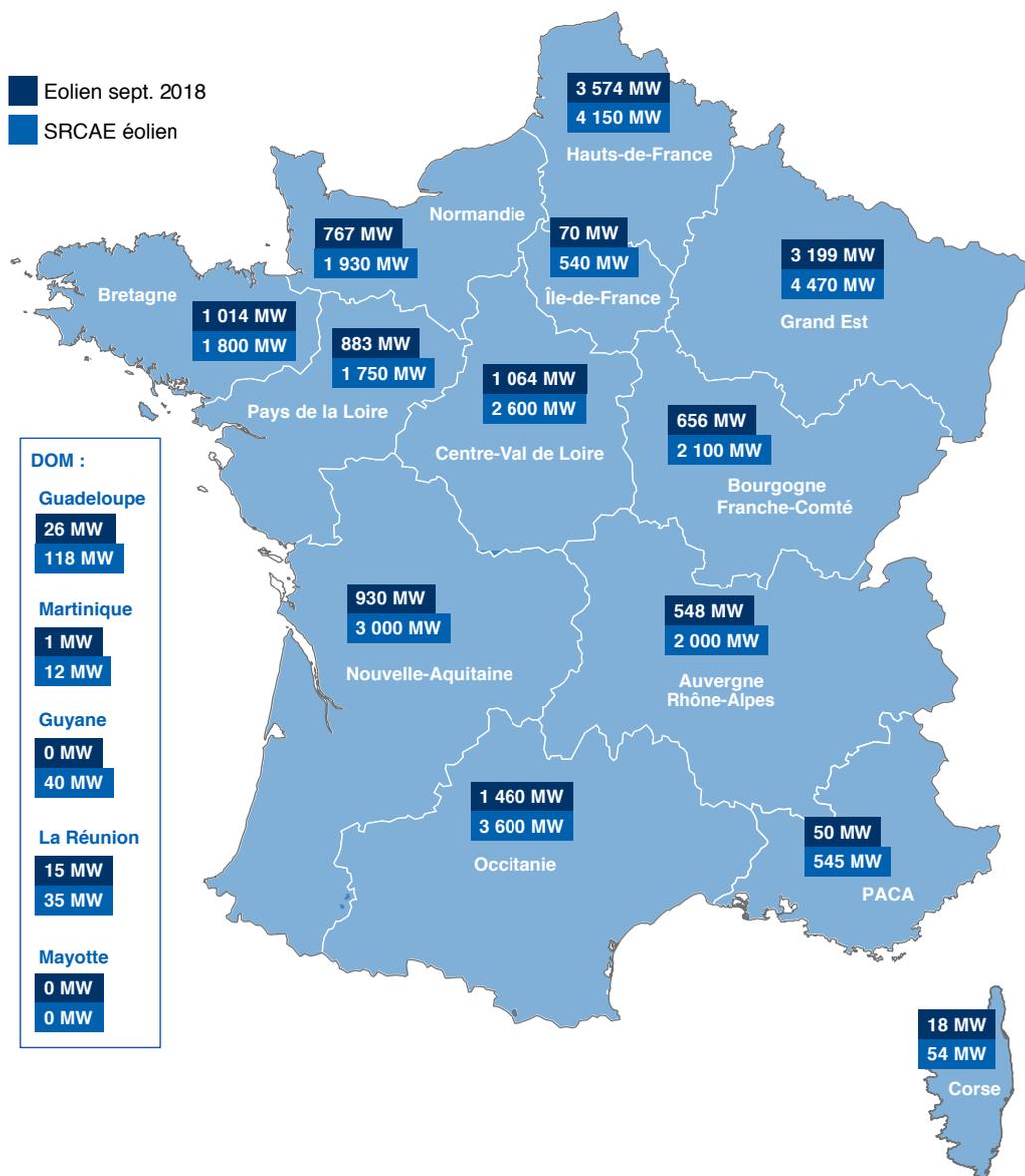
En 2018, la part des filières renouvelables dans la consommation électrique du pays a augmenté, passant de 18,4 % à 22 %. En 2016, la région Auvergne Rhône-Alpes avait atteint le seuil symbolique de 50 % de sa consommation couverte par les énergies

renouvelables, et ce grâce à ses installations hydrauliques.

Carte n° 1

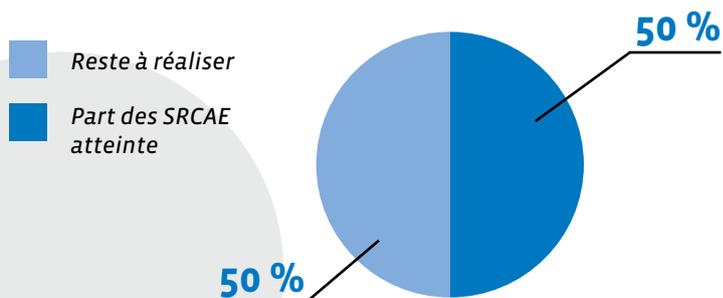
Comparaison de la puissance raccordée à fin septembre 2018 et des objectifs SRCAE 2020 pour la filière éolien

Source : Observ'ER d'après données SDES et SRCAE régionaux.



123

État d'avancement des objectifs éoliens issus des SRCAE au 30 septembre 2018



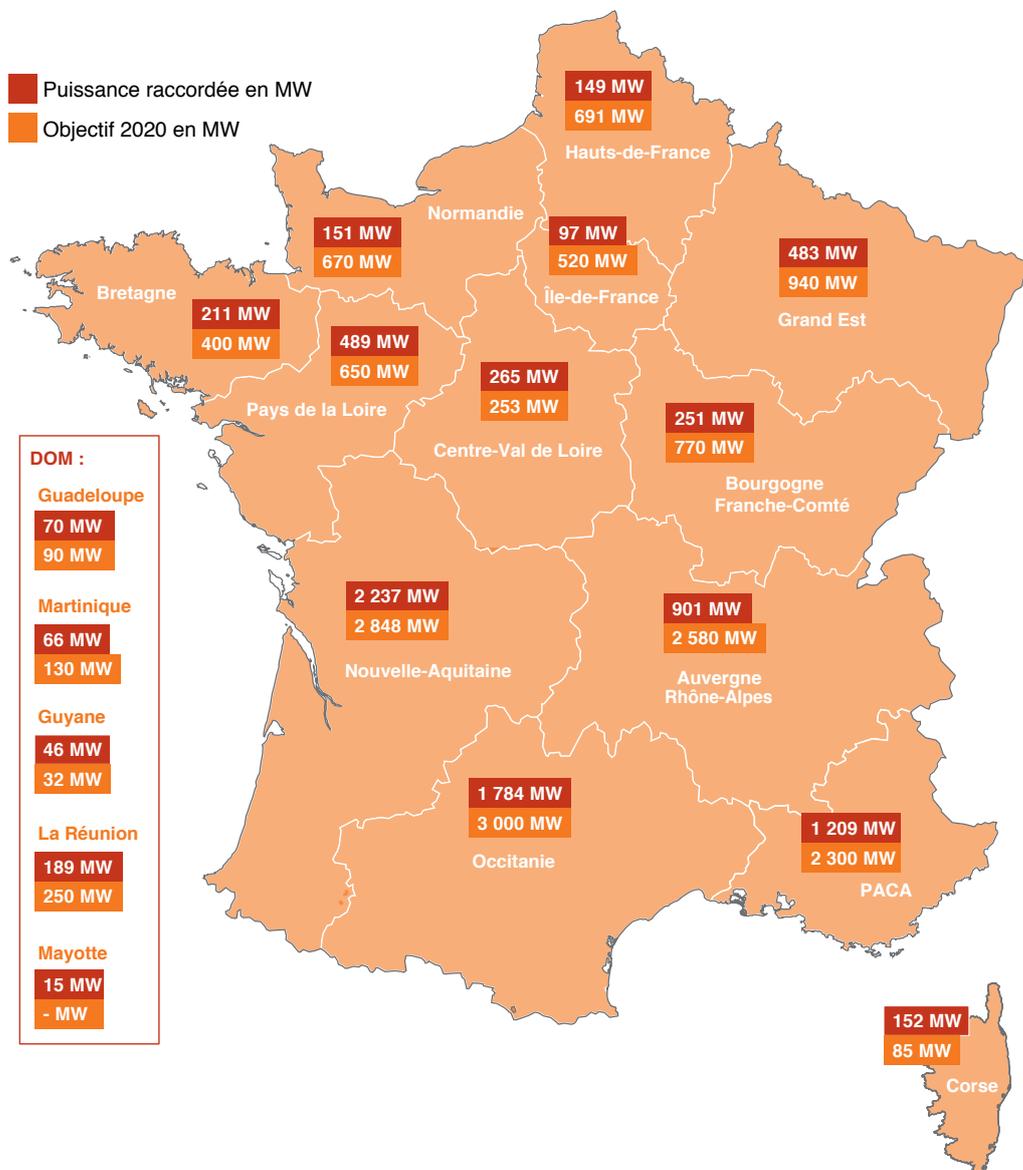
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

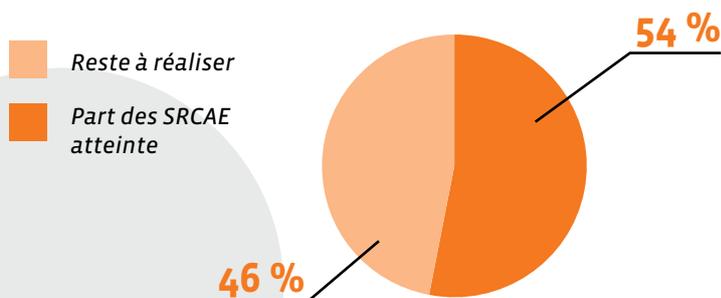
Carte n° 2

Comparaison de la puissance raccordée à fin septembre 2018 et des objectifs SRCAE 2020 pour la filière photovoltaïque

Source : Observ'ER d'après données SDES et SRCAE régionaux.



État d'avancement des objectifs photovoltaïques issus des SRCAE au 30 septembre 2018



Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LES S3REN R : OUTIL DE PLANIFICATION DES RÉSEAUX POUR L'ACCUEIL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES

L'évolution d'une production décentralisée à partir de sites d'énergie renouvelable nécessite une adaptation du réseau de distribution pour pouvoir collecter l'énergie produite et la distribuer localement ou l'acheminer vers le réseau de transport d'électricité. Pour cela, des schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REN) ont été élaborés. Ils ont pour objectif d'assurer une visibilité des capacités d'accueil des énergies renouvelables d'ici 2020, d'anticiper les développements de réseaux nécessaires à leur accueil et d'établir une mutualisation des coûts permettant de ne pas faire porter l'ensemble des adaptations des réseaux aux premiers projets EnR proposés.

Réalisés par RTE en accord avec les gestionnaires des réseaux de distribution, les S3REN doivent assurer un accès prioritaire aux énergies renouvelables aux réseaux publics d'électricité. Pour cela, ils s'appuient sur les objectifs de développement des énergies renouvelables fixés dans les schémas régionaux du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE). Les S3REN garantissent la réservation de capacités d'accueil pour les installations de production supérieures à 100 kVA pour une durée de dix ans. Parfois, des solutions de renforcement ou de création de lignes ou de postes sont nécessaires lorsque la capacité du réseau est insuffisante ou inexistante.

Les coûts associés au renforcement du réseau de transport et des postes sources sont à la charge des gestionnaires de réseau et relèvent des investissements financés par le tarif d'utilisation du réseau public d'électricité. Cependant, les coûts liés à la

création d'ouvrages sont eux répartis entre les producteurs sur un périmètre régional de mutualisation par un calcul de quote-part. Une fois élaborés, les projets de S3REN sont mis en consultation auprès des organisations de producteurs, des chambres de commerce et d'industrie et des services déconcentrés de l'État. Chaque projet de S3REN fait également l'objet d'une évaluation environnementale.

LE BILAN DES S3REN À FIN 2016

Fin 2018, toutes les régions de France continentale (sur la base de l'ancien découpage en 21 régions) ont validé leur S3REN. La carte n° 1 synthétise les données des S3REN en présentant d'une part la capacité réservée pour le développement des EnR d'ici à 2020 et d'autre part le coût de la quote-part régionale pour le développement du réseau électrique. Les S3REN ayant été fixés avant la fusion des régions, les données du baromètre reposent sur la base des anciennes régions.

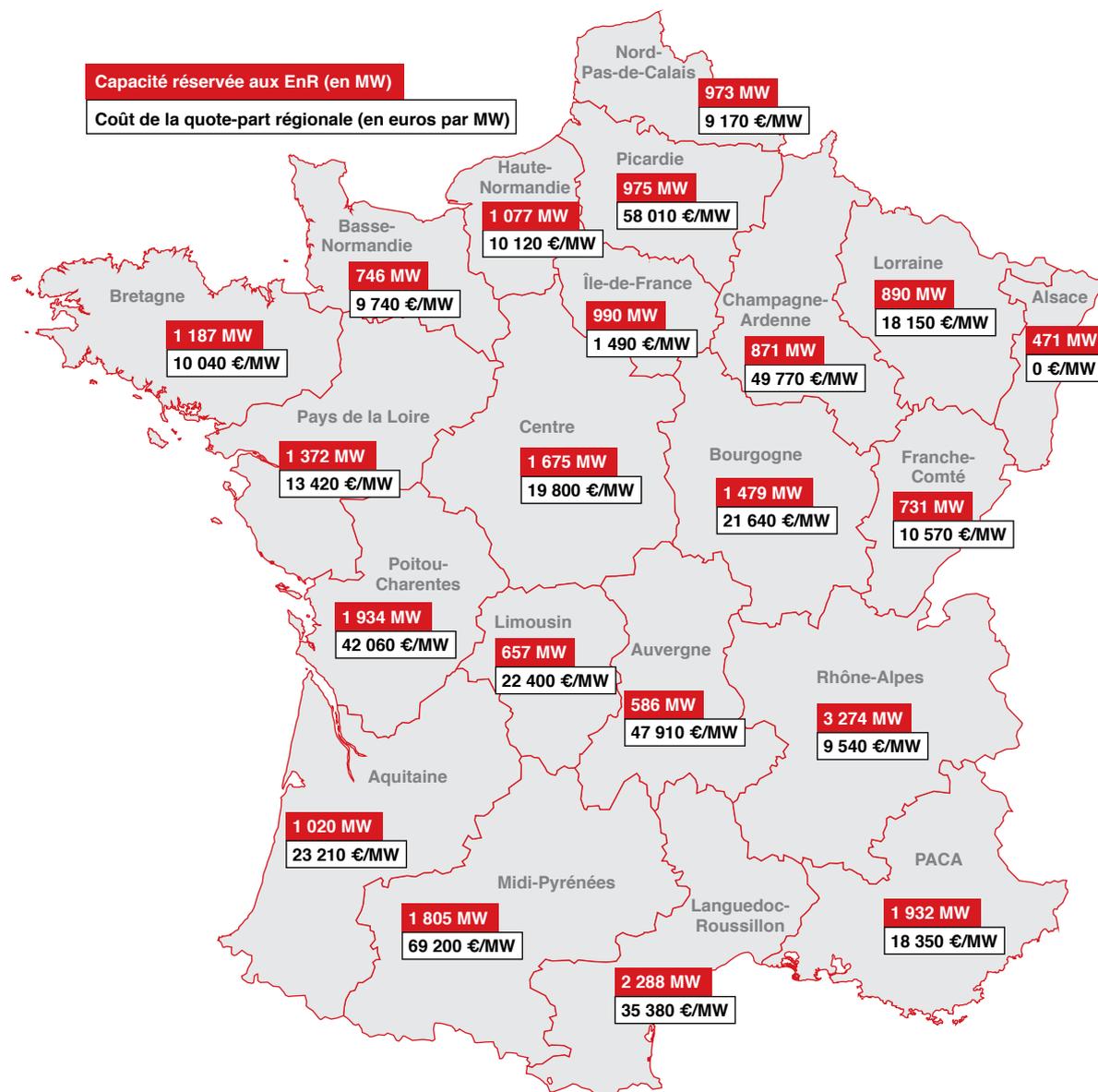
Les disparités régionales observées sont importantes. Les capacités réservées pour l'ensemble des EnR oscillent entre 471 MW en Alsace et 2 288 MW en Languedoc-Roussillon, avec des quotes-parts qui elles varient de 0 k€/MW en Alsace à 69,2 k€/MW en Midi-Pyrénées. Ces écarts s'expliquent à la fois par les capacités d'accueil initiales du réseau local et par les ambitions de développement des sites renouvelables électriques définies dans les SRCAE.

