

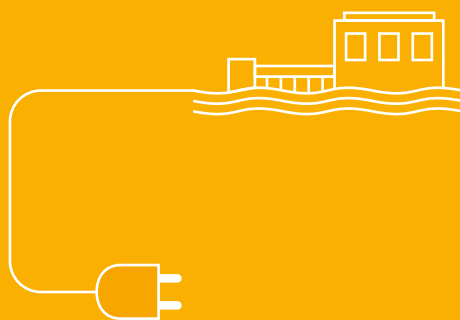
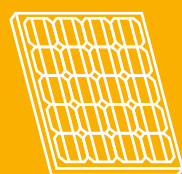
10<sup>e</sup> édition



# LE BAROMÈTRE 2019

## 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](http://www.energies-renouvelables.org)

• [www.fnccr.asso.fr](http://www.fnccr.asso.fr)



*Directeur de la publication : Vincent Jacques le Seigneur*

*Directrice adjointe : Diane Lescot*

*Rédacteurs : Géraldine Houot et 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 : Alice Sawicki*

*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.**



<b>AVANT-PROPOS</b>	4
<b>ÉDITO</b>	5
<b>ÉOLIEN</b>	7
<b>PHOTOVOLTAÏQUE</b>	21
<b>HYDRAULIQUE</b>	33
<b>BIOMASSE SOLIDE</b>	43
<b>BIOGAZ</b>	52
<b>DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES</b>	60
<b>GÉOTHERMIE</b>	68
<b>ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES</b>	78
<b>SOLAIRE À CONCENTRATION</b>	89
<b>SYNTHÈSE</b>	96
<b>DOSSIER DU BAROMÈTRE : MOBILITÉ ÉLECTRIQUE</b>	102
<b>PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE</b>	114
<b>LES RÉGIONS À LA LOUPE</b>	126
<b>LEXIQUE ET SOURCES</b>	166

# SOMMAIRE

## **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

**P**our la dixième 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.**

Ce baromètre propose une lecture dynamique du développement récent de chacun des secteurs étudiés, à la lumière des points d'actualité les plus proches. L'ensemble de ces éléments constitue un panorama complet de l'état de structuration des secteurs électriques renouvelables en France. Ce baromètre est 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) et d'Enedis pour la partie France continentale, et d'EDF pour les territoires insulaires. Les données de production d'électricité sont basées sur les chiffres du Sdes, de RTE et d'Enedis.*

*Les indicateurs socio-économiques d'emploi et de chiffre d'affaires sont issus de l'étude diffusée par l'Ademe en 2018 : “Marchés et emplois dans le domaine des énergies renouvelables”. Ces chiffres portent sur la situation des filières en 2017. Concernant l'éolien, les chiffres de l'emploi sont issus de “L'observatoire de l'éolien 2019” de FEE-Capgemini Invent, et portent sur l'année 2018. Pour les énergies marines, les chiffres de l'emploi et de l'activité sont issus du rapport “Les énergies de la mer : la réalité de la filière”, de l'Observatoire des énergies de la mer, et portent sur l'année 2018.*

*Les données énergétiques publiées dans ce baromètre sont basées sur des données arrêtées à la date du 30 septembre 2019. 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.*

# AVANT-PROPOS

#### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France





## Xavier Pintat

Président  
de la FNCCR

**D**epuis quelques années, l'essor des énergies renouvelables repose largement sur l'implication des collectivités locales. Cette dernière résulte d'une prise de conscience quasi généralisée de la nécessité de ne plus recourir aux énergies fossiles, tout en créant des sources de production de proximité, pour tirer le meilleur parti des ressources des territoires. Cette approche, qui ressemble à celle des "circuits courts" créés par exemple dans le secteur de l'alimentation, est aujourd'hui partagée par la plupart des élus parce qu'elle répond à des enjeux de proximité, d'écologie et également de solidarité entre espaces urbains et ruraux, pouvant insuffler un dynamisme nouveau à des communes souffrant parfois d'une forme de "fracture territoriale".

Issu de la contestation d'une taxe sur l'énergie et du prix de l'essence, le mouvement dit des "gilets jaunes" a mis en évidence l'importance des questions énergétiques dans notre modèle de développement. Il peut sembler en sommeil aujourd'hui, mais nous savons que ses ferments sont toujours là et qu'il appartient à chacun, du plus haut sommet de l'État jusqu'à l' élu communal, de trouver des réponses et de porter des projets permettant à chacun d'accéder à une énergie propre, proche et à un coût abordable. C'est un des grands défis des années qui viennent, car nous devons conduire cette transition énergétique rapidement, au regard de l'urgence climatique, tout en veillant à l'équité sociale de cette mutation.



# ÉDITO

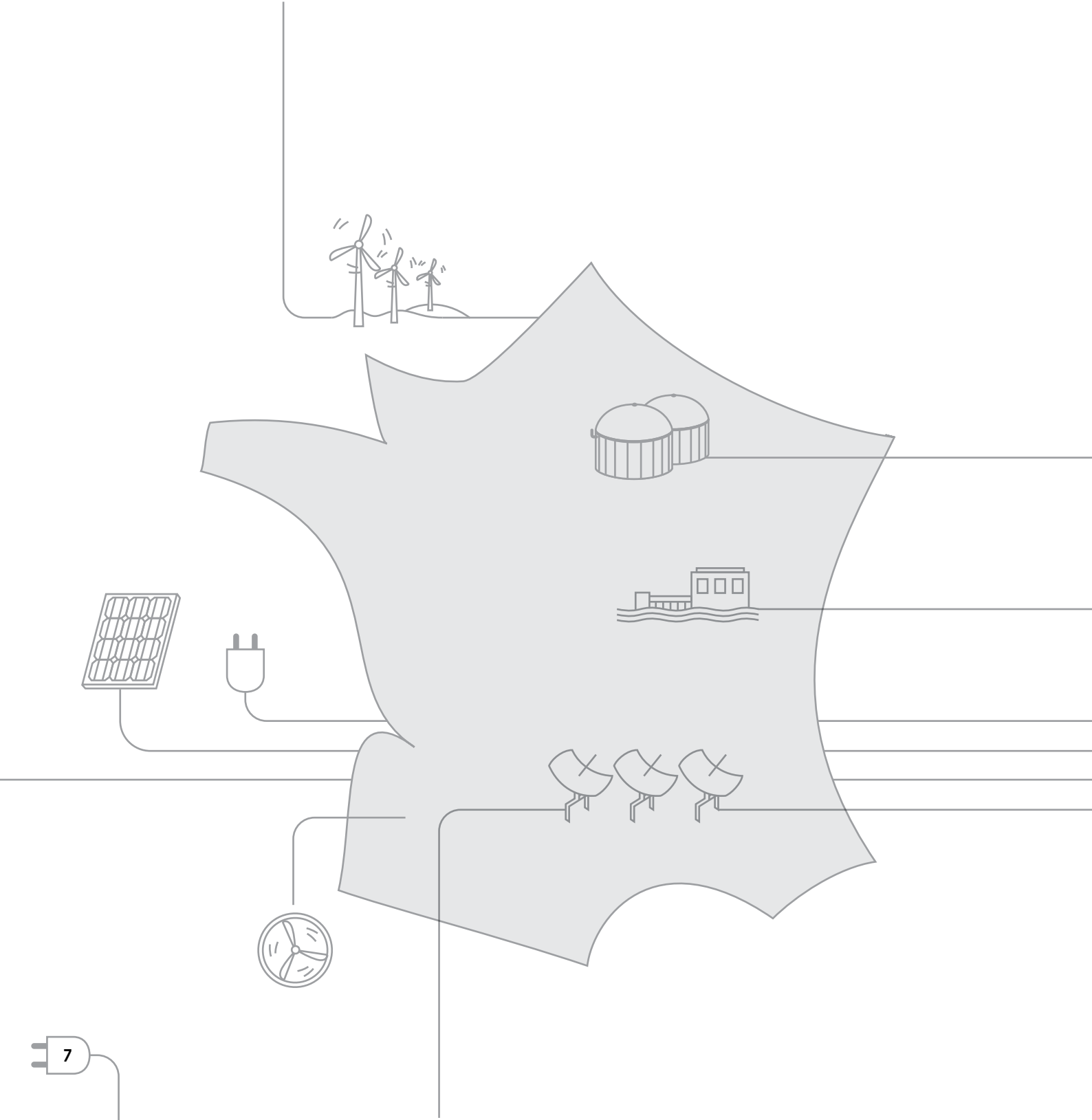
## Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

Il apparaît donc nécessaire de disposer d'outils permettant de concilier ces exigences, et j'observe que les autorités organisatrices de la distribution d'énergie (Aode), notamment les grands syndicats intercommunaux d'énergie, y concourent de plus en plus en se dotant de compétences nouvelles, en combinant expertise technique, mutualisation des moyens et solidarité territoriale. Exemple à cet égard est la dynamique de création de SEM de production d'énergie renouvelable qui, par l'implantation et l'implication locales, permet de mener à terme des projets dont les retombées, énergétiques et économiques, profitent aux territoires, autorisant d'en conduire d'autres dans les mêmes conditions. Il en est de même pour l'efficacité éner-

gétique lorsque les gains obtenus dans la facture peuvent favoriser d'autres projets de maîtrise de la demande.

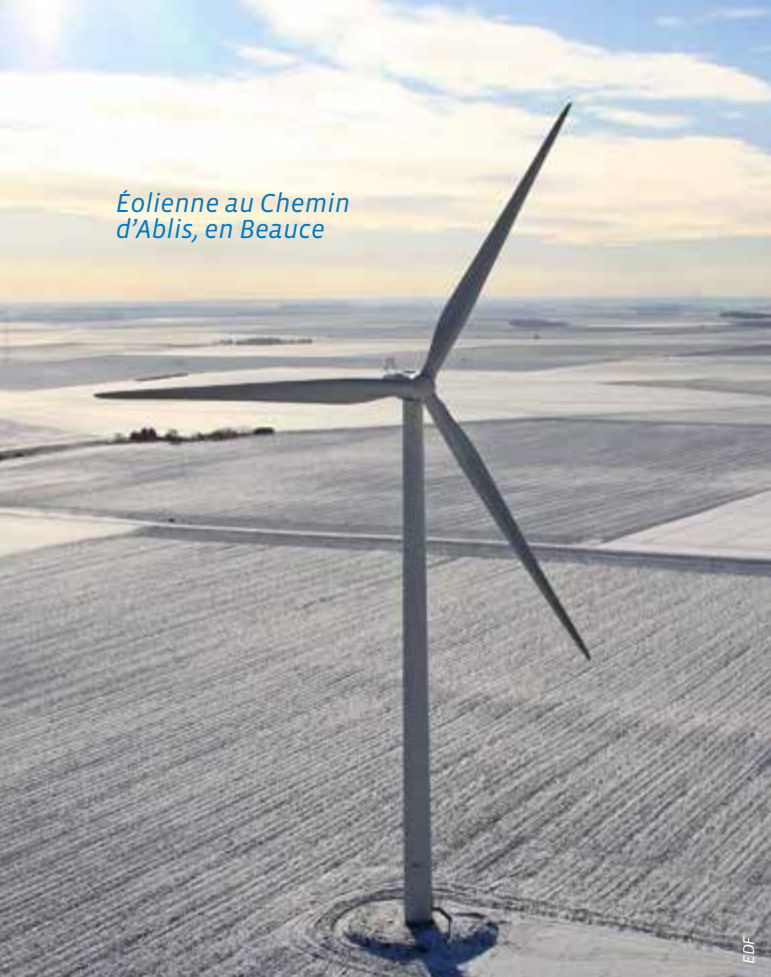
À quelques semaines des élections municipales, l'implication croissante des élus de proximité dans la transition énergétique est d'autant plus nécessaire que les projets de production d'énergie renouvelable se heurtent souvent à la réticence des populations. Il importe donc que ces projets portent une dynamique locale, ne serait-ce que par le financement participatif auquel plusieurs SEM de production recourent déjà. Un nouveau monde énergétique se crée sous nos yeux et je me félicite que les Aode, en lien étroit avec les Régions, en soient devenues des rouages essentiels. ●



# LES FILIÈRES RENOUVELABLES

## **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



Éolienne au Chemin d'Ablis, en Beauce

L'énergie éolienne poursuit son développement, mais elle va devoir renforcer son rythme pour rester dans les clous de la feuille de route de la nouvelle PPE, tout en ménageant le délicat sujet de l'acceptabilité des sites de la part des populations. En parallèle à sa croissance énergétique, la filière continue de se structurer en abordant les premiers chantiers de *repowering*.

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance installée à fin septembre 2019*

**16 019 MW**

*Production électrique en 2018*

**26 100 GWh**

*Objectif à fin 2023<sup>1</sup>*

**24,1 GW**

*Objectif à fin 2028<sup>1</sup>*

**33,2 – 34,7 GW**

*Emplois directs et indirects dans la filière en 2018*

**18 200**

*Chiffre d'affaires de la filière en 2017*

**5 183**  
millions d'euros



## FILIÈRE ÉOLIENNE

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

1. Objectifs dans l'éolien terrestre uniquement.

Après que l'année 2018 a été bouclée avec 1 615 MW supplémentaires, un chiffre proche du record de la filière en France (1 646 MW en 2017), la puissance totale éolienne a atteint les 16 019 MW à la fin du mois de septembre 2019. 805 MW ont ainsi été ajoutés depuis janvier 2019, soit un rythme très proche de celui qui avait été observé lors des trois premiers trimestres de 2018. Côté production, la filière a généré en 2018 26,1 TWh d'électricité, soit environ 5,5 % de la consommation nationale. L'éolien poursuit son développement en

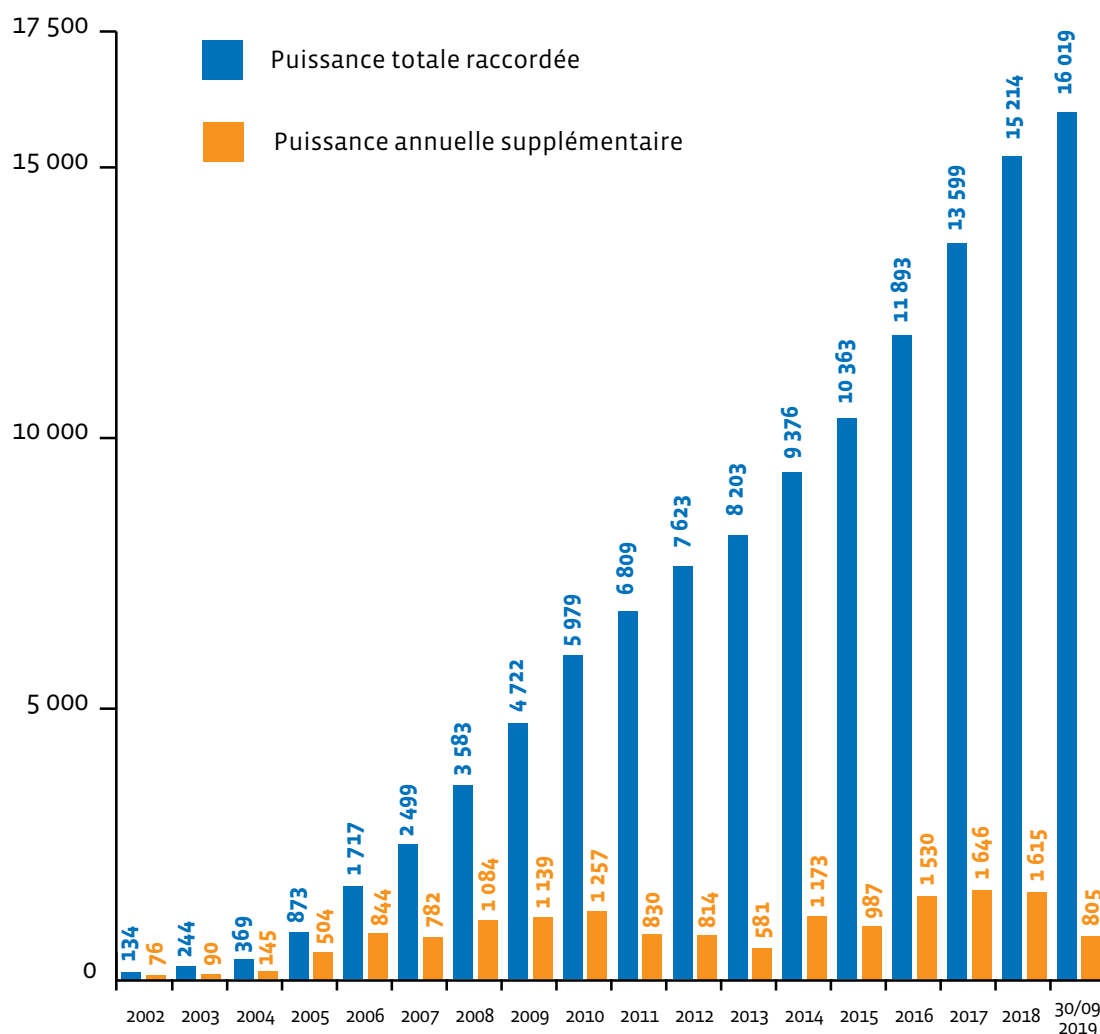
ayant respecté le point de passage que lui avait assigné la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2016, soit un parc de 15 000 MW à fin 2018. Les professionnels sont désormais totalement tournés vers les objectifs pour 2023 (24,1 GW) puis 2028 (entre 33,2 et 34,7 GW), avec comme principal souci la progression actuelle, qui se révèle insuffisante. L'atteinte des objectifs futurs nécessiterait en effet un rythme annuel de 2 GW entre 2019 et 2023, soit un niveau jamais atteint jusqu'ici par la filière en France.



## Graphique n°1

Évolution de la puissance éolienne raccordée depuis 2002 (en MW)

Source : SDES 2019.



### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



Au niveau européen, la France est restée en 2018 le quatrième pays en termes de puissance éolienne raccordée derrière l'Allemagne (58 908 MW), l'Espagne (23 494 MW) et le Royaume-Uni (21 243 MW) (voir carte n° 1). Au total, l'Union européenne comptait 178 950 MW installés, dont 10 051 pendant la seule année 2018.

## L'ACCEPTABILITÉ DES SITES AU CŒUR DES PRÉOCCUPATIONS DU SECTEUR

À fin septembre 2019, la région Hauts-de-France reste la première en termes de capacité éolienne raccordée. Elle devance la région Grand Est, notamment en ayant installé 226 MW de puissance supplémentaire depuis janvier 2019. Ces deux régions représentent à elles seules 48 % du parc total national. A contrario, les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Île-de-France, Corse et les DOM disposent chacun de moins de 100 MW de parc éolien.

Si les projets éoliens s'inscrivent toujours un peu plus dans les dynamiques territoriales locales, il est également vrai que la question de l'acceptabilité des éoliennes par les citoyens est désormais une composante fondamentale du secteur. En 2019, 70 % des projets en cours faisaient l'objet de recours de la part d'associations opposées au développement de cette technologie. S'il est élevé, ce chiffre est cependant loin de refléter la véritable opinion du grand public vis-à-vis de l'énergie éolienne. Ce mouvement est surtout le fait d'un tissu d'associations farouchement opposées à l'éolien et qui s'organisent pour porter des recours de façon systématique contre tout nouveau projet. Selon une enquête Harris Interactive réalisée pour le syndicat France énergie éolienne (FEE), une majorité des Français aurait une image positive de l'énergie du vent : 73 % des sondés

(contre 25 % d'avis négatif), et ce résultat est assez stable dans le temps. Cette cote positive monte même à 80 % chez les riverains de parcs terrestres.

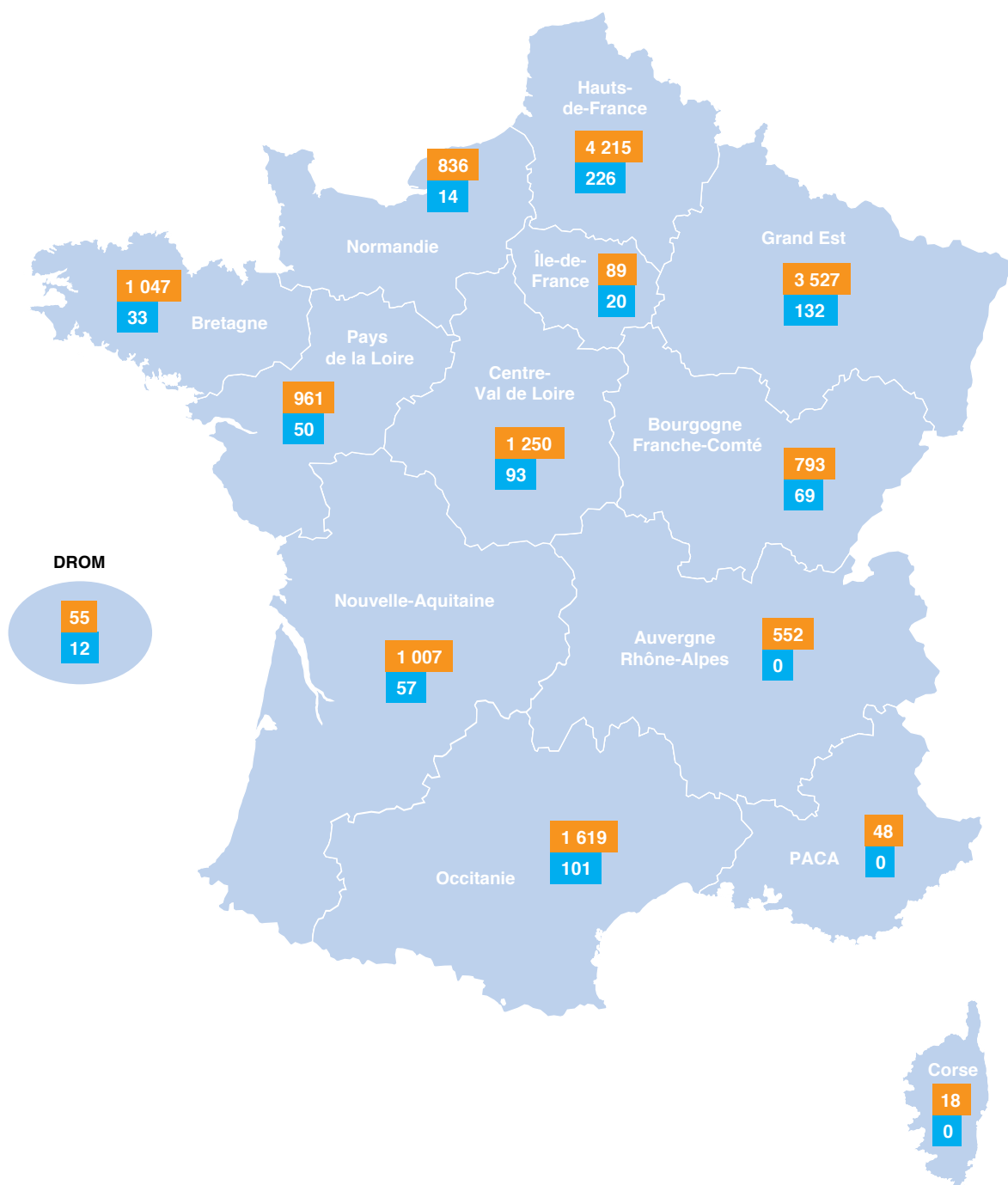
Toutefois, les développeurs prennent l'affaire au sérieux et multiplient les actions pour tenter d'atténuer le potentiel de contestation par la réduction des nuisances. Sur la question du bruit des pales, des améliorations techniques continues l'ont rendu très faible à 500 mètres (distance minimale entre une éolienne et la première habitation). De la même façon, le balisage lumineux du sommet des mâts a été amélioré afin de moins gêner les riverains, tout en respectant les contraintes de l'aviation civile et militaire. Un autre angle pour faciliter l'implantation des machines : accroître les retombées économiques locales. Depuis janvier 2019, les communes d'implantation des parcs savent qu'elles percevront au moins 20 % des recettes de l'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (Ifer), alors que la répartition passait avant par la communauté de communes, sans taux plancher. Enfin, le financement participatif est aussi un vecteur d'acceptabilité. Rares sont désormais les développeurs qui n'ouvrent pas une partie du capital d'un futur parc aux collectivités locales ainsi qu'au financement du public.