Ainsi, en Alsace, les travaux de concertation lors de l'établissement du S3REN ont permis de proposer un schéma sans investissement sur le réseau dans le périmètre de mutualisation, tout en maintenant des distances de raccordement accep-

Carte n° 3

Synthèse des S3REnR à fin 2018

Source : RTE 2018.



tables pour les futurs sites. En revanche, en Midi-Pyrénées, 153 M€ d'investissements apparaissent nécessaires sur les réseaux de transport et de distribution, dont 126 M€ de créations d'ouvrages (qui reviennent donc à la charge des producteurs). La quote-part de 69,2 €/kW permet une couverture large des territoires de

la région pour l'accueil de la puissance éolienne visée (1 805 MW) et préserve les équilibres nécessaires pour l'accueil des autres EnR de moindre puissance. ●

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Pascal Sokoloff**,
directeur général
de la FNCCR

1 De votre point de vue, quel est le bilan de l'année 2018 concernant le déploiement des énergies renouvelables électriques ?

En 2018, de nombreux projets d'énergie renouvelable ont été mis en œuvre, en particulier par nos collectivités adhérentes, ce qui témoigne de leur implication croissante. C'est un motif de satisfaction parce que nous constatons chaque jour le renforcement du rôle des autorités organisatrices de la distribution d'énergie (AODE) dans la transition énergétique. De plus en plus, pour mener à bien de tels projets, les adhérents de la FNCCR "territoire d'énergie" s'appuient sur des sociétés d'économie mixte (SEM) dédiées aux énergies renouvelables. Depuis la loi transition énergétique du 15 août 2015, les AODE ont créé plus d'une quarantaine de ces SEM, la France en recensant une centaine dans le domaine de l'énergie, certaines étant d'ailleurs assez anciennes. C'est dire la force du changement qui s'opère. La majorité des SEM existantes sont de fait tournées vers la production d'énergies renouvelables, avec des projets qui se

répartissent globalement entre le solaire, l'éolien et le biogaz. D'autres opérations sont également en cours de développement par nos collectivités adhérentes, comme le développement des réseaux de chaleur et de froid, le déploiement d'infrastructures de recharge pour les "véhicules propres", sans oublier la rénovation énergétique. Les attentes principales de nos adhérents sur ces sujets restent l'accompagnement technique et le soutien juridique, les nouvelles ingénieries financières à mettre en place et évidemment l'aide au recensement des financements possibles pour ce type de projet. La FNCCR "territoire d'énergie" propose des formations en ce sens, adaptées aux besoins des collectivités.

2 Comment la mobilité électrique peut-elle compléter le déploiement des énergies renouvelables électriques ?

La FNCCR "territoire d'énergie" préfère élargir ce terme à l'ensemble de la mobilité propre et inclure ainsi au-delà de la mobilité électrique, la mobilité au GNV/bio GNV et la mobilité hydrogène. La mise en place d'une stratégie de développement de la mobilité propre a d'ailleurs été proposée dès 2016, suite à la promulgation de la loi transition énergétique. Elle s'inscrit dans plusieurs textes porteurs d'ambitions fortes : la stratégie nationale bas carbone (état des lieux et actions prioritaires pour une mobilité durable et plus propre), la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), en cours de consultation, et le projet de loi d'orientation des mobilités. Un changement de cap s'opère, très nettement, qui vise à réduire puis faire disparaître le pétrole dans nos transports.



Notre fédération a accompagné dès le départ ses adhérents dans le montage de projets, d'abord pour ce qui est des infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE), puis dans les autres aspects de la mobilité propre. Le déploiement des IRVE est une incontestable réussite, avec près de 20 000 points de charge construits en deux ans par nos adhérents, dans une remarquable logique d'équilibre territorial.

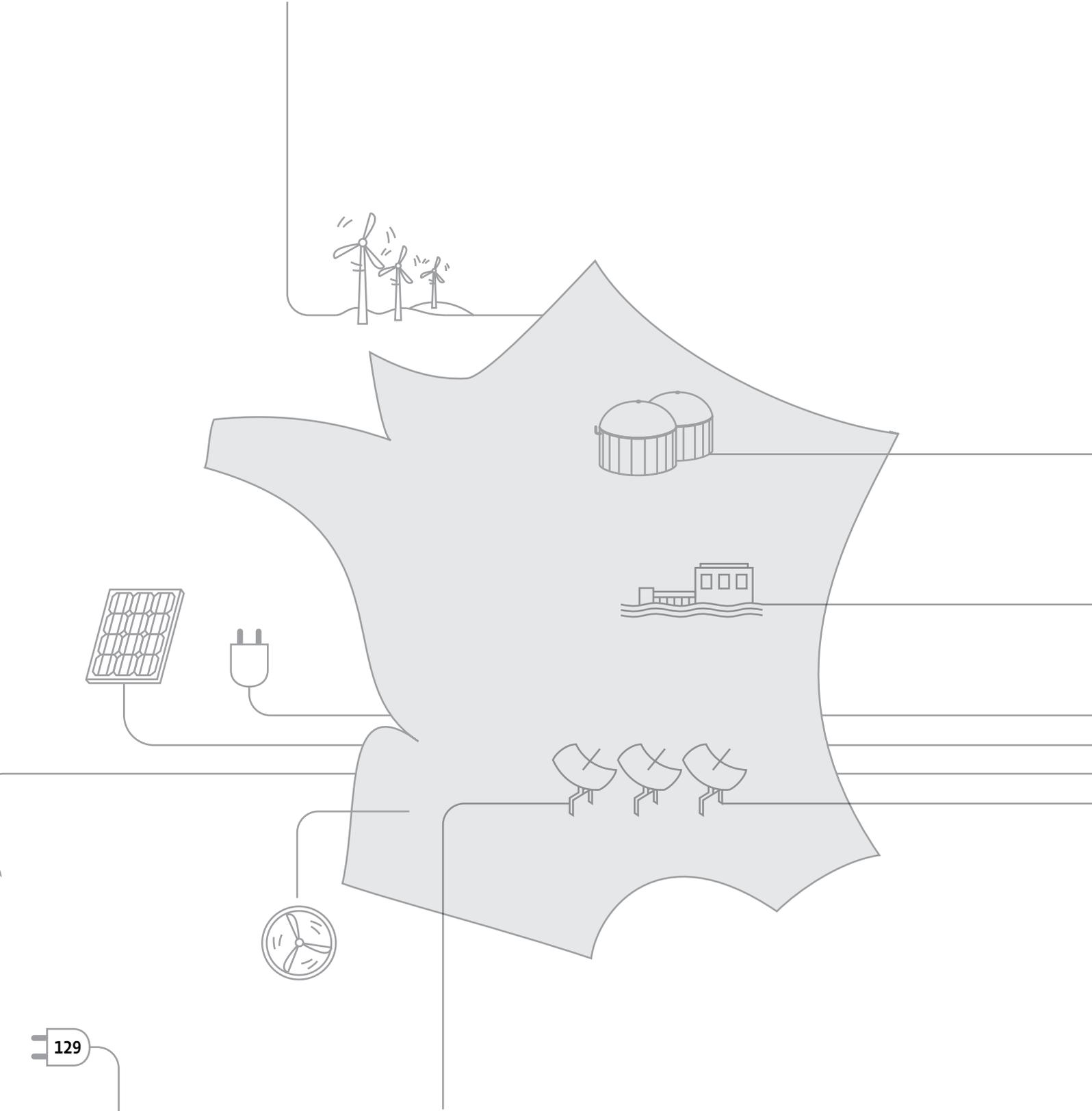
En 2016, en partenariat avec GRDF, nous avons publié un guide à destination de nos collectivités adhérentes, "Comment porter un projet de station ouverte au public" pour promouvoir la mobilité au GNV et bio GNV. Plusieurs territoires d'énergie se sont depuis lancés dans la démarche. De même, nous avons soutenu le plan national hydrogène voulu par le ministère de la Transition écologique et solidaire en proposant à nos collectivités organisatrices de la distribution d'énergie, en lien avec Mobilité hydrogène France et l'Afhyac, un guide afin de leur apporter un boîte à outils permettant d'analyser le potentiel économique de l'installation de stations hydrogène sur leurs territoires : "Déployer les stations hydrogène dans votre territoire".

Ainsi, en complément de l'électromobilité batterie et de celle des stations GNV/bio GNV, qui permet également l'émergence d'unités de méthanisation dans nos territoires, l'hydrogène pourra compléter l'offre afin de garantir un mix énergétique territorial renouvelable tout en assurant une mobilité écologique et durable.

3 En quoi la marque "territoire d'énergie" peut-elle aider au déploiement des énergies renouvelables électriques ?

Par-delà nos métiers historiques dans la distribution d'électricité et de gaz, cette marque "territoire d'énergie" symbolise à la fois notre rôle, en fort développement dans la transition énergétique, mais aussi les valeurs avec lesquelles nous le portons : acceptabilité sociale, égalité et solidarité desterritoires. En effet, par son implantation dans le bloc communal, chaque territoire d'énergie met en place des mécanismes de mutualisation permettant de maîtriser les coûts de la transition énergétique grâce aux effets d'échelle, et redistribue les bénéfices de cette mutualisation dans les parties les plus fragiles de ce territoire (notamment les parties rurales ou les quartiers en difficulté).

La FNCCR "territoire d'énergie" tend, avec l'appui de ses collectivités adhérentes, à massifier et industrialiser la transition énergétique pour la rendre plus accessible, moins coûteuse et plus performante, d'une part, par renforcement de la filière française d'industries des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et plus globalement de la transition énergétique dans son ensemble et, d'autre part, par structuration d'une demande rationalisée favorisant les effets d'échelle afin de maîtriser le coût de la transition. Les "grandes" AODE "territoires d'énergie" sont les outils opérationnels directs de cette demande rationalisée et plus efficace pour la transition énergétique dans les territoires. ●



RÉGIONS À LA LOUPE

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

MÉTHODOLOGIE ET SOURCES

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

Capacité EnR électrique installée



Sources : SDES, RTE et Enedis

Production EnR



Sources : RTE, Enedis et ADEEF

Taux de couverture EnR de la consommation électrique



Sources : RTE et Enedis

Puissance EnR raccordée 2010-2017



Sources : SDES, RTE et Enedis

PUISSANCES ET PRODUCTIONS AU 30/09/18

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Source : Observ'ER d'après données SDES, RTE et Enedis

Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



Sources : RTE, Enedis et ADEEF

Note : La production électrique de la bioénergie rassemble les productions des filières biomasse solide, biogaz et incinération des déchets urbains.

OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

Objectif SRCAE éolien 2020

Objectif SRCAE PV 2020

Sources :

Schémas régionaux climat air énergie et schémas régionaux éolien

Note : Lorsque le SRCAE présente des fourchettes haute et basse de développement pour une filière à l'horizon 2020, seule la fourchette haute a été reprise.

130

 Gisement hydraulique 2050

 Gisement éolien 2050

 Gisement PV au sol 2050

 Gisement PV sur toiture 2050

Source :

Étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050", 2016. Méthodologie décrite pages 11 et 12 de l'étude Ademe.

Note : Le terme "gisement" désigne le potentiel maximum installable d'une technologie. Le gisement hydraulique rassemble les filières : centrales au fil de l'eau, centrales de lacs et éclusées et stations de pompage-turbinage. Le gisement éolien rassemble les filières éolien terrestre et éolien en mer. Les gisements identifiés dans l'étude Ademe ne portent que sur les régions métropolitaines.

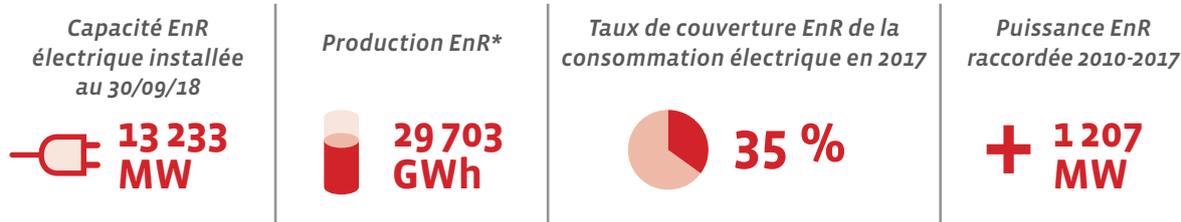
Note : Les données disponibles pour Mayotte n'étaient pas suffisantes pour pouvoir réaliser une fiche régionale.

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

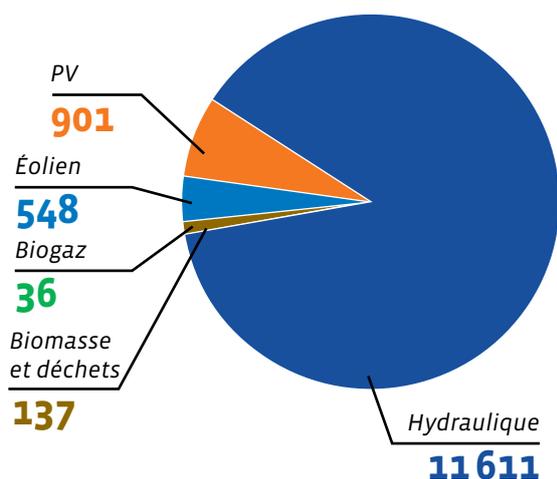
AUVERGNE - RHÔNE-ALPES

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

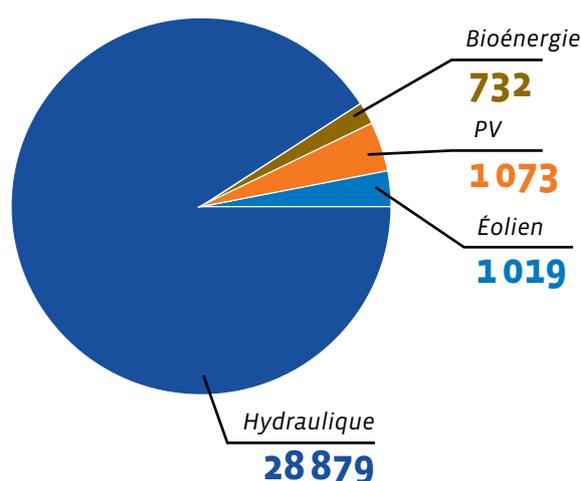


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

11 890 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

2 000 MW

Objectif SRCAE PV 2020

2 580 MW

 Gisement hydraulique 2050

14 700 MW

 Gisement éolien 2050

20 000 MW

 Gisement PV au sol 2050

6 100 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

46 000 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050".

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Aduhme (Association pour un développement urbain harmonieux par la maîtrise de l'énergie¹)

www.aduhme.org

Promotion des énergies renouvelables et du développement durable : information, conseil, formation, accompagnement et expertise technique, veille juridique et technologique, etc.

1. Plus connue sous le nom d'Agence locale des énergies et du climat.



Oreges (Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre)

www.oreges.rhonealpes.fr

Mise à disposition du grand public, des collectivités et des acteurs du monde de l'énergie d'un outil d'observation et d'information.



Hespul

www.hespul.org

Association spécialisée dans le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique – Publication : "Rapport d'activité 2010".



Rhônealpennergie-Environnement (RAEE)

www.raee.org

Animation d'un centre de ressources et d'échanges, conseil et accompagnement des collectivités territoriales et des bailleurs sociaux dans le montage et le suivi d'opérations, accompagnement et mise en œuvre de programmes ou d'actions collectives sur un territoire.



OSER

www.enr-oser.fr

Société créée pour apporter des solutions de financement aux projets d'énergies renouvelables locaux.



Tenerrdis (Technologies énergies nouvelles, énergies renouvelables, Rhône-Alpes, Drôme, Isère, Savoie et Haute-Savoie)

www.tenerrdis.fr

Pôle de compétitivité qui développe par l'innovation les filières industrielles des nouvelles technologies de l'énergie : solaire et bâtiment, gestion des réseaux et stockage, biomasse, hydrogène et piles à combustible, et hydraulique (microhydraulique, turbinage-pompage, énergie des mers).

132



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE



Eborn

www.averre-aura.org/fr/veille-regionale/reseaux-de-recharge/eborn.html

Infrastructure de recharge commune qui se déploie entre cinq départements de la région. Propose un badge pour pouvoir recharger un véhicule sur les bornes de ce réseau. L'objectif du réseau est de déployer 800 bornes.



SEM'Soleil

www.siel42.fr

Société d'économie mixte créée en 2011 par le Syndicat intercommunal d'énergies du département de la Loire (Siel42).



Énergie Rhône Vallée

www.energiesrhonevallee.com

Société d'économie mixte créée en 2011 par le Syndicat départemental d'énergies de la Drôme (Sded).



Énergies citoyennes en Auvergne Rhône-Alpes

www.energie-partagee.org/nous-decouvrir/les-reseaux-regionaux/energie-citoyenne-en-auvergne-rhone-alpes

Le réseau fédère associations, collectivités et sociétés de projets coopératives qui portent des projets citoyens d'énergies renouvelables et/ou de maîtrise de l'énergie.



SYAN'EnR

www.syane.fr

Société d'économie mixte créée en 2017 par le Syndicat des énergies et de l'aménagement numérique de Haute-Savoie.



ESSPROD

www.es-seyssel.com

Société d'économie mixte créée par le Syndicat d'énergie et services de Seyssel (ESS).



RETPROD

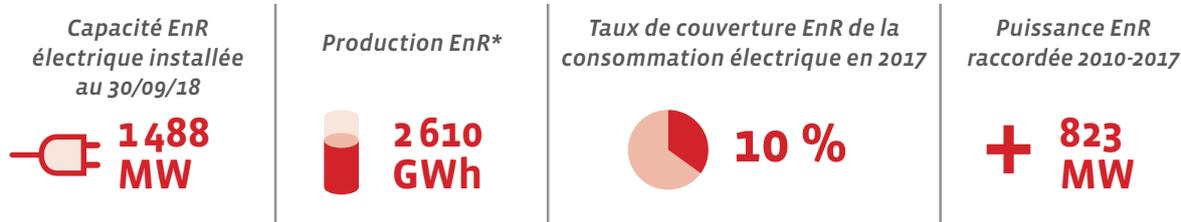
www.ret.fr

Société d'économie mixte créée par la Régie d'électricité de Thônes.

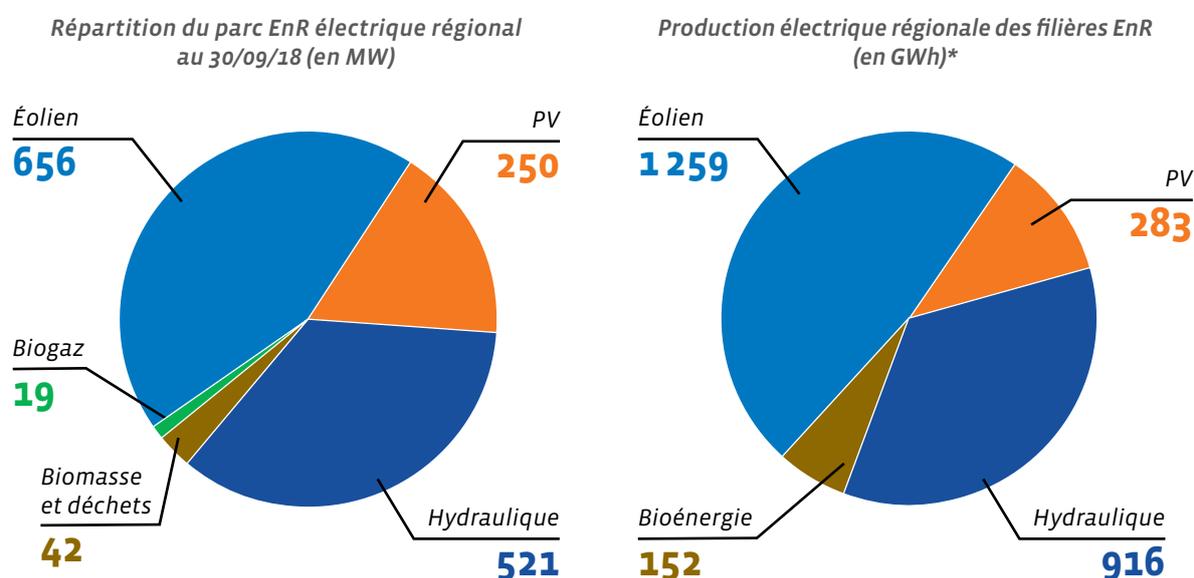


BOURGOGNE - FRANCHE-COMTÉ

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050".

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Alterre Bourgogne (Agence pour l'environnement et le développement soutenable¹)

www.alterrebourgognefranchecomte.org

Observation de l'environnement et évaluation de politiques publiques, accompagnement de porteurs de projets, développement de l'éducation et de la formation dans les domaines de l'environnement et du développement durable – "Chiffres 2010".

1. A succédé à l'Oreb (Observatoire régional de l'énergie en Bourgogne).



L'Observatoire bourguignon des métiers de l'économie verte

www.teebourgogne.com

L'association réalise une veille permanente sur les métiers et les emplois des filières environnement et énergie (Territoires environnement emplois, TEE).



Bourgogne-Franche-Comté Mobilité Electrique

www.bfcme-asso.fr

Association de promotion du déplacement en véhicules électriques (voitures, vélos, 2 roues), sur le territoire, avec un fort axe pédagogique.



Observatoire territorial énergie-climat-air de la région Bourgogne Franche-Comté

www.opteer.org

Portail d'information énergie, climat et air de Bourgogne Franche-Comté – "Données 2008".



Nièvre Énergie

www.sieeen.fr

Société d'économie mixte créée par le Syndicat intercommunal d'énergies, d'équipement et d'environnement de la Nièvre (SIEEEN).



Côte-d'Or Énergie

www.siceco.fr

Société d'économie mixte créée en 2016 par le Syndicat intercommunal d'électricité de Côte-d'Or (Siceco).

135



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



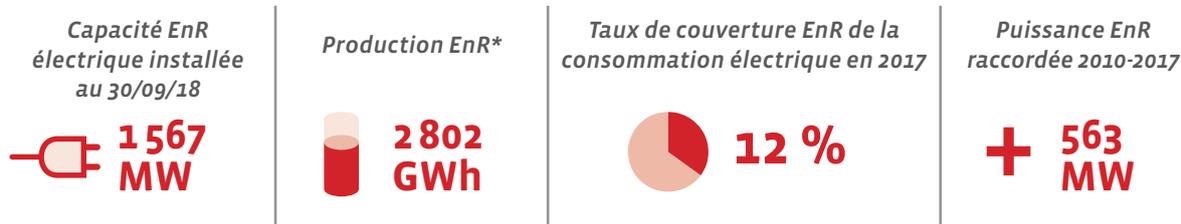
Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

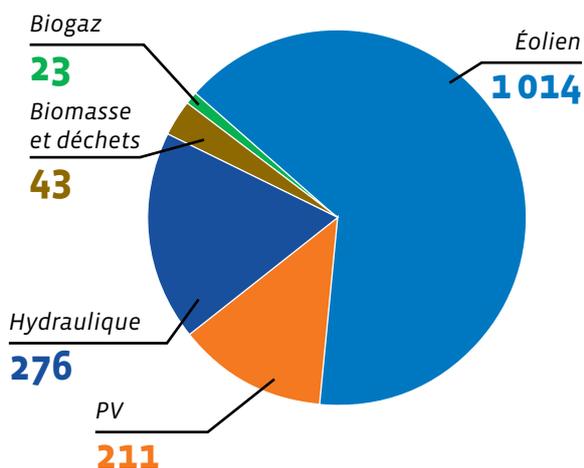
BRETAGNE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

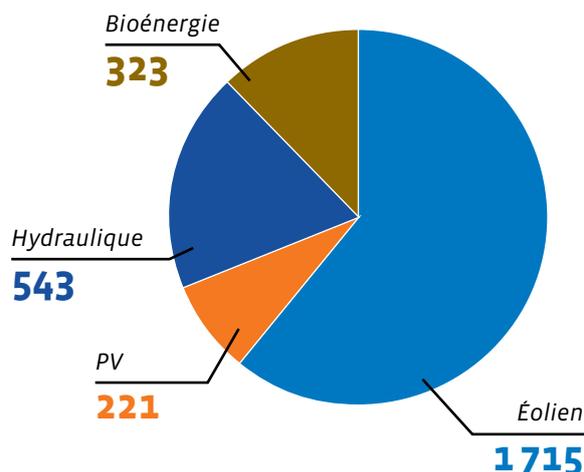


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

281 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

1 800 MW

Objectif SRCAE PV 2020

400 MW

 Gisement hydraulique 2050

200 MW

 Gisement éolien 2050

29 500 MW

 Gisement PV au sol 2050

3 200 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

22 800 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050".

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre en Bretagne

www.bretagne-environnement.org



Aile (Association d'initiatives locales pour l'énergie et l'environnement)

www.aile.asso.fr

Aile, spécialisée dans la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables en milieu agricole et rural, développe un axe de travail transversal sur les politiques énergétiques à l'échelle du territoire.



Eilan

www.sembreizh.fr

Filiale de la SEMbreizh ayant pour mission d'investir, sur le territoire breton, dans toute entreprise réalisant des équipements ou infrastructures de production d'énergies renouvelables.



Pôle de compétitivité mer Bretagne Atlantique

www.pole-mer-bretagne-atlantique.com

Développement d'une filière industrielle dans le secteur des énergies marines renouvelables à vocation internationale.



Bretagne Développement Innovation

www.bdi.fr

Rassemblement d'acteurs pour travailler à des projets énergies renouvelables qui valorisent le territoire de la Bretagne.



Énergies marines Bretagne

energies-marines.bretagne.bzh

Site Internet sur les énergies marines renouvelables en Bretagne, réalisé par la Région. Informations didactiques sur les technologies et les sites de la filière énergies marines proposant des textes explicatifs, des vidéos pédagogiques et des diaporamas.



Plan éco-énergies renouvelables

www.plan-eco-energie-bretagne.fr

Plan d'actions régionales concrètes pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre. Il propose des aides financières, des conseils, un accompagnement technique à tous types d'acteurs : collectivités locales, entreprises, particuliers.



Taranis

www.reseau-taranis.fr

Le réseau Taranis fédère une cinquantaine de porteurs de projets – associations, sociétés d'exploitation coopératives et collectivités – ayant des projets éoliens, photovoltaïques, bois-énergie, micro-hydrauliques et de maîtrise de l'énergie en Bretagne.

137



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

PANORAMA RÉGIONAL

SEM **Liger**
www.liger.fr

Associée à la ville de Locminé et à son territoire, la SEM Liger a créé un centre d'énergie renouvelable unique en Bretagne et en France pour renforcer sa démarche de développement durable. Les collectivités locales, les industriels fournisseurs de matières premières et clients du réseau de chaleur et quelques entreprises locales s'associent au projet pour le développement des énergies renouvelables.

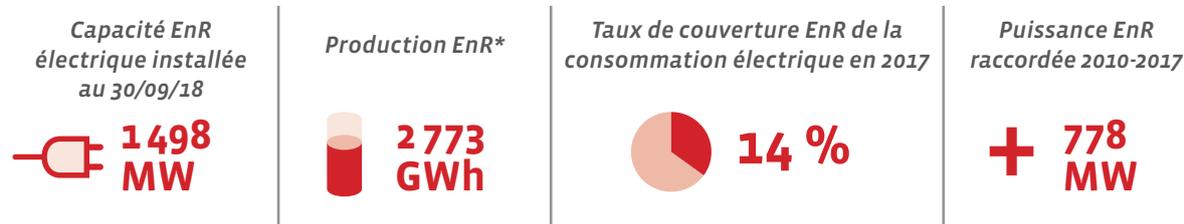
138

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

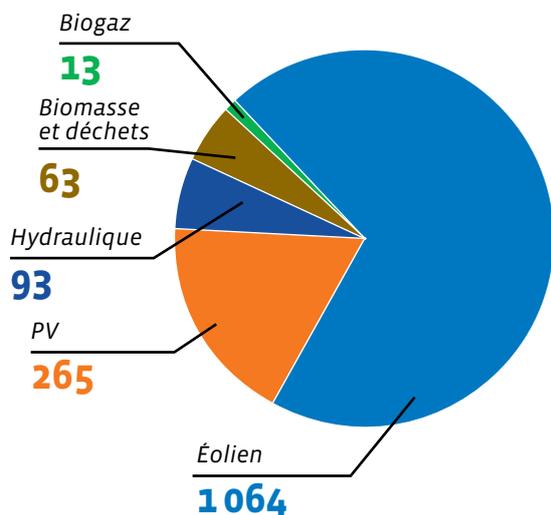
CENTRE-VAL DE LOIRE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

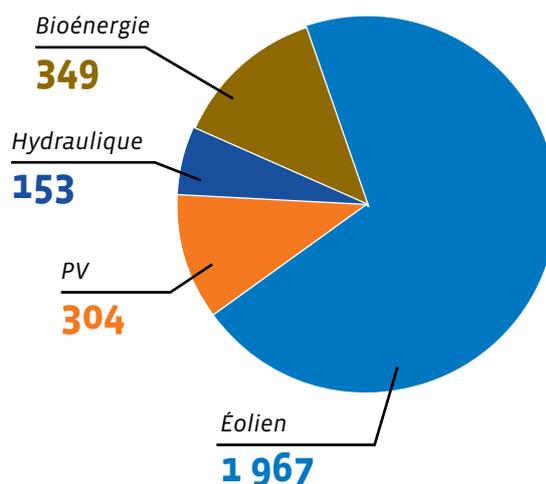


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique, biomasse et biogaz 2020

217 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

2 600 MW

Objectif SRCAE PV 2020

253 MW

 Gisement hydraulique 2050

100 MW

 Gisement éolien 2050

13 900 MW

 Gisement PV au sol 2050

3 200 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

19 900 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050".

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire des énergies en région Centre

www.observatoire-energies-centre.org

Recensement, analyse et exploitation des données énergétiques régionales – “Données 2008”.



S2E2 Smart Electricity Cluster

www.s2e2.fr

Pôle de compétitivité rassemblant des entreprises, des centres de recherche et des établissements de formation intervenant dans les domaines des technologies de l'énergie électrique et des smart grids au service de la gestion de l'énergie. Ce pôle a été réalisé en commun avec les anciennes Régions Pays de la Loire, Centre et Limousin (Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Nouvelle-Aquitaine).



ENR SIEIL

www.sieil37.fr

Société d'économie mixte créée en 2014 par le Syndicat intercommunal d'énergie d'Indre-et-Loire (Sieil).



Énergie partagée en Centre Val de Loire

www.energie-partagee.org

Le réseau fédère associations, collectivités et sociétés de projets coopératives qui portent des projets citoyens d'énergies renouvelables.