L'impact paysager des éoliennes est également considéré, avec notamment la constitution d'un groupe de travail qui rassemble l'Ademe, la Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP) ainsi que l'École nationale supérieure de paysage de Versailles. Ici, l'approche est autant sociologique qu'historique, car elle consiste à expliquer que les paysages évoluent dans le temps et ne sont pas des "cartes postales"

## Carte n°1

### Cartographie de la filière éolienne en France

Source : SDES 2019.



■ Puissance éolienne totale raccordée au 30/09/2019 (en MW)

■ Puissance raccordée depuis le début de l'année 2019 (en MW)

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

qui seront constamment figées. Les paysages changent face aux évolutions énergétiques ou économiques (hydraulique, lignes électriques, remonte-pentes dans les stations de montagne), et les populations doivent être associées à la traduction de la transition énergétique sur un territoire. Globalement, un maître mot se dégage : information. Ce n'est pas une surprise, mais les projets les mieux accueillis sont ceux qui ont été accompagnés des actions d'information, d'explication et de concertation les plus travaillées. Les élus comme les citoyens souhaitent participer au devenir de leurs territoires, et pas seulement se plier à des opérations de concertation qui n'auraient pour objectif que de faire "passer la pilule" aux locaux.

## REPOWERING PARTIE PRENANTE DES OBJECTIFS DE LA FILIÈRE

Les objectifs de la PPE pour 2028 prévoient de multiplier par 2,5 le parc éolien terrestre.

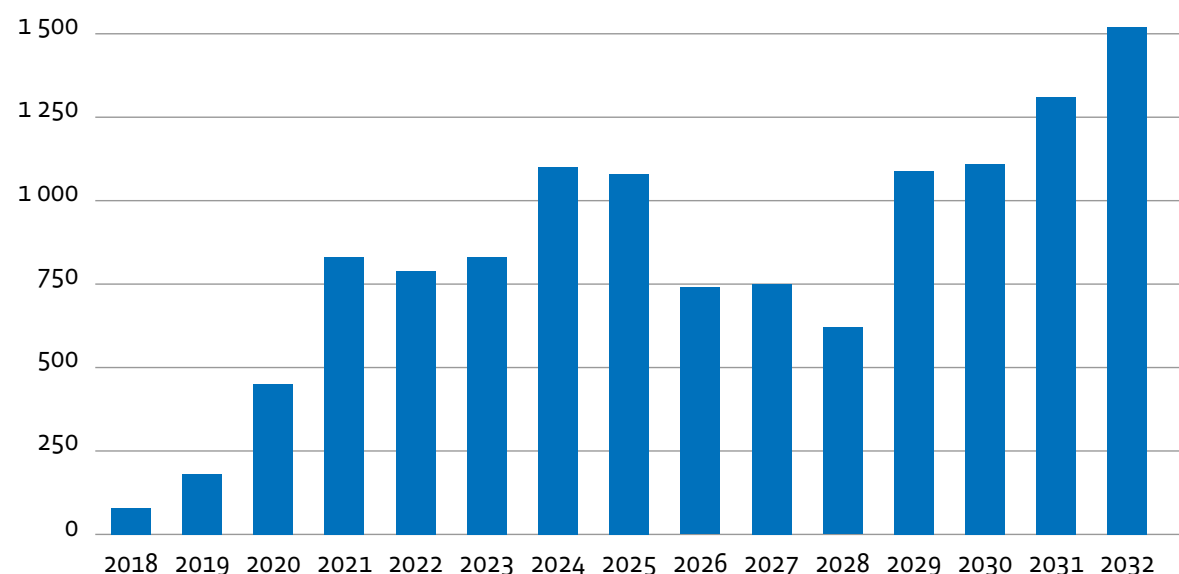
Cela signifie de passer de 8 000 mâts fin 2018 à environ 14 500 en 2028, soit une augmentation de 6 500 mâts. Pour y parvenir, il va falloir à la fois construire de nouveaux parcs, mais aussi renouveler de manière ambitieuse le parc existant. L'objectif est donc de chercher à optimiser les premiers sites exploités, souvent les mieux ventés, en installant des technologies plus récentes et plus performantes à la place des anciennes machines. Cela permettrait d'augmenter significativement la capacité des plus vieux sites, sous-exploités avec des éoliennes de moins de 1 MW quand, aujourd'hui, les technologies affichent 4 MW de puissance unitaire. C'est ce que l'on nomme le *repowering*, une approche qui répond à deux défis : produire des kilowattheures peu chers et faire accepter les projets dans les territoires. Aujourd'hui, les premiers projets de renouvellement en France sont menés sur des parcs mis en service



## Graphique n°2

Puissance éolienne sortant de l'obligation d'achat d'ici 2032 (en MW)

Source : RTE.





dans les années 2000. S'ils sont encore peu nombreux, à partir de 2020, de nombreux parcs éoliens vont arriver à la fin de leur contrat d'obligation d'achat de l'électricité produite. De 500 à 1 500 MW par an seront concernés d'ici 2032 (voir graphique 2). Pour préparer cette évolution, une instruction a été publiée par le gouvernement en juillet 2018. Elle fixe, pour les administrations et préfetures, les règles d'évaluation des projets de modification des parcs éoliens. L'objectif était de définir dans quel cadre une modification est jugée substantielle et nécessite donc une nouvelle autorisation environnementale, et dans quel cadre cette modification est non substantielle et peut donc faire l'objet d'une procédure simplifiée. L'instruction prévoit une étude au cas par cas des dossiers lorsque l'augmentation de la taille des éoliennes se situe entre 10 % (modification non substantielle) et 50 % (modification substantielle). Ainsi, Boralex a débuté en 2018 un renouvellement partiel de son parc de Cham Longe (Ardèche) en changeant 12 des 14 éoliennes du site. La puissance unitaire de chaque machine changée a été doublée, quand sa taille n'a augmenté que de 20 %. La technologie a également été améliorée, puisque les nouvelles éoliennes sont plus adaptées au site, souvent enneigé, avec des pâles chauffantes qui limitent l'impact du givre, et donc les opérations de maintenance. L'autre solution qui s'offre à un parc arrivant à la fin de son contrat est de prolonger sa durée d'exploitation. Cela peut s'avérer la meilleure option lorsque, sur un site, de nouvelles contraintes (radars, aéronautique, habitations) sont apparues depuis la législation qui encadrait l'installation

initiale. Il est possible d'envisager de prolonger la vie du parc, mais celui-ci ne pourra alors plus bénéficier de l'obligation d'achat. Il devra se rémunérer en vendant son électricité sur le marché ou via un contrat de gré à gré, avec un industriel par exemple, ou un fournisseur indépendant via un *purchase power agreement* (PPA – contrat d'approvisionnement direct du producteur au consommateur). En Espagne, 6 150 MW sont sortis de tout mécanisme de soutien depuis 2013, et les parcs concernés fonctionnent actuellement en vendant l'électricité sur le marché. En France, les autorisations d'exploiter un parc éolien sont accordées sans limite de temps, ce qui permet de poursuivre l'exploitation sans avoir besoin d'une nouvelle autorisation. Les machines doivent en revanche être en état de fonctionnement pour garantir non seulement leur rentabilité, mais aussi la sécurité de l'installation. Des bureaux d'études spécialisés estiment la durée de vie potentielle des machines. Ils collectent pour cela les données de vent, les données Scada (système de contrôle et d'acquisition de données), l'historique de la production, tous les événements survenus durant l'exploitation pour estimer la fatigue réelle des composants, afin de préconiser de nouveaux scénarios d'exploitation, voire des mesures de maintenance préventive. Certains gros composants, comme les pales ou la boîte de vitesses, peuvent être changés et nécessiter un nouvel investissement. Dans le cas d'un parc amorti, les risques couverts par l'assurance peuvent d'ailleurs être allégés, comme ceux couvrant la perte d'exploitation, afin d'améliorer les conditions économiques.



### Éoliennes et terres rares

*Une récente note technique de l'Ademe s'est penchée sur l'utilisation des terres rares dans les filières énergies renouvelables, et les conclusions sont intéressantes. Les énergies renouvelables n'utilisent, pour la plupart, pas de terres rares. La consommation de terres rares dans ce secteur réside essentiellement dans l'utilisation d'aimants permanents pour certains segments de marché de l'éolien (essentiellement pour l'éolien en mer), de faible taille, mais en forte croissance. Aucune autre technologie de conversion des énergies renouvelables n'utilise les terres rares de manière significative, et notamment pas le photovoltaïque.*

*Les turbines éoliennes synchrones à aimants permanents (permanent magnet generator, PMG) sont apparues dans les années 2000 pour, entre autres, améliorer les rendements de conversion, réduire le poids et les besoins de maintenance, et allonger la durée de vie des systèmes. Seules les éoliennes à aimants permanents utilisent des terres rares. Ces aimants contiennent principalement du néodyme, mais aussi du dysprosium, qui sont des terres rares. Les éoliennes à aimants permanents sont toutefois très peu répandues dans l'éolien terrestre en France (environ 3 % du parc terrestre en 2018), marché qui constitue l'essentiel du développement de l'éolien du pays. L'évaluation de la masse d'aimants permanents nécessaires à tout le parc éolien français installé fin 2018 (14,3 GW, terrestre et offshore), selon la composition indiquée ci-avant et pour 3 % du parc, aboutit à 213 tonnes, ce qui représente une quantité totale d'environ 70 tonnes de néodyme et 13 tonnes de dysprosium, soit au total moins de 1,5 % du marché annuel mondial de chacun de ces éléments. L'analyse du marché des turbines à venir pour l'éolien terrestre, qui va présenter des rotors de diamètre supérieur à 130 m et des capacités unitaires supérieures à 4 MW, ne montre pas un besoin nettement plus important en aimants permanents. En effet, les constructeurs ont anticipé la problématique suite à la flambée des prix du dysprosium en 2011 en proposant des technologies plutôt classiques, même sur les machines les plus puissantes. En intégrant la problématique des éoliennes en mer sur les douze années à venir (à l'horizon 2030), la demande de terres rares de l'industrie européenne (et pas uniquement française) représenterait 17 % du volume d'extraction de terres rares de 2015. De plus, des technologies alternatives existent, avec des technologies d'éolienne sans aimant permanent, ce qui aurait un effet sur la masse de la turbine qui conduirait à un renchérissement des coûts de structure (mât, fondation ou flotteur). La problématique de l'utilisation des aimants permanents a donc été bien prise en compte par les constructeurs. Dans ce contexte, une éventuelle tension forte sur les terres rares ne semble pas devoir compromettre le développement de l'éolien en Europe.*

## UNE FILIÈRE DU RECYCLAGE QUI SE STRUCTURE

Malgré les différentes options pour prolonger la vie d'un site éolien, la fin de vie d'un parc et son démantèlement sont également une réalité de la filière. Parmi les tout premiers chantiers, il y a celui du site de Port-la-Nouvelle (Aude), où Engie a commencé à démonter les 5 éoliennes du parc, dont la première, de 200 kW, avait été raccordée au réseau électrique en 1991. 96 % des éléments seront recyclés et les fondations de béton de chacune des turbines seront extraites du sol, le fer séparé du béton et les câbles repris, pour restaurer entièrement le terrain. Si ce type de chantiers est encore marginal en France, sa progression est déjà anticipée, puisque la prochaine PPE prévoit de rendre obligatoire, d'ici 2023, le recyclage des matériaux constitutifs des éoliennes lors de leur démantèlement. De son côté, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) propose d'intégrer la recyclabilité comme critère de notation des projets candidats aux appels d'offres. Aujourd'hui, la loi prévoit que les exploitants provisionnent 50 000 € pour assurer le démantèlement de chaque éolienne. Ils ont obligation de démanteler les parcs en fin de vie, d'évacuer les déchets vers les filières existantes et de remettre le site à l'état initial. Il s'agit donc d'aller plus loin, pour rendre plus vertueux le cycle de vie des éoliennes.

Une éolienne de 2 MW est constituée de fondations (entre 800 et 1 000 tonnes de béton et d'acier), d'un mât (250 à 300 tonnes d'acier), de câblages (constitués d'aluminium, de cuivre...) et de pales (en fibres composites). Pour la partie béton et l'acier, qui constituent 95 % de la masse d'une éolienne, les filières de recyclage et de

valorisation sont déjà bien structurées. L'enjeu pour la filière se situe davantage au niveau du devenir des pales et des aimants permanents, contenant des terres rares. « *Seulement 3 % des éoliennes terrestres ont des aimants permanents en France. Ils sont surtout utilisés pour l'éolien offshore. La problématique de leur recyclage sera donc plus tardive* », analyse Sébastien Billeau, ingénieur à l'Ademe. Les pâles constituent un défi plus immédiat car elles devraient représenter 50 000 tonnes de déchets en 2020 à l'échelle mondiale, 200 000 tonnes d'ici 2034.

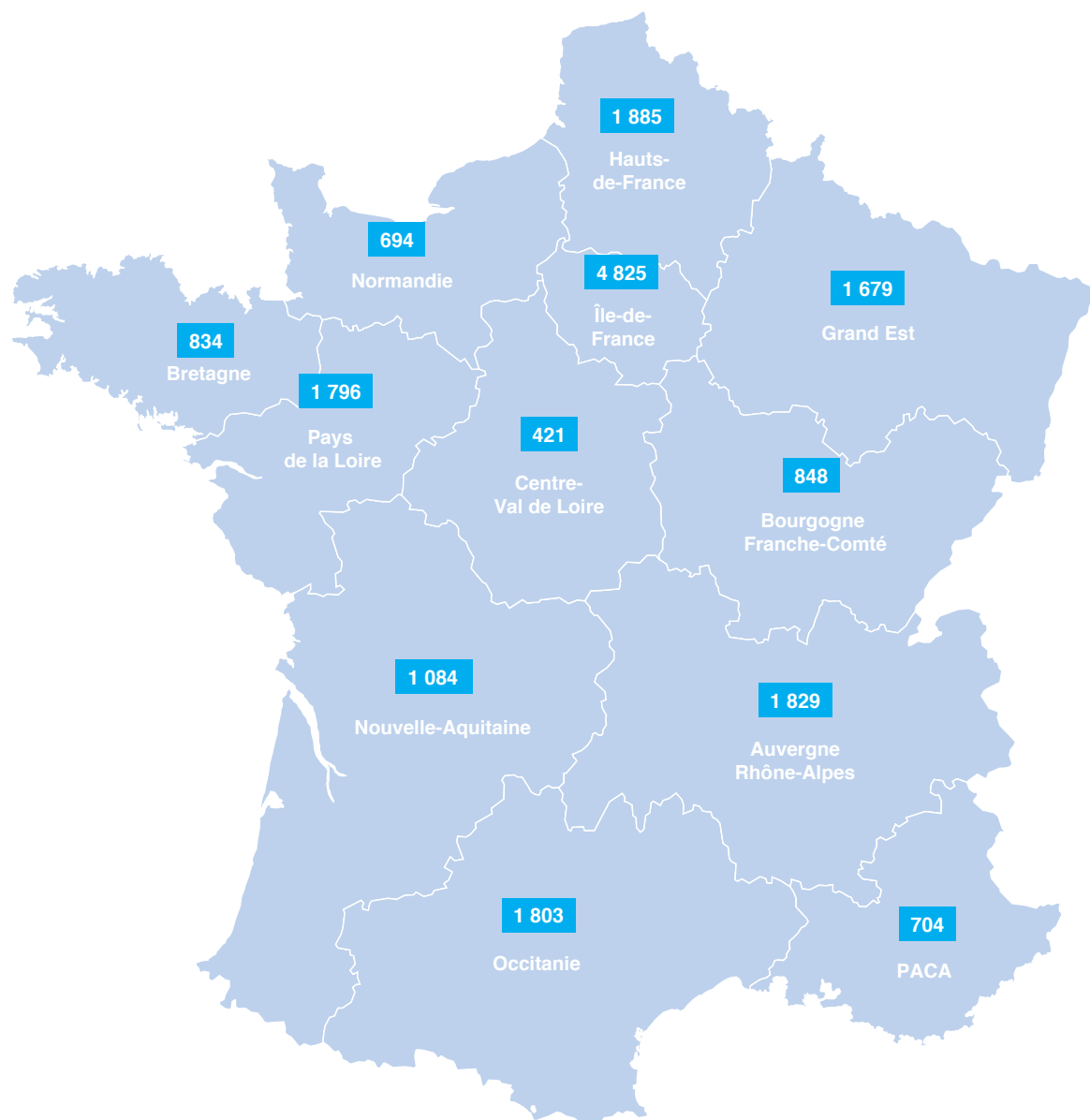
Elles sont constituées de matériaux composites : résine et fibre de verre pour les technologies anciennes, résine et fibre de carbone pour les technologies plus récentes. Pour les éléments à base de fibre de verre, les procédés de valorisation matière sont coûteux et les débouchés à faible valeur. Aussi, la plupart du temps, les pales sont broyées et valorisées énergétiquement dans le secteur de la cimenterie. Veolia possède déjà une activité de démantèlement et de recyclage des éoliennes outre Rhin. Celle-ci cherche à optimiser toute la chaîne de démantèlement avec des contraintes parfois très fortes. Par exemple, les pales installées au début des années 2000 mesuraient 50 m de long, contre 120 m pour celles qui sont fabriquées aujourd'hui. Le coût de leur acheminement lors d'un démantèlement est donc très élevé. C'est pourquoi Veolia a mis au point une gigantesque scie à pales d'éoliennes pour les découper sur place, afin d'en faciliter le transport.

Quant à la filière de valorisation matière, elle se structure. L'Association pour le démantèlement, le recyclage, le reconditionnement et la revente d'éoliennes (AD3R) a été créée

## Carte n°3

### Répartition régionale de l'emploi éolien en 2018

Source : FEE – Capgemini Invent.



■ Emplois directs et indirects éoliens par région

à Châlons autour d'un projet pilote qui aura pour objectif de recycler mais également de démanteler de manière vertueuse, reconditionner et revendre les pièces d'éoliennes sur des marchés à la recherche de

turbines de seconde main tels que l'Afrique, l'Amérique latine ou bien l'Europe de l'Est.



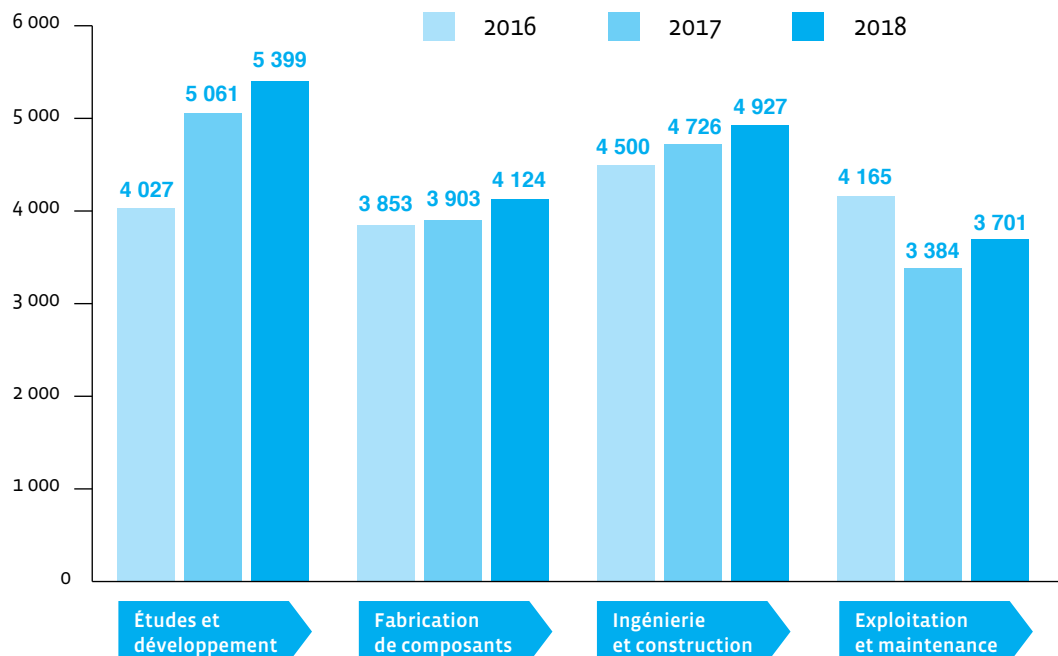
#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## Graphique n°3

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

Source : FEE – Capgemini Invent.