140



Observatoires régionaux
de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion
des énergies renouvelables



Agences régionales
de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement
régionaux



Pôles de compétitivité,
clusters d'entreprises



Objectifs et programmes
régionaux



Sociétés d'économie mixte
ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

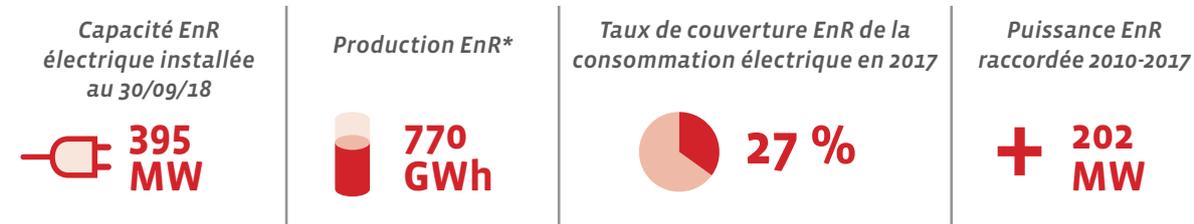
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

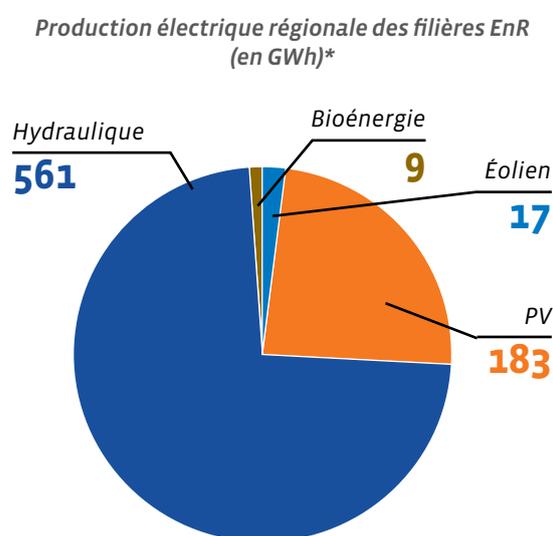
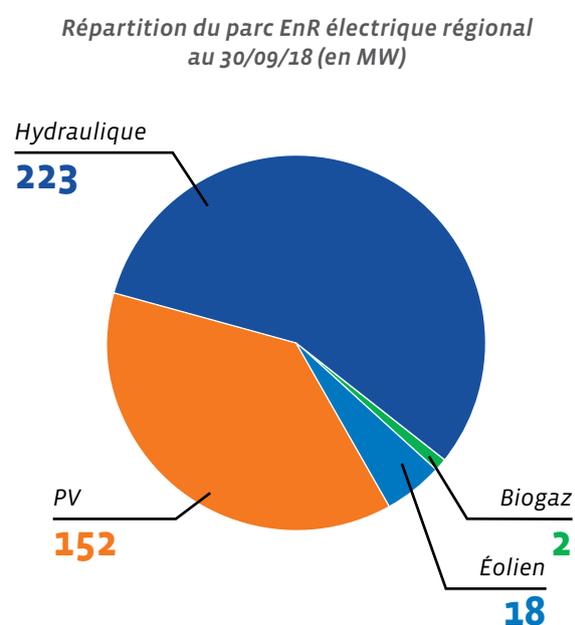
LES RÉGIONS À LA LOUPE

CORSE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



OBJECTIFS* ET GISEMENTS

Objectif SRCAE éolien 2020

54 MW

Objectif SRCAE PV 2020

85 MW

(Objectif atteint)

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Office de l'environnement de la Corse (OEC) – Direction déléguée à l'énergie (DDEN)

www.oec.fr

Suivi et mise en œuvre de l'ensemble de la politique énergétique régionale. Le conseil exécutif de Corse a créé une "direction déléguée à l'énergie", équipe pluridisciplinaire dimensionnée pour conduire l'ensemble des chantiers programmés.



Capenergies

www.capenergies.fr

Pôle de compétitivité rassemblant 400 acteurs positionnés sur le développement de systèmes énergétiques permettant de fournir des solutions de remplacement des énergies fossiles. Ce pôle a été réalisé en commun avec la Région Corse.



L'Observatoire régional de l'énergie et des gaz à effet de serre (Oreges) de Corse

www.aue.corsica

Outil collaboratif d'analyse et d'échanges de connaissances. Il a pour objectifs d'améliorer et développer la connaissance de la situation régionale et infra-régionale en termes de consommations énergétiques et d'émissions de gaz à effet de serre, et d'accompagner les politiques énergétiques régionales en développant des outils d'analyse et d'aide à la décision

142



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

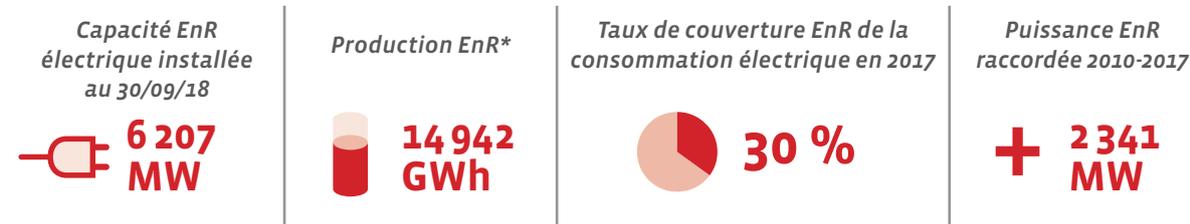
Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

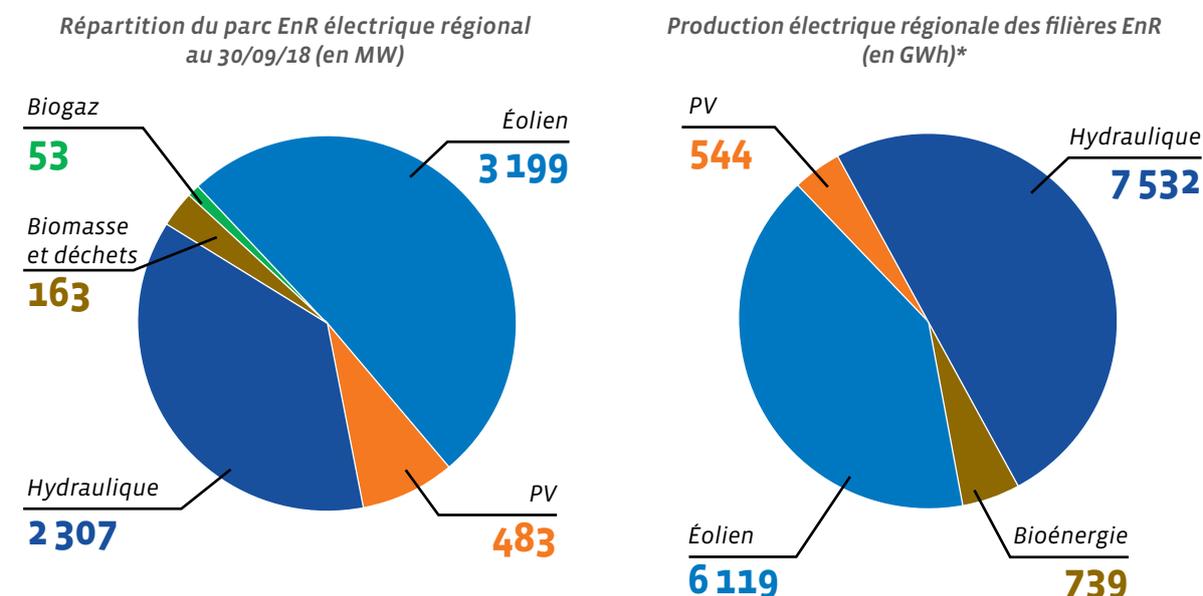
LES RÉGIONS À LA LOUPE

GRAND EST

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



OBJECTIFS ET GISEMENTS



* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Pôle de compétitivité Energivie¹

www.energivie.info

Accompagne des projets collaboratifs structurants dans le domaine de l'efficacité énergétique. Notamment la production de documents pour la promotion des énergies renouvelables dans le bâtiment.

1. Labellisé pôle de compétitivité éco-technologie en octobre 2009, il fait suite à l'initiative "Cluster Énergie", prise fin 2006 dans le cadre du programme energivie.info.



Ale (Agence locale de l'énergie et du climat)

www.aleo8.org

Services pour la prise en compte de la maîtrise de l'énergie dans toutes les actions entreprises. Agence pour le seul département des Ardennes, pas d'agence régionale.



SEBL (Société d'Economie Mixte du Bassin Lorrain) - Grand Est

Energies Nouvelles

www.lesepl.fr/annuaire/sebl

Société d'équipement qui s'est dotée d'un volet dédié aux énergies renouvelables et qui apporte un soutien financier aux projets.



Le pôle YES, Your Energy Solution

www.your-energy-solution.com

Le réseau YES fédère les entreprises lorraines positionnées sur les marchés de la maintenance et de la sous-traitance des installations d'énergies renouvelables (éolien, solaire, hydroélectricité, méthanisation, biomasse, etc.). Les entreprises de YES peuvent intervenir dans les domaines de la production industrielle, de la maintenance prédictive, préventive et curative de sites, des bureaux d'études, du BTP, du raccordement de réseau ou de l'organisation de convois exceptionnels.



Observatoire bois-énergie Grand Nord Est

www.valeur-bois.com

Observatoire sur le marché régional du bois-énergie et de son évolution en termes de production et de consommation.



Grand Est Mobilité Electrique

http://www.aver-france.org/Site/Article/?article_id=7362

Association créée le 18 juin 2018 pour accompagner le développement de la mobilité électrique dans la région en mettant en coopération des acteurs du territoire et en constituant un relais de compétences pour ceux souhaitant mettre en place des projets.

144



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



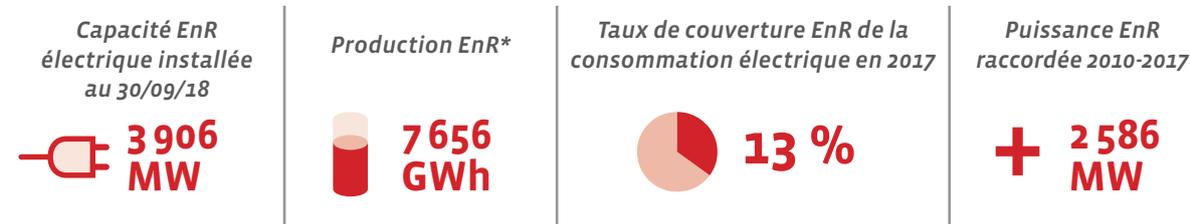
Réseaux citoyens

Observ'ER

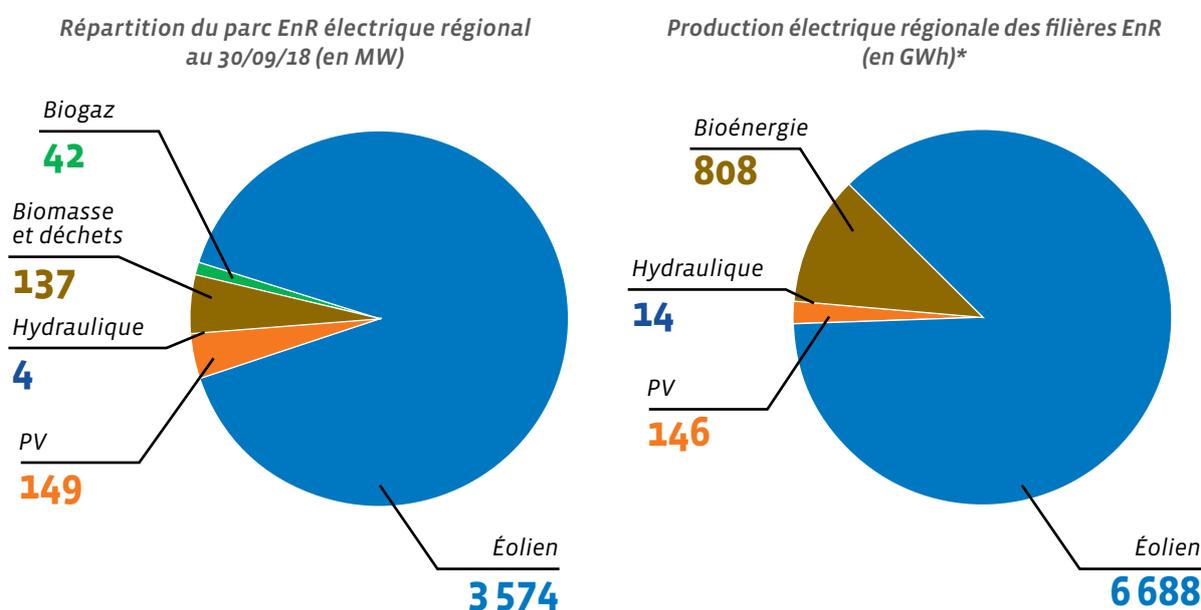
Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

HAUTS-DE-FRANCE

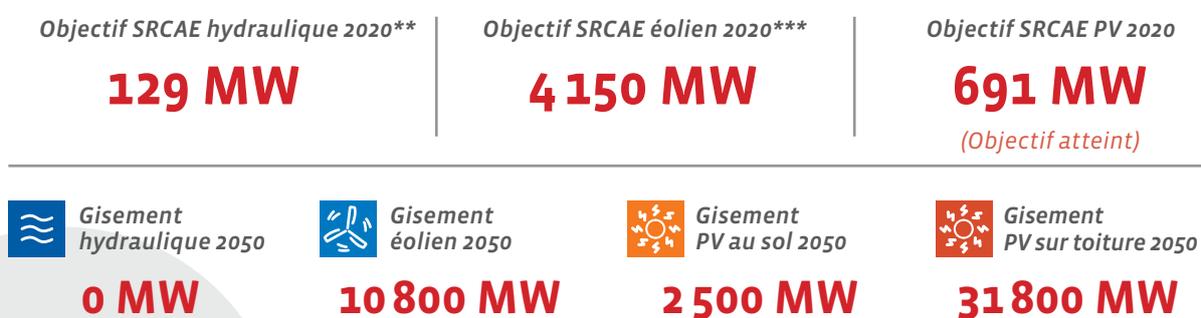
CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



OBJECTIFS ET GISEMENTS



* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

** Issue de biomasse, du biogaz ou de centrales hydrauliques.

*** Fourchette haute entre deux options.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Centre ressource du développement durable (CERDD)

www.cerdd.org

Groupement d'intérêt public (GIP). Mission d'information sur le développement durable et les initiatives de collectivités, acteurs privés, associatifs ou particuliers.



Cap 3RI

www.cap3ri.com

Société d'investissement dédiée à la 3ème révolution industrielle. Une partie du fonds régional est spécifiquement orienté vers les énergies renouvelables.



Pépinière EnR d'Oust-Marest

Pépinière d'entreprises entièrement dédiées aux énergies renouvelables.



Mouve

<http://mouve.univ-lille.fr/presentation-mouve>

Projet initié par des enseignants-chercheur de l'Université de Lille, qui s'intéresse au déploiement de l'infrastructure de charge pour les véhicules électriques, mêlant sciences sociales et technologies.



Pass pass électrique

<http://hdf.sodetrel.fr/portal/#/>

Pass pass électrique est un service de recharge pour les véhicules électriques de la région. Les abonnés disposent d'une carte Pass pass qui leur permet non seulement d'utiliser les transports en commun, mais également de recharger un véhicule électrique, la facture étant reçue en fin de mois dans un espace sécurisé.



Cigales

www.cigales-hautsdefrance.org

Réseau d'investisseurs-citoyens pour une économie locale solidaire.

146



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

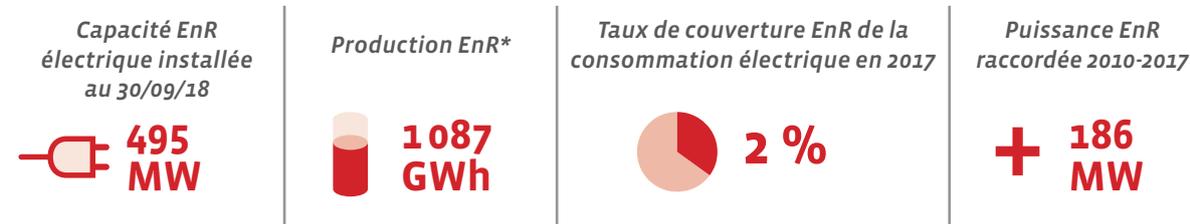
Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

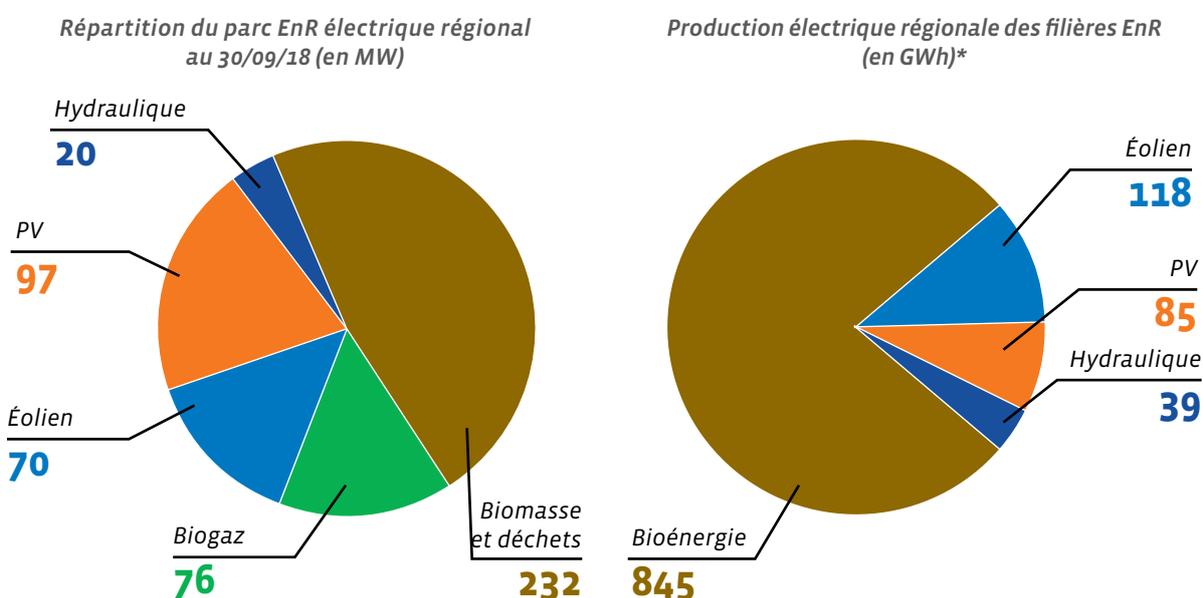
LES RÉGIONS À LA LOUPE

ÎLE-DE-FRANCE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



OBJECTIFS ET GISEMENTS



* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

** Fourchette haute entre deux options.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Réseau d'observation statistique de l'énergie (Rose)

www.roseidf.org

Panorama énergétique d'Île-de-France et bonnes pratiques en matières d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables – "Données 2009".



Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies d'Île-de-France (Arene)

www.areneidf.org

Organisme associé au conseil régional participant à la mise en œuvre du développement en Île-de-France. Accompagne les collectivités locales et les acteurs régionaux dans leurs démarches.



Advancity

www.advancity.eu

La vocation de ce pôle est de permettre aux entreprises, aux établissements d'enseignement supérieur et de recherche et aux collectivités territoriales de coopérer sur des projets collaboratifs innovants. Un des volets d'Advancity est consacré aux filières géothermie basse et moyenne énergie.



Belib'

<http://belib.paris/portal/#/>

Réseau de borne de recharge déployé à Paris. Un badge permet d'accéder à la recharge, déclinée en différentes puissances et donc différents temps de charge.



SIPeNR

www.sipperec.fr

Société d'économie mixte créée en 2014 par le syndicat francilien Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication (Sipperec).



Bi-métha 77

www.sdesm.fr

Société d'économie mixte créée en 2016 par le Syndicat départemental des énergies de Seine-et-Marne (SDESM).



Énergies Posit'if

Posit'If accompagne les copropriétés et les organismes de logement social (OLS) dans les différentes étapes d'un projet de rénovation énergétique ambitieux : organisation et montages technique, juridique et financier du projet.

148



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE



Énergie partagée en Île-de-France

www.energie-partagee.org

Le réseau fédère associations, collectivités et sociétés de projets coopératives qui portent des projets citoyens d'énergies renouvelables.

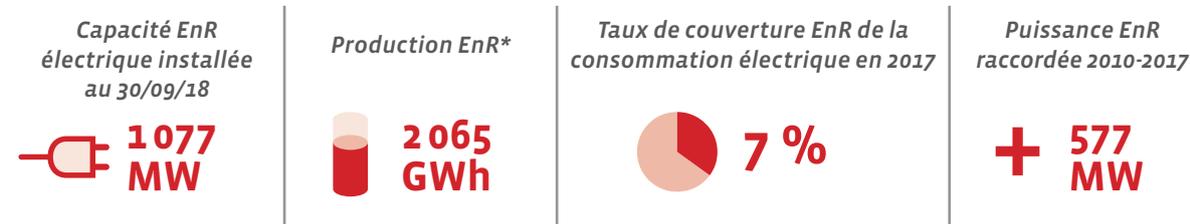
149

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

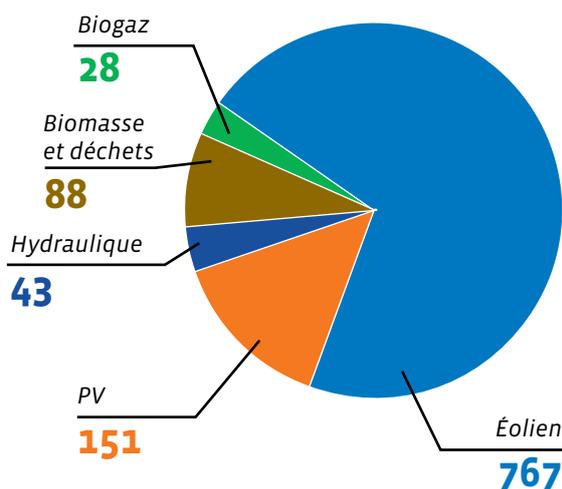
NORMANDIE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

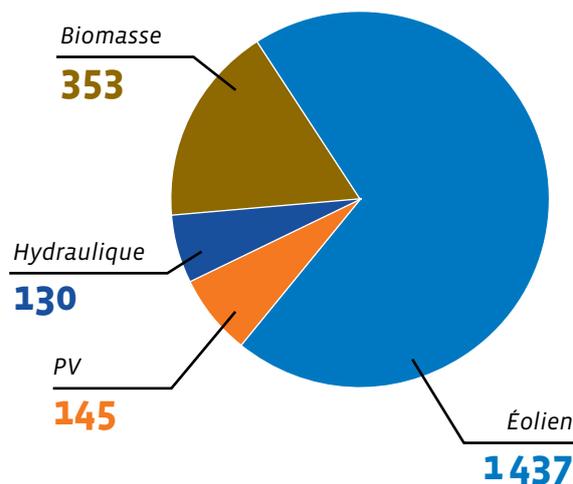


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020**

100 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

1 930 MW

Objectif SRCAE PV 2020

670 MW

 Gisement hydraulique 2050

0 MW

 Gisement éolien 2050

20 900 MW

 Gisement PV au sol 2050

1 500 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

20 600 MW

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

** Fourchette haute, ne comprend que les hydroléennes.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire régional énergie climat air de Normandie

www.orecan.fr

Suivi de l'évolution des facteurs énergétiques et climatiques, lancement d'une dynamique partenariale territoriale et accompagnement des politiques régionales et locales.



Biomasse Normandie

www.biomasse-normandie.org

Suivi de l'évolution du nombre d'installations et de leur localisation, et établissement des indicateurs techniques, économiques et environnementaux.



Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie (Arehn)

www.are-normandie.fr

Initiative du conseil régional pour la promotion du développement durable via l'information et la sensibilisation du public, également outil privilégié de dialogue entre tous ces acteurs.



West Énergies

www.caissedesdepots.fr/creation-de-la-sem-west-energies-dediee-aux-energies-renouvelables-dans-la-manche

West Énergies a pour objectif d'être un acteur privé-public, rationalisé et décentralisé de la production et de la gestion de l'énergie sur le territoire de la Manche.

151



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



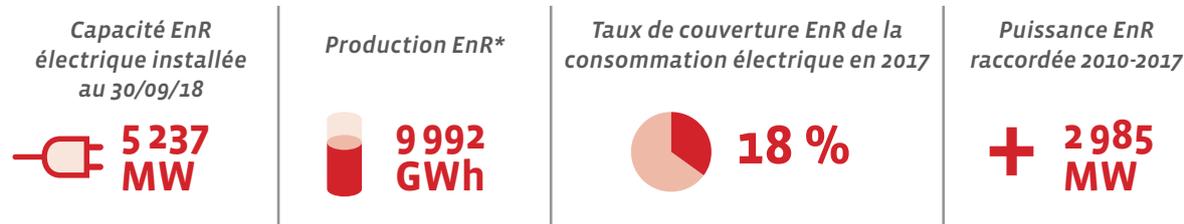
Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

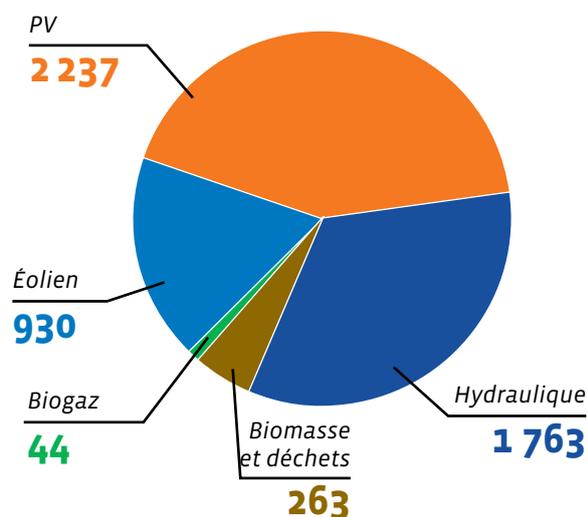
NOUVELLE-AQUITAINE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

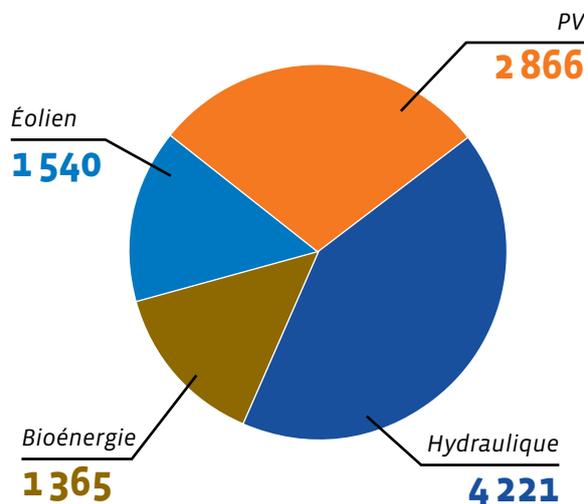


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

1 930 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

3 000 MW

Objectif SRCAE PV 2020

2 848 MW

 Gisement hydraulique 2050

1 800 MW

 Gisement éolien 2050

51 200 MW

 Gisement PV au sol 2050

7 200 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

49 300 MW

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Cluster éolien aquitain :
Aquitaine Wind Industry Cluster



Cluster systèmes solaires
industriels en Aquitaine : Sysolia

www.sysolia.com

L'Aquitaine rassemble bon nombre d'intervenants dans la filière industrielle du solaire. Sysolia apporte à cette dynamique une approche "système" issue de son expérience en ingénierie dans des secteurs comme l'aéronautique, la photonique et le BTP.



Avenia
www.pole-avenia.com

Pôle de compétitivité des géosciences pour l'énergie et l'environnement. L'objectif d'Avenia est d'impulser une dynamique technologique et économique en capitalisant sur les compétences des acteurs régionaux des géosciences et du génie pétrolier. Un volet est consacré à la géothermie haute, basse et moyenne énergie.



S2E2 Smart Electricity Cluster
www.s2e2.fr

Pôle de compétitivité rassemblant des entreprises, des centres de recherche et des établissements de formation intervenant dans les domaines des technologies de l'énergie électrique et des smart grids au service de la gestion de l'énergie. Ce pôle a été réalisé en commun avec les anciennes Régions Pays de la Loire, Centre et Limousin (Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Nouvelle-Aquitaine).



Pass pass électrique
<http://hdf.sodetrel.fr/portal/#/>

Pass pass électrique est un service de recharge pour les véhicules électriques de la région. Les abonnés disposent d'une carte Pass pass qui leur permet non seulement d'utiliser les transports en commun, mais également de recharger un véhicule électrique, la facture étant reçue en fin de mois dans un espace sécurisé.



Agence régionale d'évaluation
environnement et climat

Poitou-Charentes (ARECPC)

www.arecpc.com

Tableaux de bord, bilans et chiffres de synthèse sur l'énergie, les déchets et les gaz à effet de serre en région.



Mobive
<https://mobive.fr/fr/>

Programme de déploiement de bornes de recharges dans cinq départements de la région. L'objectif est un réseau de 700 bornes de recharges en service à la fin de 2018. Une application permet de géolocaliser les bornes disponibles

153



Observatoires régionaux
de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion
des énergies renouvelables



Agences régionales
de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement
régionaux



Pôles de compétitivité,
clusters d'entreprises



Objectifs et programmes
régionaux



Sociétés d'économie mixte
ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE



Observatoire régional énergie gaz à effet de serre (Oreges)

www.arecpc.com

Observatoire abrité par l'ARECPC. État des lieux des énergies renouvelables en région. État des lieux sectoriel des consommations énergétiques et des projections à différents horizons : consommation d'énergie, développement des énergies renouvelables et évitement des gaz à effet de serre.



Observatoire régional de l'environnement Poitou-Charentes (Ore)

www.observatoire-environnement.org

Plateforme de communication qui assure des missions d'intérêt général liées à l'information des publics et apporte une aide à la décision en matière d'environnement.



Observatoire régional énergie changement climatique air Aquitaine (Orecca)

www.orecca.fr

Tableaux de bord et chiffres clés climat air énergie en Aquitaine.



3D ÉNERGIES

www.3denergies.fr

Société d'économie mixte créée en 2012 par le Syndicat intercommunal d'énergie des Deux-Sèvres (Sieds).



SEM Sergies

www.sergies.fr

Société d'économie mixte créée en 2001 par le Syndicat d'énergie de la Vienne (Énergies Vienne).



Cirena

www.energie-partagee.org/nous-decouvrir/les-reseaux-regionaux/le-reseau-cirena-en-nouvelle-aquitaine

Citoyens en réseau pour des EnR en Nouvelle-Aquitaine. Le réseau est porté par la société coopérative Enercoop Aquitaine. Depuis juin 2016, il se structure pour permettre l'émergence de projets citoyens dans toute la région.



Terra Energies

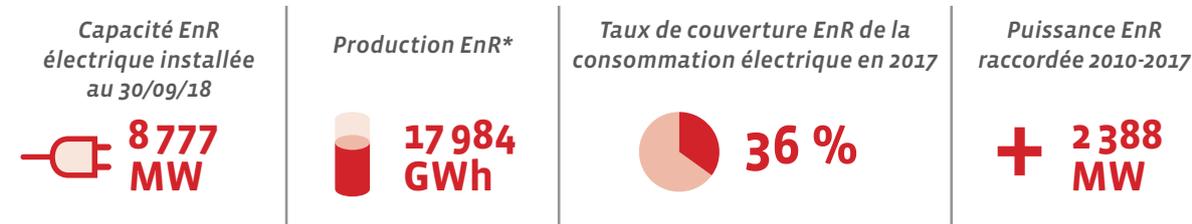
www.terra-energies.fr

Accompagnement financier à moyen et long terme de projets avec des exigences modérées comparées à celles du marché.