### 18 200 EMPLOIS FIN 2018

D'après l'Observatoire de l'éolien du syndicat France énergie éolienne, les emplois dédiés au secteur ont progressé de 7,6 % en 2018, soit 1 300 postes en plus qu'en 2017, pour un total de 18 400 emplois. L'activité se répartit entre un millier d'entreprises de taille variable et s'étend sur tout le territoire national. La région regroupant le plus d'emplois est l'Île-de-France, avec 4 825 postes, 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 1 885 emplois dont 563 dédiés à l'ingénierie et à la construction et 539 à l'exploitation et à la maintenance. L'étude rappelle que l'implantation d'un projet éolien génère un surcroît d'activité locale au travers de la participation de nombreuses entreprises pour différents travaux tels que le terras-

sement, 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. ●

#### Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ Baromètre EurObserv'ER éolien
- ✓ [www.journal-eolien.org](http://www.journal-eolien.org)
- ✓ [www.journal-eolien.org/tout-sur-l-eolien](http://www.journal-eolien.org/tout-sur-l-eolien)
- ✓ [www.enr.fr](http://www.enr.fr)
- ✓ [www.fee.asso.fr](http://www.fee.asso.fr)
- ✓ [www.amorce.asso.fr](http://www.amorce.asso.fr)

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



# 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Matthieu Monnier,**

Adjoint à la  
Déléguée générale,  
France Énergie  
Éolienne (FEE)

## 1 Que manque-t-il à la filière éolienne pour atteindre le rythme de 2 GW de de puissance raccordée par an ?

L'éolien a été la seule filière renouvelable électrique à atteindre ses objectifs PPE à fin 2018. Cependant, à l'avenir, il est certain que le rythme de croissance du secteur va devoir se renforcer. Pour aller plus loin il y a essentiellement trois axes. Le premier est celui de la mise en œuvre des simplifications législatives et réglementaires décidées ces dernières années. Nous avons obtenu de belles avancées mais il faut rester vigilant sur la mise en application des mesures et le fait que d'autres demandes complémentaires ne viennent pas alourdir le traitement et l'instruction des dossiers. Le deuxième axe est celui des contraintes spatiales qui pèsent encore sur le développement des parcs. Notamment les contraintes de Défense, aéronautiques, avec les zones d'entraînement et des zones de radars militaires ou civils. Des optimisations sont possibles et nous y travaillons. En 2019, le ministère des Armées a libéré environ 9%

de surfaces exploitables pour développer l'éolien dans ces zones d'entraînement. C'est un geste important mais la surface libérée reste modeste et il faudra aller plus loin. Le troisième axe est celui de l'adhésion à l'éolien : il faut renforcer l'ancrage territorial des projets. Cela passe par une information accrue sur les projets et leur environnement, mais aussi une implication croissante des citoyens, par exemple via le financement participatif.

## 2 Alors que les premiers corporate PPA<sup>1</sup> se signent, pensez-vous que la filière est prête pour ce nouveau tournant ?

C'est une évolution importante car c'est un signe de maturité de la filière. Le développement de ce type de contrat, qui est l'une des options pour sécuriser un approvisionnement en électricité ou des revenus, va aller de pair avec la sortie des parcs de l'obligation d'achat ou du complément de rémunération. Les professionnels sont prêts pour cet enjeu qui va au-delà des limites de la filière car c'est aussi un enjeu pour les territoires et les régions françaises qui peuvent mettre en valeur leur attractivité en matière de production d'électricité éolienne à coûts compétitifs. Les gros consommateurs sont également prêts pour cette évolution car c'est un moyen pour eux de diversifier leurs approvisionnements électriques et de le verdir. Il y a cependant un obstacle réglementaire en France qui vient du fait que l'on dissocie la délivrance de la garantie d'origine de la production d'électricité sous obligation d'achat (ou complément de rémunération).

1. Un contrat d'achat direct d'électricité renouvelable entre un producteur et un consommateur ou groupe de consommateurs.





*Cela freine le développement des corporate PPAs au sein desquels les consommateurs souhaitent obtenir les garanties d'origine de l'électricité renouvelable qu'ils consomment.*

### **3 L'éolien qui est la première filière renouvelable électrique en terme d'emplois, rencontre-t-elle des problèmes pour recruter ?**

*La filière crée environ 4 emplois par jour en France, elle rencontre parfois des tensions de recrutement sur des profils de type technicien de maintenance, notamment pour des parcs situés dans des régions où il y a d'importantes capacités en service, typiquement les Hauts-de-France ou la région Grand Est. Cela peut également être le cas aussi sur des postes dans le génie civil ou de chef de chantier. Globalement, il faudra être vigilant sur cette question car la mise en service des prochains grands parcs offshore va engendrer des demandes importantes de main d'œuvre. Par exemple, le parc en mer de Saint-Nazaire, dont la mise en service est prévue en 2022, devrait nécessiter une centaine de techniciens de maintenance lors de son exploitation. Il risque d'y avoir une forme de concurrence entre éolien en mer et terrestre sur le recrutement pour certains postes, même si les compétences et certifications demandées peuvent diverger. ●*





Centrale photovoltaïque flottante, Piolenc (Vaucluse).

Akvo Energy

**À** l'heure des premiers contrats importants de vente directe d'électricité et du raccordement de la plus grande centrale solaire flottante d'Europe, le photovoltaïque français peine à accélérer sa croissance. Le secteur demeure cependant un des piliers de la transition énergétique du pays.

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance à fin septembre 2019*

**9 649 MW**

*Production d'électricité en 2018*

**10,2 TWh**

*Objectif à fin 2023*

**20,6 GW**

*Objectif à fin 2028*

**35,6 GW – 44,5 GW**

*Emplois directs dans la filière en 2017*

**7 050**

*Chiffre d'affaires dans la filière en 2017*

**4 700  
millions d'euros**

21

## FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## UN PARC DE 10 000 MW À FIN 2019

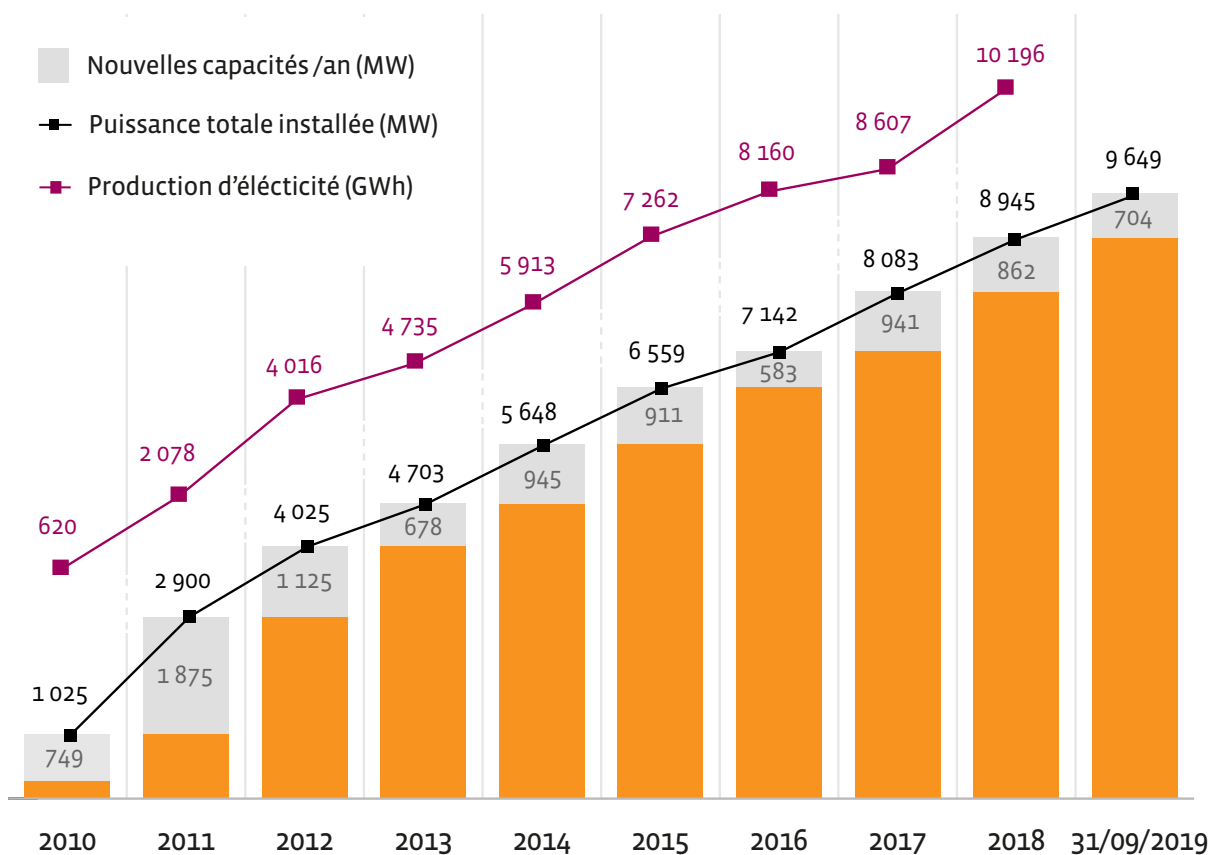
À fin septembre 2019, le parc raccordé photovoltaïque en France représentait 9 649 MW, soit 704 MW de plus qu'à la fin de l'année 2018. Le prolongement de la tendance observée depuis le début 2019 devrait conduire le parc photovoltaïque français aux environs de 10 000 MW, soit une puissance annuelle supplémentaire de l'ordre de 1 000 MW. La filière photovoltaïque française reste donc en retard par rapport à ses objectifs, puisque le point de passage fixé par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2016 était de 10 200 MW fin 2018, un seuil qui risque

de ne pas être atteint à fin 2019. À plus long terme, la future PPE a fixé des objectifs de capacité totale raccordée de 20,6 GW à fin 2023 puis un parc compris entre 35,6 et 44,5 GW à fin 2028. L'atteinte de ces niveaux nécessiterait une progression annuelle de 2 GW, et ce dès 2019. Cependant, depuis 2013, la filière se développe annuellement au rythme de 700 et 1 000 MW ; le compte n'y est donc pas. Pourtant, le problème ne semble pas résider dans les appels d'offres, que le gouvernement a multipliés et lors desquels les volumes accordés augmentent régulièrement. Ainsi, sur le seul segment des centrales au sol CRE4, le ministère de la Transition

## Graphique n° 1

### Puissance photovoltaïque et production d'électricité annuelle en France

Sources : SDES pour les capacités installées, Eurostat pour la production.



#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

énergétique et solidaire (MTES) a attribué près de 3 949 MW depuis 2017. Soit une puissance qui aurait dû sortir de terre au vu du délai d'exécution de deux ans donné aux sites retenus.

L'autre piste expliquant le plafonnement de la filière est celle de l'abandon des projets retenus dans les appels d'offres. Le point n'est pas nouveau puisque le secteur s'était déjà penché sur ce phénomène en 2017 par le biais d'une étude commandée alors par Enerplan et France Territoire Solaire<sup>1</sup>. Basé sur les 1 100 MW retenus dans l'appel