LES RÉGIONS À LA LOUPE

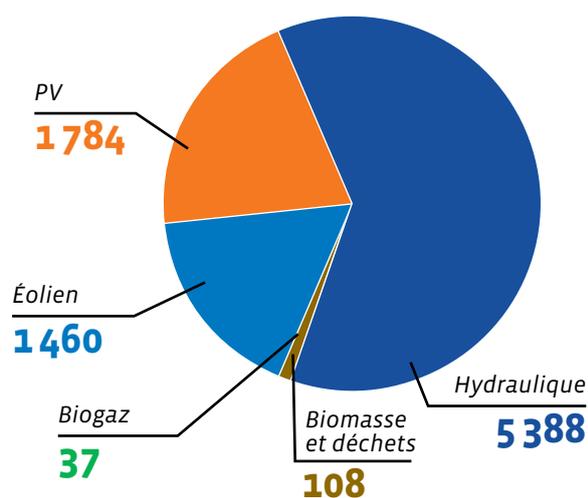
OCCITANIE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

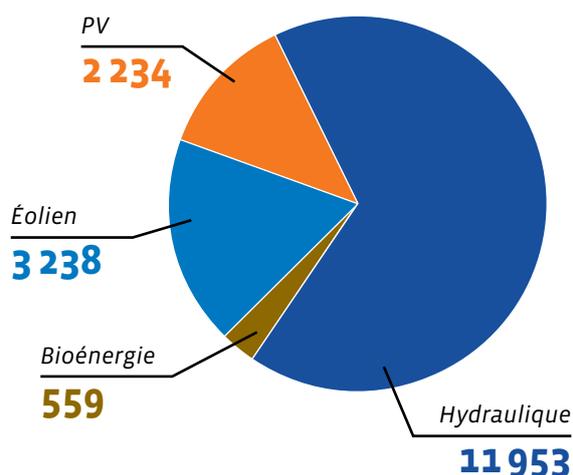


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

6 130 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

3 600 MW

Objectif SRCAE PV 2020

3 000 MW

 Gisement hydraulique 2050

6 400 MW

 Gisement éolien 2050

22 400 MW

 Gisement PV au sol 2050

9 000 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

40 200 MW

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



AREC Occitanie, Agence régionale Énergie Climat

www.arec-occitanie.fr

Levier incontournable de la trajectoire Région à énergie positive de la Région Occitanie, l'AREC accompagne les territoires dans leurs projets de transition énergétique, soutient les porteurs de projets et les innovations en investissant à leurs côtés pour accélérer leurs développements. L'AREC intègre en son sein l'observatoire régional de l'énergie en Occitanie.



Pôle de compétitivité Derbi (Développement des énergies renouvelables dans le bâtiment et l'industrie)

www.pole-derbi.com

Développer, aux niveaux régional, national et international, l'innovation, la recherche, la formation, le transfert de technologie, le développement et la création d'entreprises dans le domaine des énergies renouvelables appliquées au bâtiment et à l'industrie.



Révéo

www.reveocharge.com/fr

Réseau de 1000 bornes de charge électriques pour véhicules, déployé en Occitanie. Propose la possibilité d'un abonnement afin de jouir d'un tarif préférentiel pour la recharge de véhicules électriques.



MPEI (Midi-Pyrénées Énergies infrastructures)

www.mpei-sas.fr

Société créée pour apporter des solutions de financement aux projets d'énergies renouvelables locaux.



Catalis

www.catalis.coop

Premier incubateur d'innovation sociale. Sa vocation est de faire émerger et d'accompagner des projets innovants dans le domaine de l'économie sociale et solidaire sur l'ensemble du territoire d'Occitanie, hors l'agglomération toulousaine, qui dispose de son propre dispositif.



EC'LR

www.ec-lr.org

Le réseau fédère associations, collectivités et sociétés de projets coopératives qui portent des projets citoyens d'énergies renouvelables et/ou de maîtrise de l'énergie.

156



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



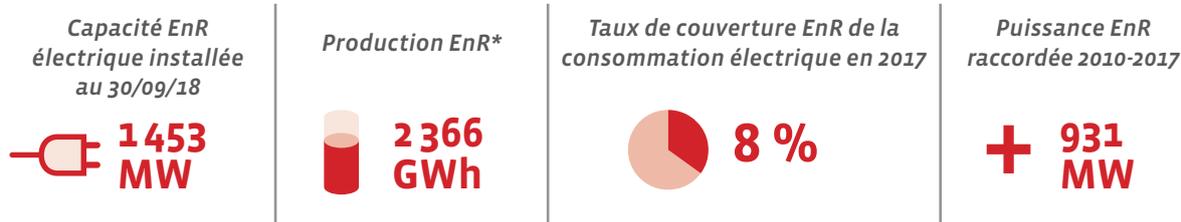
Réseaux citoyens

Observ'ER

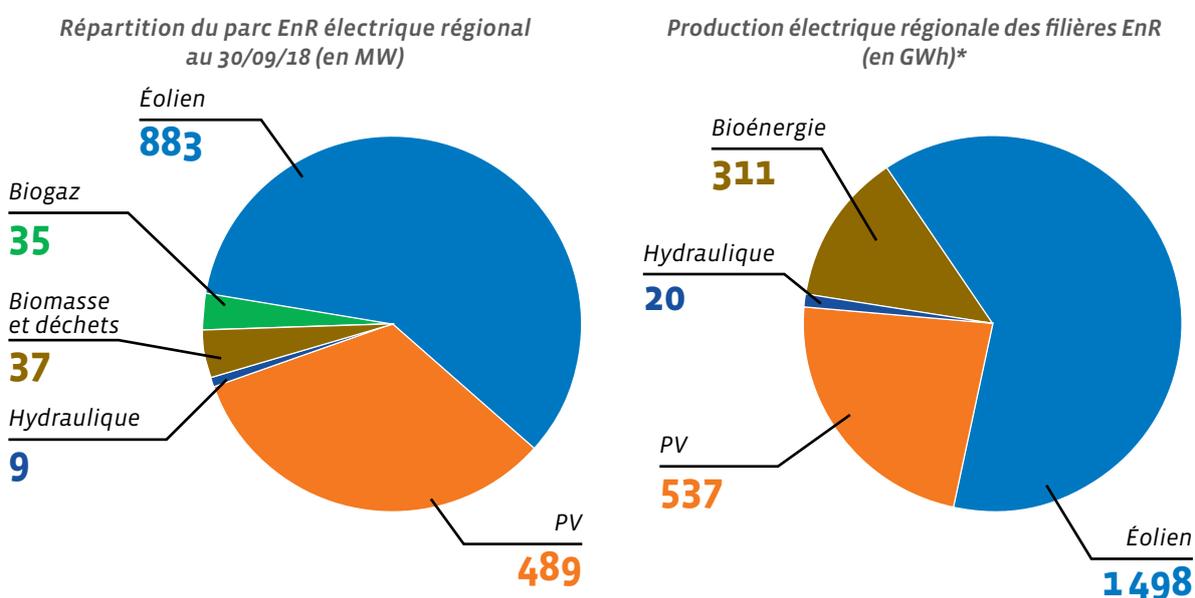
Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

PAYS DE LA LOIRE

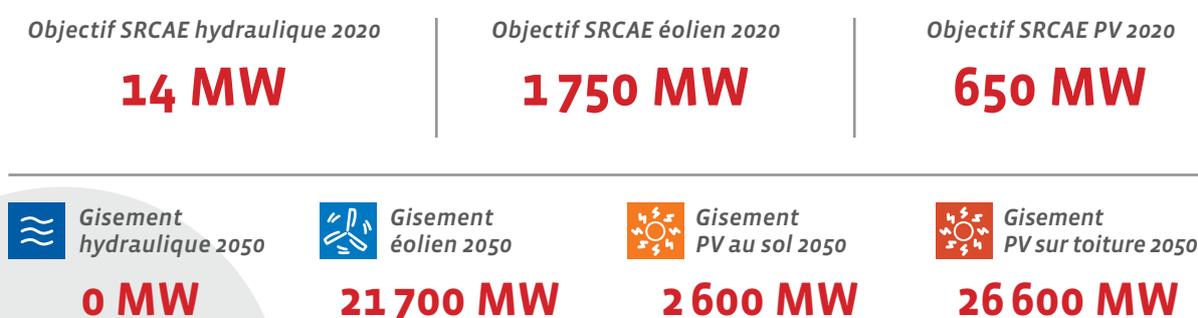
CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



OBJECTIFS ET GISEMENTS



* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



S2E2 Smart Electricity Cluster

www.s2e2.fr

Pôle de compétitivité rassemblant des entreprises, des centres de recherche et des établissements de formation intervenant dans les domaines des technologies de l'énergie électrique et des smart grids au service de la gestion de l'énergie. Ce pôle a été réalisé en commun avec les anciennes Régions Pays de la Loire, Centre et Limousin (Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Nouvelle-Aquitaine).



Vendée Énergie

www.sydev-vendee.fr

La société d'économie mixte créée en 2012 par le Syndicat départemental d'énergie et d'équipement de la Vendée (Sydev).



Neopolia

www.emr.neopolia.fr/neopolia-emr

Cluster d'entreprises réunies pour travailler ensemble sur les demandes du marché des technologies renouvelables.



Anjou Énergies renouvelables (SEM AER)

www.sieml.fr

Société d'économie mixte créée en 2010 par le Syndicat intercommunal d'énergies du Maine-et-Loire (SIEML).



Alter énergies

www.anjouloireterritoire.fr

Alter énergies investit dans les énergies renouvelables en exploitant des centrales photovoltaïques et en développant l'éolien.



Dispositif régional d'observation partagée de l'énergie et du climat (Dropec)

www.dropec.fr

Le Dropec suit la situation énergétique et climatique de la Région Pays de la Loire. C'est un outil d'aide à la décision pour la mise en œuvre des politiques locales et régionales de l'énergie et du climat et pour sensibiliser les populations aux enjeux climatiques et énergétiques.



Énergies citoyennes en Pays de la Loire

<http://ecpdl.fr>

Le réseau fédère associations, collectivités et sociétés de projets coopératives qui portent des projets citoyens d'énergies renouvelables et/ou de maîtrise de l'énergie.



Atlansun

www.atlansun.fr

Association de représentation de la filière solaire. Elle regroupe les entreprises et les acteurs du solaire du Grand Ouest souhaitant contribuer au développement de la filière. Son but est l'amélioration de la compétitivité et de la performance des entreprises et des membres de l'association.



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



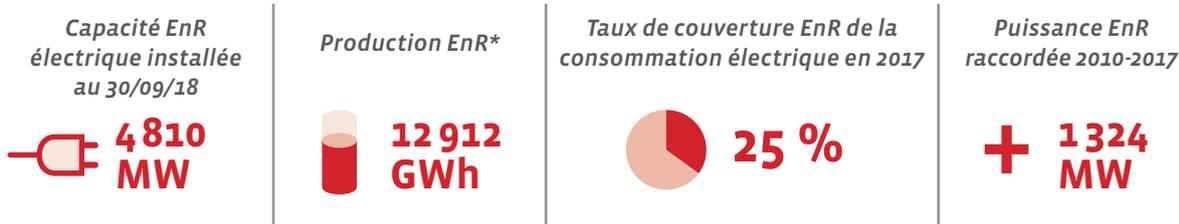
Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

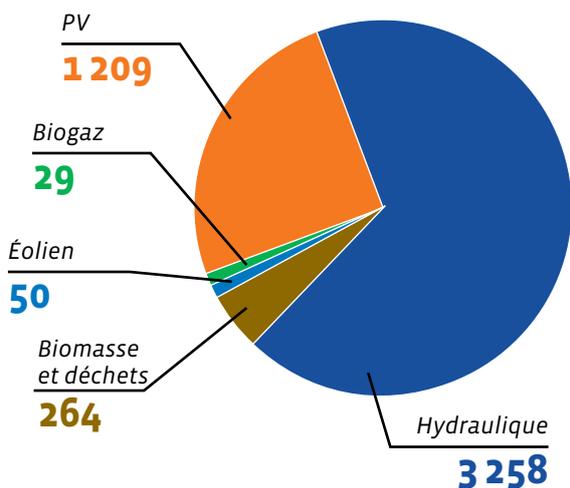
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

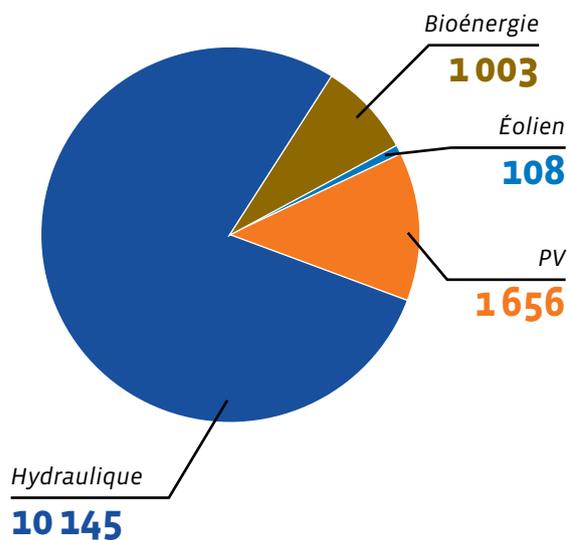


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/18 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)*



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

3 275 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

545 MW

Objectif SRCAE PV 2020

2 300 MW

 Gisement hydraulique 2050

3 200 MW

 Gisement éolien 2050

16 700 MW

 Gisement PV au sol 2050

3 200 MW

 Gisement PV sur toiture 2050

22 200 MW

* Production au 30 septembre 2018 sur les douze mois précédents.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire régional de l'énergie (Oreca)

oreca.regionpaca.fr

Bilan énergétique régional (tableau de bord), réalisation d'études spécifiques, soutien aux structures (collectivités, bureaux d'études, associations...), recherche de données statistiques sur l'énergie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.



Agence régionale pour l'environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur (Arpe Paca)

www.arpe-paca.org

Initiation et accompagnement au montage de projets environnement, étude et validation de nouveaux procédés d'intervention pour sensibiliser, informer et animer.



Sem Seve (Soleil, eau, vent, énergie)

www.puysaintandre.fr

Société d'économie mixte créée en 2011 par la commune de Puy-Saint-André (Hautes-Alpes).



Pôle de compétitivité mer Méditerranée

www.polemermediterranee.com

Le pôle mer entend établir en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur un pôle d'excellence pour les entreprises et les centres de recherche et de formation, avec le bassin méditerranéen comme territoire d'expérimentation, dont celles spécialisées dans les énergies marines renouvelables.



Pôle de compétitivité Capenergies

www.capenergies.fr

Regroupe plus de 400 acteurs présents en Paca, en Corse, à Monaco ainsi que sur les îles de la Guadeloupe et de la Réunion, représentant l'ensemble de la palette des énergies concernées, des PME-PMI et TPE aux grands groupes industriels en passant par les laboratoires et organismes de recherche ainsi que les centres de formation.



Hydro 21

www.hydro21.org

Association de promotion du potentiel et des compétences de la région grenobloise en hydraulique et hydroélectricité. Hydro 21 regroupe bureaux d'études, écoles d'ingénieurs, laboratoires universitaires et laboratoires privés ou centres de recherche.



Énergie partagée en Provence-Alpes-Côte d'Azur

www.energie-partagee.org

Le réseau fédère associations, collectivités et sociétés de projets coopératives qui portent des projets citoyens d'énergies renouvelables.

160



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

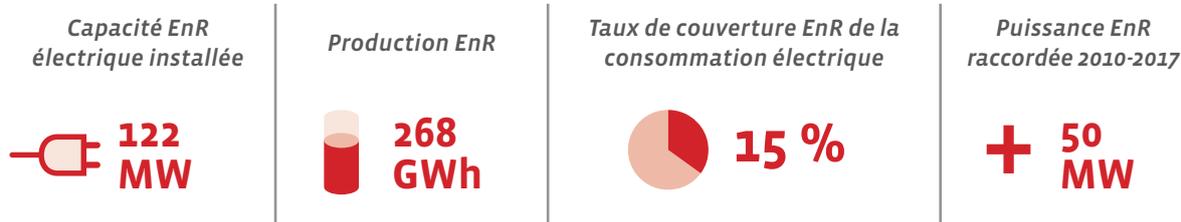
Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE

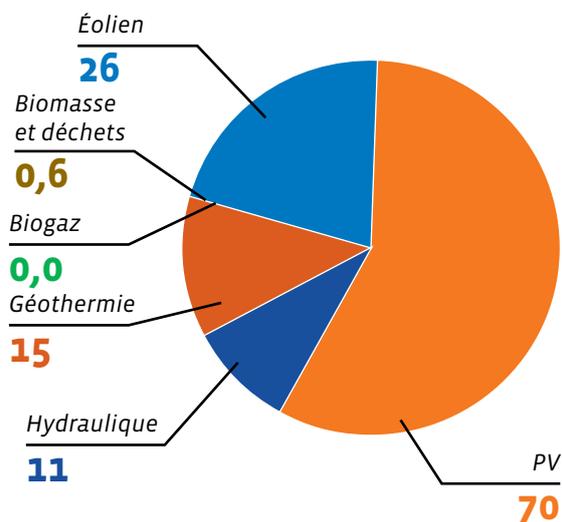
GUADELOUPE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE 2017

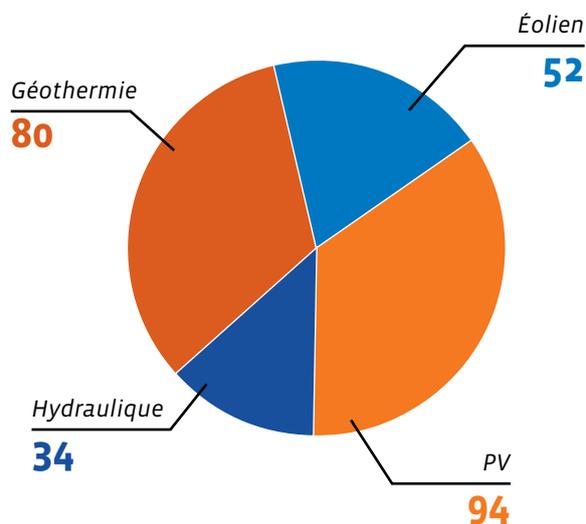


PUISSANCES ET PRODUCTIONS 2017

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

14 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

66 MW

Objectif SRCAE PV 2020

90 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050", 2015.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Politique énergétique en Région Guadeloupe

www.guadeloupe-energie.gp



Observatoire régional de l'énergie et du climat (Orec)

www.guadeloupe-energie.gp

Observatoire au service des politiques publiques, notamment lors de l'élaboration et la révision des documents de planification régionaux (Prerure, SRCAE, SRIT, PCET etc.) ainsi que lors des contractualisations territoriales (programme opérationnel Feder 2014-2020, contractualisation État-Ademe-Région-département).



D.R.I.V.E

www.guadeloupe-energie.gp/2018/06/19/inauguration-du-dispositif-de-recharge-dedf-d-r-i-v-e/

Inauguré en juin 2018, D.R.I.V.E. est un programme de déploiement de bornes de recharges électriques alimentées par du photovoltaïque, mené par EDF Archipel Guadeloupe.



Énergie du Nord Basse-Terre

Constituée en 2016, la société d'économie mixte Énergie du Nord Basse-Terre se veut un outil performant au service des projets de développement des énergies renouvelables sur le territoire, qu'ils soient d'initiative publique ou privée.



Guadeloupe ENR

www.symeg.net

Développé en 2015 à l'initiative du Sy.MEG (Syndicat mixte d'électricité de la Guadeloupe), la société d'économie mixte Guadeloupe ENR développe des projets de type éolien, photovoltaïque, biogaz ou encore géothermique dans le but de doter la Guadeloupe d'un outil administratif, économique et scientifique pour accompagner la transition énergétique.

162



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

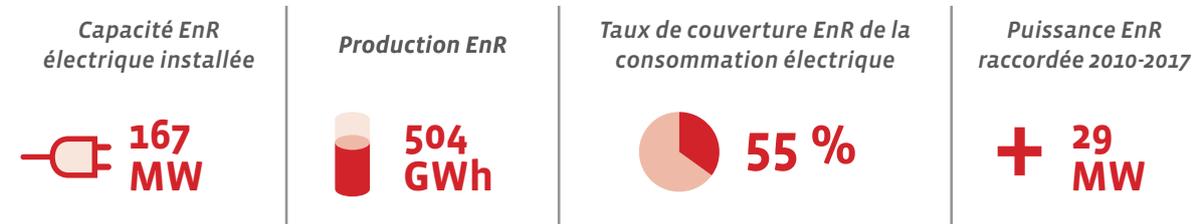
Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE

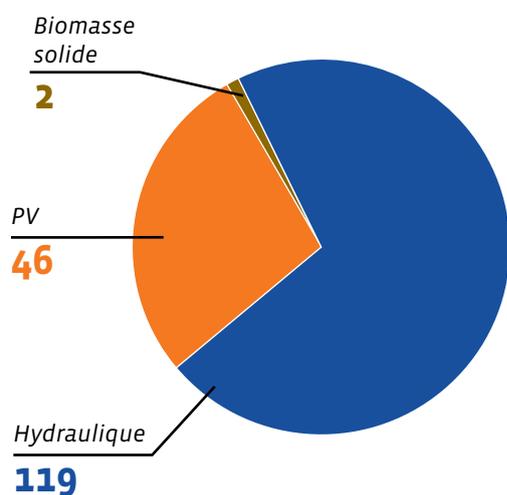
GUYANE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE 2017

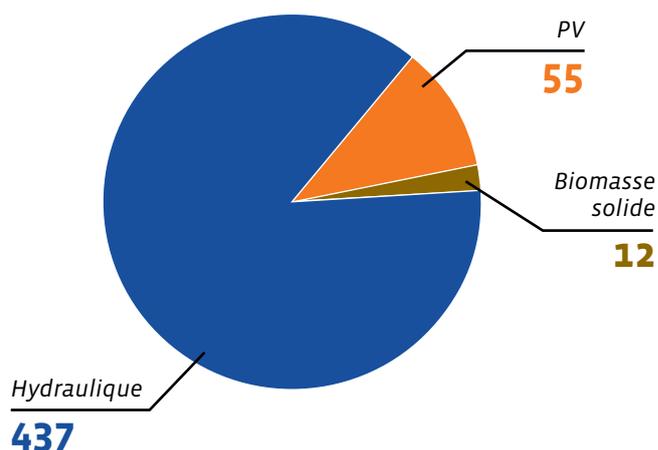


PUISSANCES ET PRODUCTIONS 2017

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

130 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

40 MW

Objectif SRCAE PV 2020

32 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050", 2015.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Groupement des entreprises en énergies renouvelables de Guyane (Generg)

www.aquaa.fr

Regroupement d'entreprises œuvrant dans le secteur des énergies renouvelables. Promotion des entreprises, des techniques et des productions de ses membres, mettant en application les énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie en Guyane.



Association Guyane énergie-climat (GEC)

graineguyane.org/annuaire/guyane-energie-climat-gec

Le GEC participe à la connaissance de la situation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre de Guyane. Il centralise les données énergies-climat et facilite leur mise à disposition auprès des acteurs régionaux.

164



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

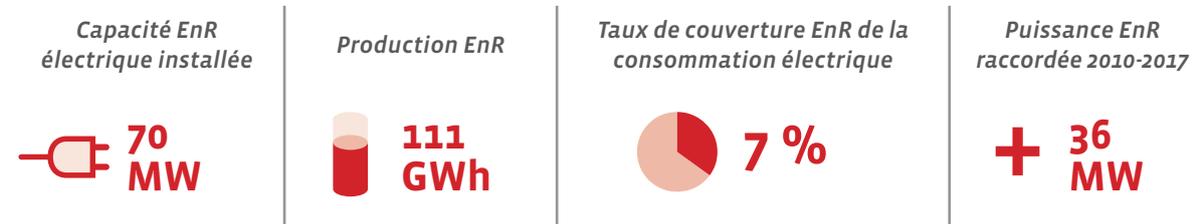
Observ'ER

Le Baromètre 2018 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE

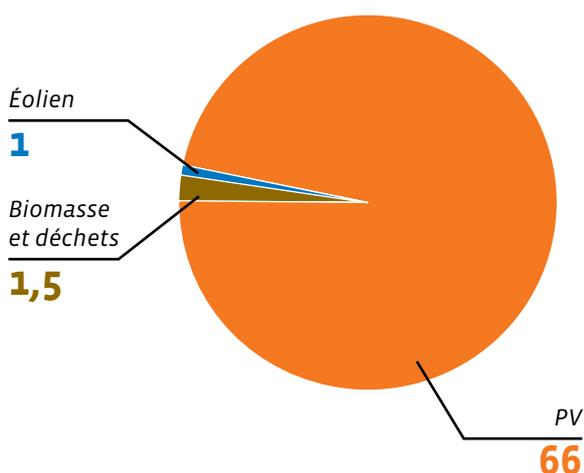
MARTINIQUE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

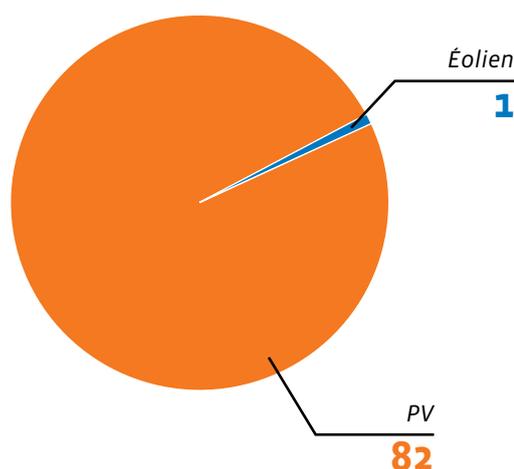


PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

0,5 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

40 MW

Objectif SRCAE PV 2020

130 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050", 2015.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire martiniquais de l'énergie et des gaz à effet de serre (Omega)

www.energie.mq/observatoire

Omega est un outil d'aide au pilotage pour atteindre les objectifs d'autonomie énergétique fixés par le Grenelle de l'environnement.

166



*Observatoires régionaux
de l'environnement et de l'énergie*



*Associations de promotion
des énergies renouvelables*



*Agences régionales
de l'environnement et de l'énergie*



*Fonds d'investissement
régionaux*



*Pôles de compétitivité,
clusters d'entreprises*



*Objectifs et programmes
régionaux*



*Sociétés d'économie mixte
ayant des actifs EnR*



Réseaux citoyens

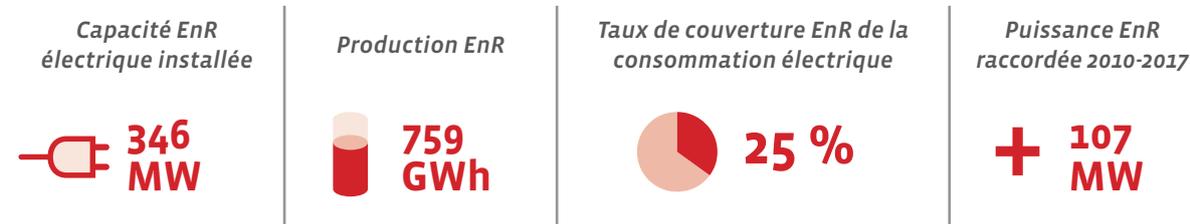
Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE

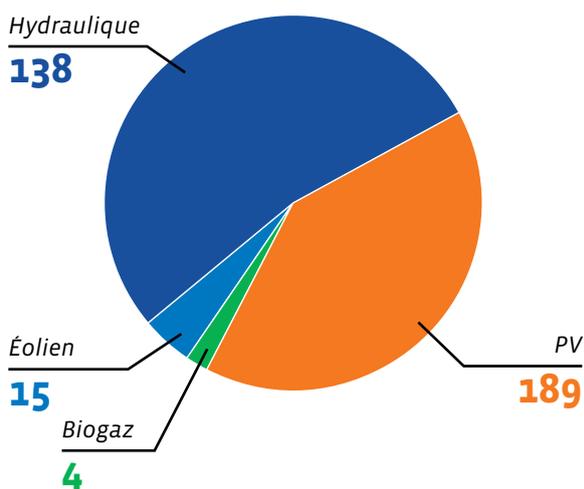
RÉUNION

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE 2017

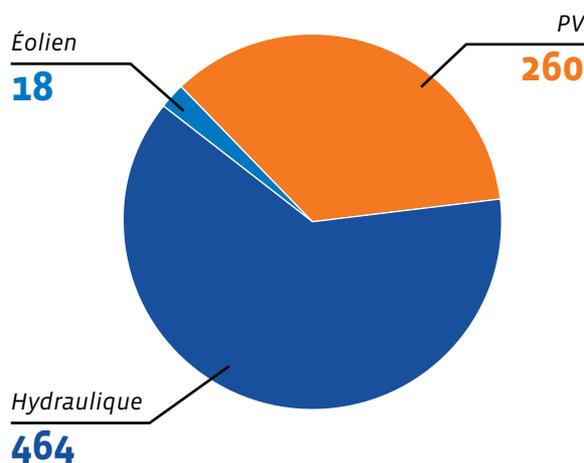


PUISSANCES ET PRODUCTIONS 2017

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif SRCAE hydraulique 2020

180 MW

Objectif SRCAE éolien 2020

35 MW

Objectif SRCAE PV 2020

250 MW

Les gisements proviennent de l'étude Ademe "Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050", 2015.

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Agence régionale de l'énergie Réunion (Arer)

www.arer.org

Site d'information à destination du grand public et des entreprises sur l'énergie à la Réunion. Des informations sur le niveau de développement des énergies renouvelables sont disponibles sur le site.



Énergies Réunion

www.energies-reunion.com

Son rôle : accompagner les collectivités locales actionnaires dans le développement de projets concrets aux enjeux énergétiques. Ses domaines d'action sont la maîtrise de la demande en énergie, les énergies nouvelles, l'observation, la gouvernance, l'information et la sensibilisation.



Technologies des énergies maîtrisées, énergies renouvelables et gestion isolée de l'énergie de la Réunion (Temergie)

www.temergie.com

Groupement d'entreprises, de laboratoires de recherche, d'organismes de formation, d'associations et de collectivités en faveur de l'émergence de projets collaboratifs d'innovation.

168



Observatoires régionaux
de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion
des énergies renouvelables



Agences régionales
de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement
régionaux



Pôles de compétitivité,
clusters d'entreprises



Objectifs et programmes
régionaux



Sociétés d'économie mixte
ayant des actifs EnR

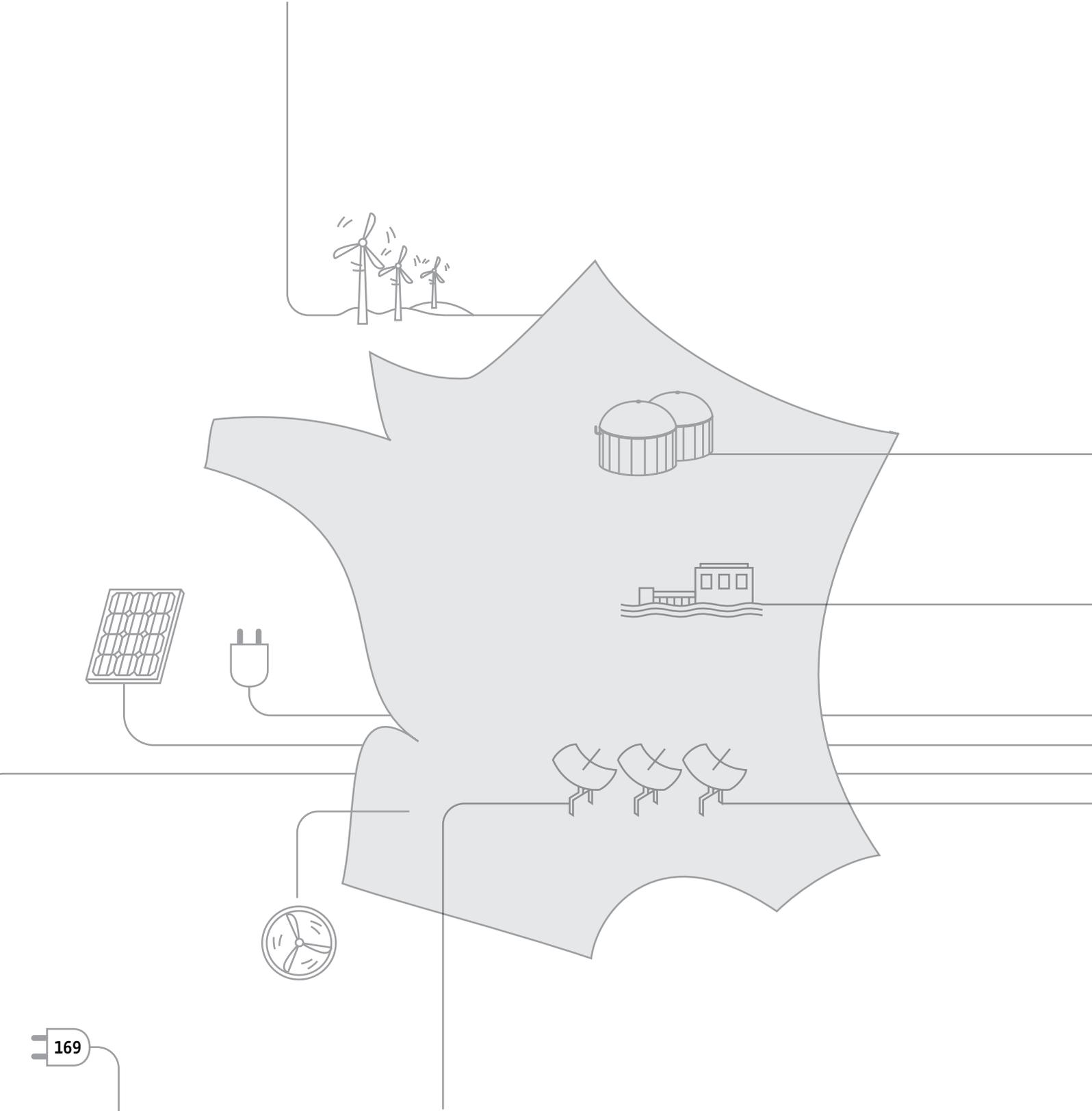


Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Retour
au sommaire



LEXIQUE ET SOURCES

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)

Sa mission est d'animer, coordonner, faciliter ou réaliser des opérations ayant pour objet la protection de l'environnement, la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelable sur le territoire national.