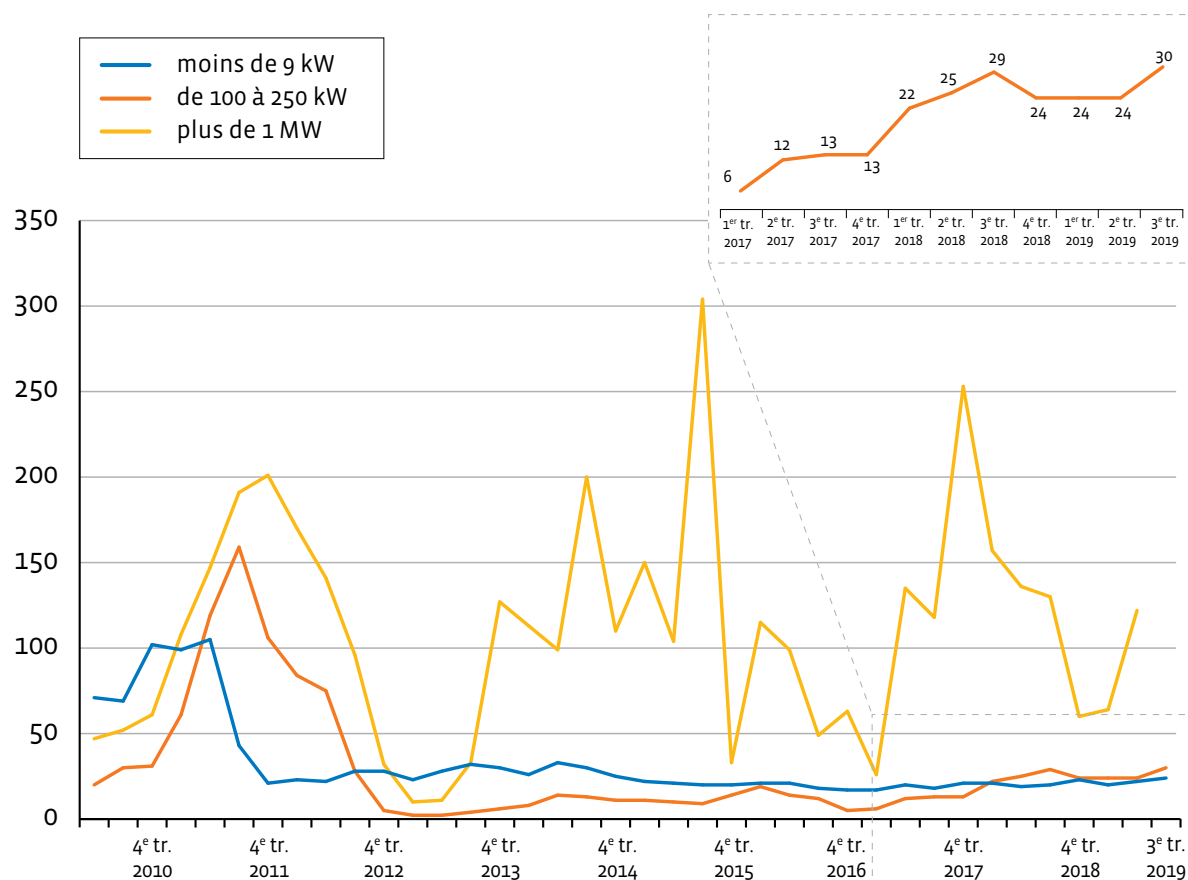
d'offres CRE3 de 2015, ce travail avait fait le point sur l'état de réalisation ou d'avancement des projets un an après leur validation. Le taux de réalisation global évalué était alors compris entre 61 et 76 %. De même, fin 2018, le MTES avait communiqué sur un taux de transformation des projets de CRE3 de 60 % en puissance attribuée, et 65 % en nombre d'installations. Des taux de réalisation faibles qui, s'ils venaient à se répéter, rendraient impossible l'atteinte des objectifs de la PPE. Ces abandons viendraient de la très forte concurrence que se livrent les développeurs de projets et qui les pousserait à proposer les

1. "Suivi de la réalisation de projets lauréats", Finergreen.

## Graphique n° 2

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

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



### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

prix les plus bas possible afin d'être retenus, mais qui se révéleraient parfois trop bas pour réaliser les opérations. Une situation déjà intégrée par certains développeurs qui reprennent à bons prix des portefeuilles de projets lauréats pour alimenter leur croissance externe.

## TROIS SEGMENTS À LA LOUPE

Au-delà de la croissance du secteur dans son ensemble, les dynamiques des différents segments sont intéressantes à observer. Le graphique n° 2 détaille l'évolution des puissances photovoltaïques nouvellement raccordées pour chaque trimestre pour trois segments : le résidentiel individuel (< 9 kW), les grandes toitures (de 100 à 250 kW) et les grandes installations au sol (> 1 MW). Pour le segment du résidentiel, c'est une très nette stagnation qui caractérise le marché national depuis plusieurs années. Malgré l'arrivée en force des opérations faites en autoconsommation (plus de 85 % des installations faites en 2018 et 2019), les volumes totaux de puissance annuels ne progressent pas. Il y a eu un effet de substitution entre les opérations faites en revente totale de l'électricité produite sur le segment de plus de 3 kW jusqu'à 9 kW pour des installations en autoconsommation qui se font majoritairement sur la tranche de moins de 3 kW. De ce fait, le marché du résidentiel individuel photovoltaïque plafonne entre 80 et 100 MW. Parmi les facteurs expliquant ce phénomène, les professionnels avancent les complexités réglementaires qui accompagnent les nouvelles installations. Ainsi sont notés la TVA de 10 % sur les puissances inférieures à 3 kW mais de 20 % au-dessus, les abattements fiscaux différenciés en fonction de la quantité de courant revendu, les aides difficiles à interpréter. Autre facteur souvent

évoqué : l'impact négatif sur l'image de la filière de l'action des écodélinquants.

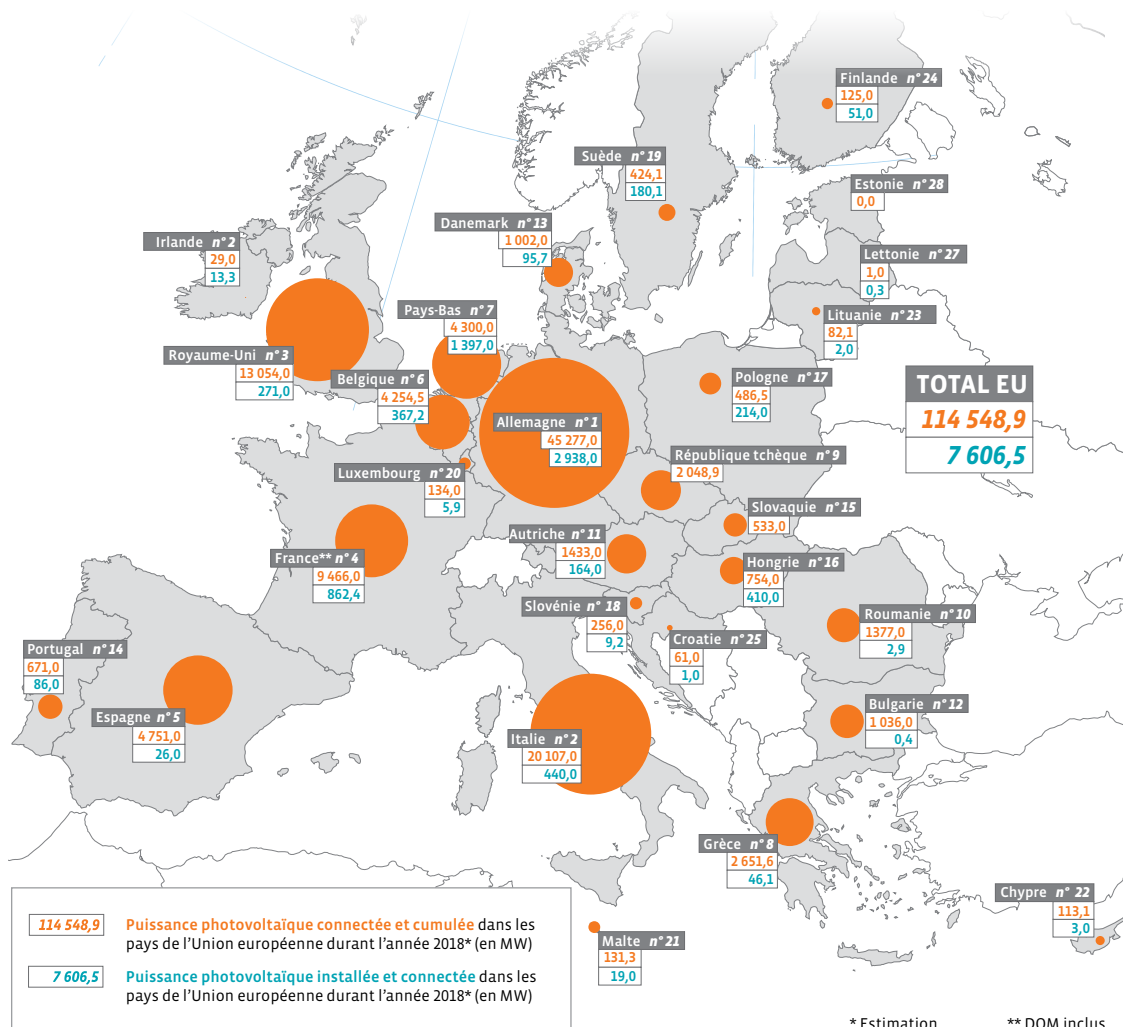
Sur le segment des grandes toitures, la dynamique reste bonne, avec 100 MW raccordés en 2018 (contre 44 en 2017) et 78 MW au cours des trois premiers trimestres de 2019. Selon l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque, l'activité reste alimentée par les mises en service des derniers sites issus des appels d'offres simplifiés qui avaient été lancés en 2015 et 2016. Le deuxième trimestre 2019 correspondait également à la date échéance pour le raccordement des opérations lauréates de l'appel d'offres de 2016 sur les centrales sur bâtiments, serres, hangars agricoles et ombrières de parking pour des puissances comprises entre 100 kW et 8 MW.

Pour la tranche des grandes installations (plus de 1 MW), 483 MW de puissance ont été raccordés en 2018. Ce segment a vu une augmentation significative des tranches d'appels d'offres qui ont été organisées au cours des dernières années. Ainsi, sur la période 2012-2016, 4 appels d'offres ont été organisés pour une puissance totale retenue de 1 875 MW, puis sur la période 2017-2019, ce sont 14 appels qui ont été réalisés pour une puissance totale retenue de 4 791 MW.

## Carte n° 1

### Le marché photovoltaïque européen

Source : Observ'ER 2019.



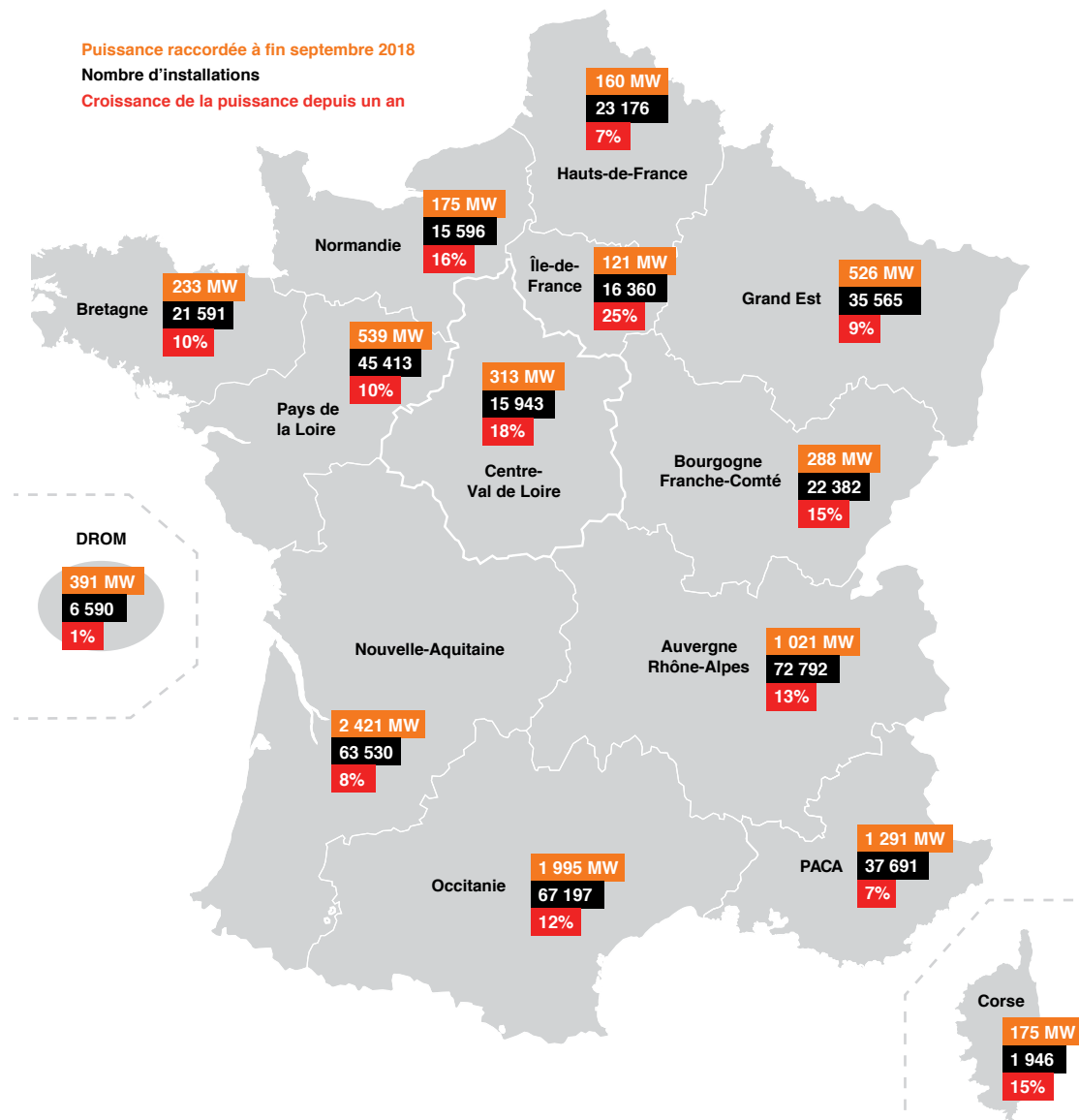
### Le marché photovoltaïque européen

La puissance solaire nouvellement raccordée dans l'Union européenne est nettement repartie à la hausse en 2018. Une puissance raccordée de 7 606,5 MW a été enregistrée, soit une croissance de 33,7 % par rapport à 2017. Cette reprise de la croissance est un signe que la phase de transition vers les mécanismes de marché pour les grandes centrales est désormais terminée. Le marché a également commencé à profiter en fin d'année 2018 de la suppression des taxes antidumping décidée par la Commission européenne à l'encontre des modules et cellules chinois, et qui est entrée en vigueur durant le dernier trimestre 2018. L'Allemagne est le pays le plus actif, avec 2 938 MW raccordés en 2018 et un parc total de 45 277 MW. La France est le troisième marché et le quatrième parc en puissance cumulée.

## Carte n°2

### Cartographie du photovoltaïque en France à fin septembre 2019

Source : SDES 2019.



### Un parc en progression de 10 %

Au niveau de la répartition territoriale du parc français, c'est la région de Nouvelle-Aquitaine qui possède le plus de mégawatts raccordés (2 421 MW), suivie de l'Occitanie (1 995 MW) et de Provence-Alpes-Côte d'Azur (1 291 MW). Néanmoins, c'est l'Auvergne Rhône-Alpes qui compte le plus d'installations en nombre (72 792), suivie par l'Occitanie (67 197). Sur l'ensemble du territoire, la puissance a augmenté de 10 % par rapport au troisième trimestre 2018, alors que cette croissance n'était que de 14 % l'année précédente.

## **La centrale solaire flottante la plus importante d'Europe est dans le Vaucluse**

*En octobre 2019 a été mise en service la plus importante installation photovoltaïque flottante d'Europe, et elle est située en France. Développé par la société Akuo Energy et utilisant des flotteurs conçus par la société française Ciel et Terre, le site O'Mega 1, localisé sur la commune de Piolenc dans le Vaucluse, rassemble 47 000 panneaux pour une puissance de 17 MWc. La pression foncière se faisant de plus en plus forte autour du développement de sites renouvelables, c'est naturellement vers les étendues d'eau que se tournent les nouveaux projets. Toutefois, l'installation d'une telle centrale oblige les développeurs à engager des études d'impacts poussées sur le milieu naturel, aquacole, avifaune, aviflore, car les 17 hectares de panneaux solaires posés sur un plan d'eau créent une zone d'ombre et peuvent donc perturber les écosystèmes. Dans le cas de Piolenc, la réalisation a été faite sur un site dit dégradé, soit un lac situé sur une ancienne carrière d'extraction de granulats. Ce type de centrale flottante peut être installée aussi bien sur des bassins écrêteurs de crues et d'irrigation que sur des réservoirs d'eau potable, des bassins industriels ou des terrains inondables. En revanche, une déclinaison de cette technologie en mer n'est pas envisageable dans l'immédiat. Les mers et les océans ne sont pas des plans d'eau calmes, et la problématique de la corrosion rend les choses très compliquées dans l'état actuel des technologies. Toutefois, les types de plans d'eau identifiés ouvriraient déjà de belles perspectives. Ainsi, le recensement des plans d'eau effectué via la banque de données Carthage permettrait d'envisager un potentiel de l'ordre de 20 GWc en France métropolitaine. Il y aurait en effet quelque 33 000 sites avec des surfaces variant de 10 à 50 ha. Pour Akuo Energy, le potentiel exploitable serait de 10 GWc à court terme.*

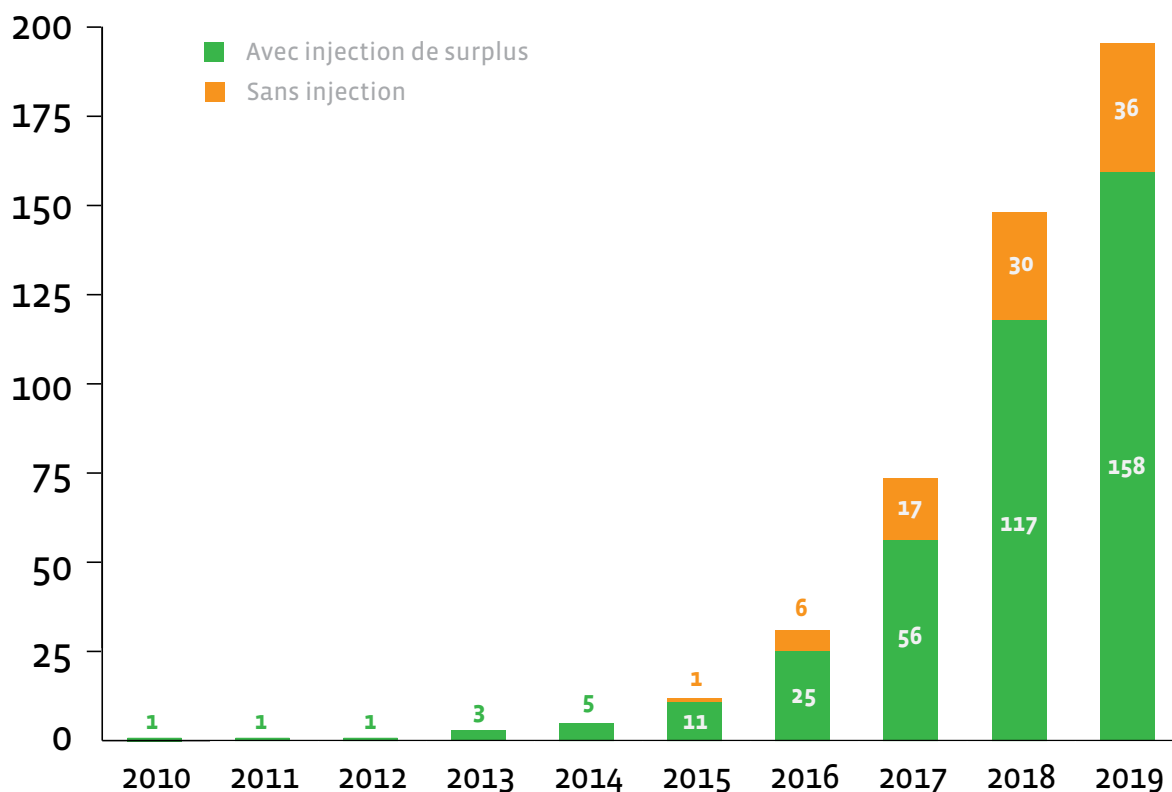
*La centrale de Piolenc a coûté 17 millions d'euros, dont 1 million a été apporté par un financement participatif permettant aux personnes possédant une résidence dans le Vaucluse et dans les départements limitrophes de s'approprier le projet. Cependant, si O'Mega 1 est la première centrale flottante d'Europe, c'est bien en Chine que se situe la plus importante installation photovoltaïque flottante, dont les 120 000 panneaux s'étendent sur 86 hectares et développent une puissance de 40 MWc.*



## Graphique n° 3

### Puissance cumulée photovoltaïque en autoconsommation en France (en MW)

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



### L'AUTOCONSOMMATION NE DÉCOLLE PAS

L'autoconsommation est devenue une réalité incontournable du marché photovoltaïque européen et français. En cinq ans, si l'on considère que le phénomène prend son envol en 2015 (voir graphique n° 3), ce sont 52 000 installations pour une puissance de 194 MW qui ont émergé. 76 % de cette puissance provient de sites ayant une puissance égale ou inférieure à 6 kW, donc relatifs au segment du résidentiel. Toutefois, ce rythme reste poussif au regard du potentiel du pays et de tendances observées dans d'autres pays voisins. En Espagne, 236 MW ont été installés en 2018, et le pays en attend 400 MW en 2019.

Pour progresser, l'un des chevaux de bataille des professionnels est d'amener davantage de particuliers à choisir ce type d'équipements, mais pour cela ils doivent convaincre de la qualité et de la fiabilité des installations. Cependant, c'est surtout dans le domaine de l'autoconsommation collective que la France est en retard. En septembre 2019, le secteur ne comptait que 16 sites en service, 2 en démarrage et une file d'une centaine de projets en préparation. L'une des principales barrières avancées par le secteur est une fiscalité encore trop dissuasive. Pour les opérations de moins de 30 kW, la fiscalité et le tarif d'utilisation des réseaux



d'électricité (Turpe) appliqués engendraient des temps de retour sur investissement trop longs (autour de vingt-cinq ans). Les pistes pour permettre un décollage de l'autoconsommation en France seraient une réforme du Turpe associée à une exonération de la taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TIFCE) ainsi qu'à une multiplication de primes à l'investissement, à l'image de ce que propose la région Occitanie.

Les acteurs locaux comme les collectivités sont également des relais importants pour amorcer un décollage de l'autoconsommation. C'est l'un des enseignements mis en lumière lors des universités d'été de la filière organisées par Enerplan. Le Mans, Valence, Lorient ou Grenoble sont autant de villes qui s'engagent à porter des réalisations sur des bâtiments municipaux. Autre décision prise en 2019 pour avancer sur l'autoconsommation, le ministère a annoncé la relance des appels d'offres spécialement dédiés aux installations en autoconsommation. Rapidement suspendue au printemps 2019 pour une réflexion sur les causes d'une sous-souscription chronique (les deux dernières tranches avaient à peine couvert 30 % de la puissance totale à souscrire), l'administration a décidé de remettre en place le dispositif pour la fin d'année. L'objectif reste d'atteindre rapidement les 450 MW de projets d'autoconsommation, toutes tranches confondues.

## LES PREMIERS CONTRATS DE VENTE D'ÉLECTRICITÉ

Sujet désormais incontournable dans l'univers des énergies renouvelables, les *power purchase agreements* ont vu une étape de franchie en 2019 dans le domaine du photovoltaïque. Ce type de contrat, également connu sous les noms de "Corporate PPA" ou "PPA", désigne un achat d'énergie de long terme signé en gré à gré entre un producteur d'énergie renouvelable et un consommateur professionnel. Le PPA présente deux principaux avantages : d'une part la possibilité pour un gros consommateur de se prémunir contre la volatilité des prix de l'énergie grâce à une visibilité à long terme sur sa facture d'électricité. D'autre part de pouvoir communiquer sans ambiguïté sur l'énergie utilisée pour sa consommation. Dans une logique qui veut que les énergies renouvelables soient de plus en plus compétitives et s'affranchissent des politiques de soutien à la production, ces contrats sont vus comme l'une des formes d'avenir pour la rémunération des productions renouvelables.