Agrégateur

Achète l'électricité de petits producteurs et la revend sur le marché.

Biométhane

Gaz riche en méthane provenant de l'épuration du biogaz issu de la fermentation de matières organiques. Il peut être utilisé dans une chaudière, comme carburant de véhicules ou être injecté dans le réseau de transport de gaz naturel.

Commission de régulation de l'énergie (CRE)

C'est une autorité administrative indépendante chargée de veiller au bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz en France.

Cogénération

Production simultanée de deux formes d'énergie différentes au sein du même processus de production. Le cas le plus fréquent est la production d'électricité et de chaleur, la chaleur étant issue de la production électrique.

Coût actualisé de l'énergie (LCOE pour *levelized cost of electricity*)

Correspond au coût du système (investissement actualisé + coûts opérationnels) divisé par la production électrique (le nombre de kWh) qu'il produira sur toute sa durée de vie.

Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) (ex-Dideme – Direction de la demande et des marchés énergétiques)

La DGEC définit et met en œuvre la politique française relative à l'énergie, aux matières premières énergétiques ainsi qu'à la lutte contre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Digestat

Résidu solide ou liquide pâteux composé d'éléments organiques non dégradés et de minéraux issu du processus de méthanisation de matières organiques.

Digesteur

Désigne une cuve qui produit du biogaz grâce à un procédé de méthanisation des matières organiques.

Entreprises locales de distribution (ELD)

Les ELD sont des entreprises créées par les collectivités locales pour exploiter les réseaux de distribution.

Guichet ouvert

Un développeur de projet passe par une procédure en guichet ouvert lorsqu'il peut déposer son projet pour analyse à n'importe quel moment, sans avoir à attendre un appel d'offres.

GWh

Abréviation de gigawatt heure (giga = 10^9).

Haute chute et basse chute

Une centrale hydroélectrique de haute chute utilise une chute d'eau de plus de 50 mètres. À l'inverse, les centrales basse chute sont sous ce seuil.

Mix électrique

La composition par source d'électricité de la production électrique globale d'un territoire donné.

MWh

Abréviation de mégawatt heure (méga = 10^6). 1 MWh = 0,086 tep, sauf pour l'électricité géothermie (1 MWh = 0,86 tep).

Module photovoltaïque

Assemblage de cellules photovoltaïques interconnectées, complètement protégé de l'environnement.

Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)

Il s'agit de l'outil de pilotage fixant les priorités d'action des pouvoirs publics dans le domaine de la transition énergétique, conformément aux engagements pris dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Ce document a remplacé la PPI.

Réseau électrique

Ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique. Il est constitué de lignes électriques.

Retour énergétique

C'est le taux de rendement énergétique, c'est-à-dire en combien de temps une installation ENR produit la quantité d'énergie qu'elle a consommée au cours de son cycle de vie.

Service de la donnée et des études statistiques (SDES)

Le SDES est rattaché au Commissariat général au développement durable (CGDD). Il assure, depuis le 10 juillet 2008, les fonctions de service statistique pour les domaines de l'environnement (ex-Ifen), de l'énergie (ex-Observatoire de l'énergie), de la construction, du logement et des transports (ex-SESP).

Schéma régional climat air énergie (SRCAE)

Copiloté par le préfet de Région et le président du conseil régional, il est l'un des grands schémas régionaux créés par les lois Grenelle I et Grenelle II. Ce schéma doit intégrer dans un seul et même cadre divers documents de planification ayant un lien fort avec l'énergie et le climat, dont notamment le schéma éolien et le schéma de services collectifs de l'énergie.

Substrat

Type de déchets valorisés dans un processus de méthanisation pour la production de biogaz. Ceux-ci peuvent être d'origine agricole (lisiers, fumiers), de l'industrie agro-alimentaire (résidus de distillation, marc, déchets de brasserie, graisse alimentaire), de station de traitement des eaux (boues de Step), de déchets ménagers organiques, de déchets verts, etc.

Taux de rentabilité interne (TRI)

Mesure de la performance d'un investissement, exprimée en pourcentage. Un investissement est dit rentable lorsque le TRI est supérieur aux exigences de rentabilité des investisseurs.

Territoire à énergie positive pour la croissance verte (TEPCV)

Territoire lauréat de l'appel à initiatives du même nom lancée par le ministère de l'Environnement en septembre 2014. Ces territoires proposent un programme global pour un nouveau modèle de développement plus sobre basé sur la réduction des besoins en énergie des habitants, des constructions, des activités économiques, des transports et des loisirs. Les TEPCV étaient au nombre de 355 au 1^{er} août 2016.

Tonne d'équivalent pétrole (TEP)

Elle est l'unité conventionnelle permettant de réaliser des bilans énergétiques multi-énergies avec comme référence l'équivalence en pétrole. Elle vaut, par définition, 41,868 gigajoules (GJ), ce qui correspond au pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole.

DEPUIS 33 ANS, LE JOURNAL DE RÉFÉRENCE !

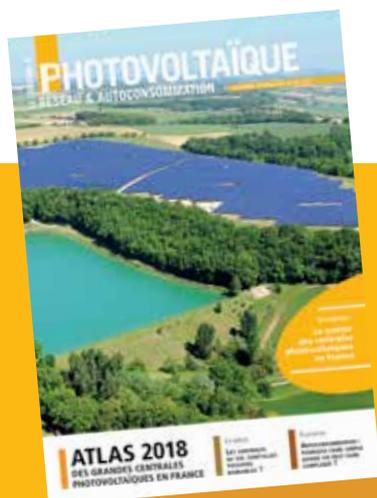
LE JOURNAL **DES ÉNERGIES RENEUVELABLES**

5 numéros par an

+ 40 envois "L'Actu EnR"

(newsletter hebdo dédiée aux EnR)

www.journal-enr.org



LE JOURNAL **DU PHOTOVOLTAÏQUE**
RÉSEAU & AUTOCONSUMMATION

5 numéros par an

+ 40 envois "L'Actu PV"

(newsletter hebdo dédiée au photovoltaïque)

www.journal-photovoltaïque.org

LE JOURNAL **DE L'ÉOLIEN**
ONSHORE & OFFSHORE

5 numéros par an

+ 40 envois "L'Actu Éolien"

(newsletter hebdo dédiée à l'éolien)

www.journal-eolien.org



Abonnement sur : librairie-energies-renouvelables.org



ORGANISMES

- Ademe (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie)
- AFIG (association française des professionnels de la géothermie)
- ATEE Club Biogaz
- AMORCE (association nationale des collectivités, des associations et des entreprises pour la gestion des déchets, de l'énergie et des réseaux de chaleur)
- Baromètres EurObserv'ER
- BPIfrance
- BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières)
- CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants)
- CIBE (Comité Interprofessionnel du Bois Énergie)
- CNIID (Centre national d'information indépendante sur les déchets)
- CRE (Commission de Régulation de l'Énergie)
- Enedis
- Le réseau des DREAL (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement)
- EDF SEI (Électricité de France Système Électrique Insulaire)
- ENERPLAN Syndicat des professionnels de l'énergie solaire
- ÉS Géothermie (Électricité de Strasbourg Géothermie)
- ESTELA SOLAR (European Solar Thermal Electricity Association)
- La FEE (France Energie Éolienne)
- FNCCR (Fédération nationale des collectivités concédantes et régies)
- France Energies Marines
- France Hydroélectricité
- France Territoire Solaire
- Hespul
- Ifremer (L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer)
- Ministère de l'Économie et des Finances
- ministère de la Transition écologique et solidaire
- Naval Energies
- Observ'ER – le Journal de l'Éolien
- Observ'ER – le Journal du Photovoltaïque
- Observ'ER – le Journal des énergies renouvelables
- Observatoire des énergies de la mer
- QUALIT'EnR
- RTE (Réseau Transport Electricité)
- SER (Syndicat des Énergies Renouvelables)
- SDES (Service de la donnée et des études statistiques)
- Solar Power Europe
- SVDU (Syndicat national du traitement et de la valorisation des déchets urbains)
- UFE (Union Française de l'Electricité)
- Wind Europe

LISTE DES SOURCES UTILISÉES

Observ'ER

Le Baromètre 2018
des énergies renouvelables
électriques en France

SITES INTERNET

- www.ademe.fr
- www.actu-environnement.com
- www.afpg.asso.fr
- www.arer.org
- www.alstom.com/power/renewables/hydro
- www.amorce.asso.fr
- www.biogaz.atee.fr
- www.biogazvallee.eu
- www.bpifrance.fr
- www.brgm.fr
- www.cewep.eu
- www.cibe.fr
- www.cluster-maritime.fr
- www.cniid.org
- www.cnr.tm.fr
- www.cogenerationbiomasserhonealpes.org
- www.cre.fr
- www.dcnsgroup.com
- www.developpement-durable.gouv.fr
- www.economie.gouv.fr
- www.enedis.fr
- www.enerplan.asso.fr
- www.energiesdelamer.blogspot.com
- www.energie-plus.com
- www.energies-renouvelables.org
- www.enr.fr
- www.euroobserv-er.org
- www.fee.asso.fr
- www.france-energies-marines.org
- www.france-hydro-electricite.fr
- www.france.edf.com
- www.geothermie-perspectives.fr
- www.geothermie-soultz.fr
- www.greenunivers.com
- www.iea-pvps.org
- www.ifremer.fr
- www.injectionbiomethane.fr
- www.lechodusolaire.fr
- www.merenergies.fr
- www.observatoire-energie-photovoltaïque.com
- www.openhydro.com

- www.photovoltaïque.info
- www.pole-mer-bretagne.com
- www.polemerpaca.com
- www.promes.cnrs.fr
- www.rte-france.com
- www.sinoe.org
- www.solarpowereurope.org
- www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr
- www.ufe-electricite.fr
- www.windeurope.org
- www.zerowastefrance.org

PUBLICATIONS

Toutes filières

- « Bilan énergétique de la France métropolitaine en 2017 », SDES, 2018
- « Chiffres clés de l'énergie Édition 2017 » Commissariat Général au Développement Durable, 2018
- « Étude du cadre législatif et réglementaire applicable au financement participatif des énergies renouvelables », Ademe, 2015
- « Étude sur le potentiel du stockage d'énergies » DGCI – ATEE – Ademe 2013
- « Feuille de route pour l'éolien en mer, 15 000 MW en 2030 » SER 2013
- « Programmation pluriannuelle de l'énergie » Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie, 2016
- « Panorama de l'électricité renouvelable au 30 septembre 2018 », RTE, SER, ERDF, ADEeF, 2018
- « Panorama de l'électricité renouvelable en 2017 », RTE, SER, ERDF, ADEeF, 2018
- « Vers un mix électrique 100% renouvelable en 2050 », Ademe, 2015

- « Mix électrique 100% renouvelables à 2050. Evaluation macro-économique », juin 2016

Biomasse

- « Biométhane, et votre territoire devient source d'énergie » GrDF 2013
- « L'état des lieux de la filière biogaz en France » ATEE Club Biogaz – E-CUBE Strategy Consultant, 2016
- « Montage de projet de méthanisation – Recueil de recommandations et retour d'expériences » Agence régionale de l'énergie Rhône-Alpes – Ademe, décembre 2015
- « Tableau de bord du biogaz », SDES

Eolien

- « Etude sur la filière éolienne française : bilan, prospective, stratégie », ADEME, 2017
- « Observatoire de l'éolien, Analyse du marché et des emplois éoliens en France en 2017 », FEE – BearingPoint, 2018
- « Tableau de bord de l'éolien », SDES
- « Observatoire des coûts de l'éolien terrestre », France Energie Eolienne et Pöyry Managing, 2018.
- « Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune », LPO France, 2017.

Solaire

- « Observatoire de l'énergie photovoltaïque en France », France Territoire Solaire, 2018
- « Tableau de bord du photovoltaïque », SDES
- « Filière Photovoltaïque Française : Bilan, Perspectives et Stratégie », ADEME, septembre 2015.

- « Etude de la compétitivité et des retombées socio-économiques de la filière solaire française », icare & consult, 2017
- « Mobilisation pour accélérer le déploiement de l'énergie solaire », Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2018
- « Guide solaire et patrimoine protégé », FNCCR, 2018

Hydroélectrique

- « Evaluation de l'impact économique de la filière hydroélectrique française » Le BIPE, 2013
- « Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations hydroélectriques », Commission de Régulation de l'Energie, avril 2016.
- « L'hydroélectricité à la croisée des chemins : donnons un nouvel élan à la première des énergies renouvelables », France Hydro Electricité, 2017

EMR

- « Energies marines renouvelables – Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques » MEDDE 2012
- « Les Énergies de la mer : la réalité de la filière, » Observatoire des énergies de la mer, 2018

Géothermie

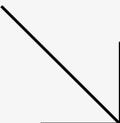
- « Le savoir-faire français dans le domaine de la géothermie » Ademe 2013
- « Market Report, key Findings » Egec Geothermal, 2018



SOURCES UTILISÉES

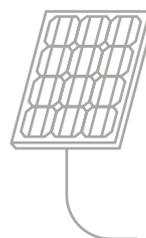
Mobilité

- « Bilan transversal de l'impact de l'électrification par segment, projet E4T », Ademe, 2018
- « L'Observatoire des mobilités émergentes : Partages, multimodalité, report modal, connexion généralisée... Comment les français réinventent-ils leurs pratiques de mobilité ? », Ademe, 2017
- « Le mystère de la voiture électrique », Observatoire Cetelem, 2019
- « L'impact du développement des mobilités propres sur le mix énergétique », Comité de prospective de la CRE, 2018
- « La flexibilité et le stockage sur les réseaux d'énergie d'ici les années 2030 », Comité de prospective de la CRE, 2018
- « Panorama des politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions », France Stratégie, 2018
- « Baromètre mensuel Avere-France », Avere France, 2018



**Ce document est téléchargeable
au format PDF sur :**

- www.energies-renouvelables.org
- www.fnccr.asso.fr



RENSEIGNEMENTS ET INFORMATIONS

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

Diane Lescot ou Frédéric Tuillé

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

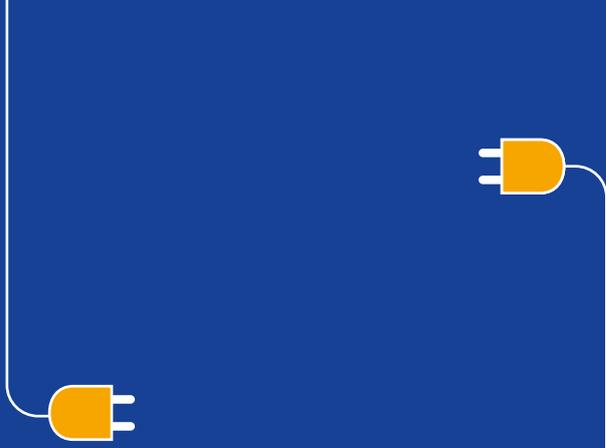
E-MAIL

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