Selon les statistiques publiées au début de l'été par BloombergNEF dans son "Corporate Energy Market Outlook" du premier semestre 2019, les contrats de vente d'électricité verte dans le monde affichaient un volume de 8,6 GW de janvier à juillet, après 7,2 GW sur la même période l'année précédente. Même si les États-Unis dominent ce marché avec 66 % des contrats (5,95 GW), les analystes notent que l'activité progresse désormais aussi dans des pays européens. Ainsi, dans le domaine du photovoltaïque français, deux importants contrats de gré à gré d'approvisionnement d'électricité ont été signés par la société Voltalia. Le premier concerne l'enseigne de distribution Boulanger, avec autour

# PHOTOVOLTAÏQUE

de 5 MW de puissance solaire à construire d'ici 2022. Une capacité qui devrait couvrir 10 % de la facture de l'enseigne. Le second contrat est plus important, puisqu'il a été réalisé avec la SCNF pour une puissance de 143 MW à construire d'ici 2022-2023. Cela correspondra à 3 ou 4 % de la consommation annuelle de la compagnie ferroviaire, soit un peu plus de 200 GWh. Dans les deux cas, les contrats courent sur une durée de vingt-cinq ans. Ce premier PPA EnR de la SNCF devrait en préfigurer d'autres, car l'entreprise vise 40 % à 50 % d'électricité renouvelable dans son mix en 2025. Elle a déclaré ambitionner de signer 6 à 7 fois le volume de ce 1<sup>er</sup> corporate PPA EnR au cours des deux ou trois années à venir. En volume, cela représente entre 1 et 1,5 TWh d'électricité. ●

## Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ Baromètre EurObserv'ER PV
- ✓ [www.journal-photovoltaïque.org](http://www.journal-photovoltaïque.org)
- ✓ [www.eurobserv-er.org](http://www.eurobserv-er.org)
- ✓ [www.lechodusolaire.fr](http://www.lechodusolaire.fr)
- ✓ [www.observatoire-energie-photovoltaïque.com](http://www.observatoire-energie-photovoltaïque.com)
- ✓ [www.ines-solaire.org](http://www.ines-solaire.org)
- ✓ [www.photovoltaïque.info](http://www.photovoltaïque.info)
- ✓ [www.enerplan.asso.fr](http://www.enerplan.asso.fr)
- ✓ [www.enr.fr](http://www.enr.fr)



# 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Richard Loyen**,  
délégué général  
d'Énerplan

## 1 Pour respecter dans la feuille de route de la PPE, La filière devrait installer 2 GW par an. Que manque-t-il pour qu'elle y parvienne ?

Pour être dans la trajectoire d'objectifs de la PPE, ce sont 3 GW par an qu'il faut viser. Et pour y arriver il faut enlever des freins qui sont de natures différentes. Il y a ceux concernant le PV au sol, où nous pouvons gagner du temps pour l'obtention de l'autorisation d'urbanisme. Il faut également sortir par le haut des injonctions contradictoires de l'État, où le Ministère de l'écologie pousse à Paris pour les centrales au sol, tandis qu'une part des services déconcentrés de l'Etat visent à freiner, voire à entraver leur développement. Il y a ceux concernant le PV sur bâtiment. Bien évidemment, il faut déplafonner l'accès au tarif d'achat en guichet jusqu'à 500 kW, tandis que la procédure d'Appel d'Offres n'est pas adaptée au rythme de construction d'un bâtiment. Il y a également des mesures à prendre pour simplifier les demandes de raccordement en injection de surplus. Enfin, nous devons surmonter

la difficulté que rencontre les entreprises d'installation à s'assurer en responsabilité civile décennale, qui est un frein important pour augmenter le nombre d'entreprises d'installation dument qualifiées.

## 2 Malgré plus de 50 000 sites en France, l'autoconsommation ne prend pas l'ampleur qu'elle devrait en France. Pourquoi ?

L'autoconsommation est devenue naturelle sur le marché du résidentiel. Au-delà de 9 kW, sans doute l'aide n'est-elle pas assez bien calibrée pour être réellement incitative, il faudrait revoir le positionnement des curseurs. Enfin, soyons attentifs au marché sur l'industrie et le tertiaire, qui commence à cranter depuis que l'administration fiscale a clarifié l'été dernier les montages validés qui permettent de profiter d'une exonération de taxes pour les kWh autoconsommés. Concernant l'autoconsommation collective, l'étude conjointe menée par Enerplan et SIA Partners présentée en septembre dernier a montré, qu'il n'y a pour le moment pas d'équilibre économique pour les opérations qui ne bénéficient d'aucune aide nationale (subvention ou exonération de taxes). Une proposition simple d'Enerplan est de permettre l'exonération de TICFE pour les électrons solaires partagés, afin d'améliorer le modèle économique des projets et de maintenir une égalité entre français. Car ceux qui autoconsomment dans leur maison individuelle bénéficient déjà d'une électricité solaire exonérée de cette taxe. Il n'est pas juste de taxer l'électricité solaire pour ceux qui habitent en logement collectif. Toutefois, le ministère s'oppose à cette solution simple d'exonération, lui préférant un cadre de subvention qui pourrait



*être celui des appels d'offres. Il y aurait ainsi la perception de la taxe, qui servirait in fine à financer des subventions pour ces mêmes installations, avec au passage des frais de perception de la taxe, d'instruction des dossiers, de versement des aides publiques... En clair et malheureusement le ministère préfère un système où les « Shadoks » génèrent des complexités supplémentaires pour les porteurs de projets. L'exonération de TICFE est-elle une mesure trop simple et trop efficace pour être envisagée ?*

### **3** **Le photovoltaïque et ses grandes installations au sol, peut-il être confronté à un problème foncier comme peut l'être l'éolien ?**

*Oui, le « terrain de jeu » pour implanter des centrales au sol tend à se restreindre. On ne peut cantonner ces centrales à se développer uniquement sur des terrains dégradés, qui sont pour certains inadaptés au développement de projets (trop petits, trop pollués, trop éloignés du réseau électrique...). Par ailleurs, outre une relative inflation sur le montant des loyers, il y a une véritable compétition avec d'autres secteurs pour l'accès aux friches en milieu urbain et rural. ●*



Barrage de Grand Maison, Savoie, 1 820 MW

Franck Oddoux / Média Banque EDF

**P**remière filière renouvelable électrique française, l'hydroélectricité a un statut à part dans le paysage énergétique français. Impactés par le changement climatique, ses sites ont souvent des rôles importants dans la régulation de l'ensemble des usages d'un fleuve ou d'un cours d'eau.

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance installée à fin septembre 2019*

**25 554 MW**

*Production totale en 2018*

**63,1 TWh**

*Objectif 2023*

**25,7 GW**

*Objectif 2028*

*Puissance installée*

**26,4 GW - 26,7 GW**

*Emplois directs dans la filière en 2017*

**11 590**

*Chiffre d'affaires dans la filière en 2017*

**3 100**

millions d'euros

33

## FILIÈRE HYDRAULIQUE

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## L'HYDROÉLECTRICITÉ, PREMIÈRE ÉNERGIE RENOUVELABLE ÉLECTRIQUE EN FRANCE

Avec une capacité installée de 25 554 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 en existe plus de 2 300 sur l'ensemble du territoire, dont moins d'une centaine (95 sites) sont des grands barrages 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 2019, les trois principales régions que sont l'Auvergne Rhône-Alpes, l'Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur représentent 79 % de la puissance hydroélectrique du pays.

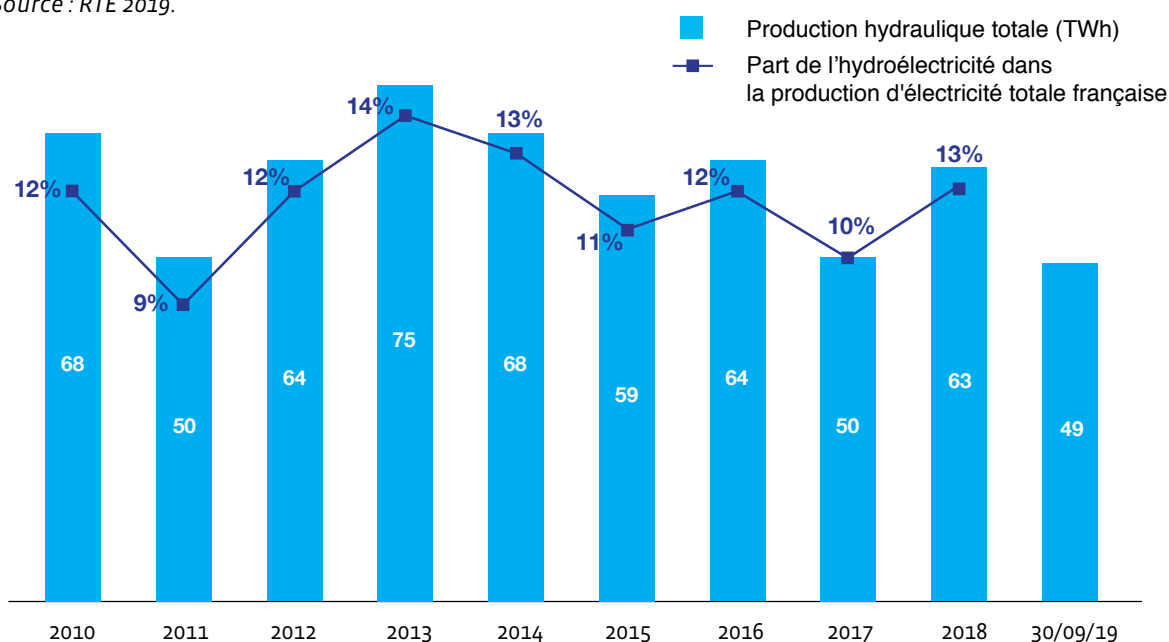
En 2018, l'hydroélectricité a produit 63,1 TWh, un niveau nettement supérieur à celui de 2017 (+ 30 %) et plus en correspondance avec la production moyenne de cette filière. 2017 a en effet été une année marquée par une pluviométrie particulièrement faible, qui a logiquement impacté le productible de la filière. 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. La production de 2018 a correspondu à un taux de couverture de 13,4 % de la consommation française cette année. Pour 2019, l'orientation de la production n'est pas bonne. Au cours des 9 premiers mois, 49,3 TWh<sup>1</sup> ont été générés, soit un recul de 12,7 % par rapport à la même période en 2018.

<sup>1</sup>. 53,9 TWh en y incluant la part non renouvelable des sites de pompage-turbinage.

## Graphique n° 1

### Production d'électricité hydraulique en France (en TWh)

Source : RTE 2019.



### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## 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, celles d'éclusee 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. 1 900) et produisent plus de 50 % de la production hydraulique, mais, du fait de leur petite puissance nominale (en moyenne), elles ne représentent que le deuxième type d'aménagement en termes de puissance (environ 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 (environ 9 000 MW), malgré un petit nombre d'installations (une centaine). Cette technologie représente une puissance très rapidement mobilisable en période de pointe de consommation.

**Les centrales d'éclusee**, 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 capable d'être turbinée en cas de besoin énergétique. L'Hexagone recense une dizaine de Step, pour une puissance cumulée de 4 500 MW.

## UN OUTIL DE STOCKAGE

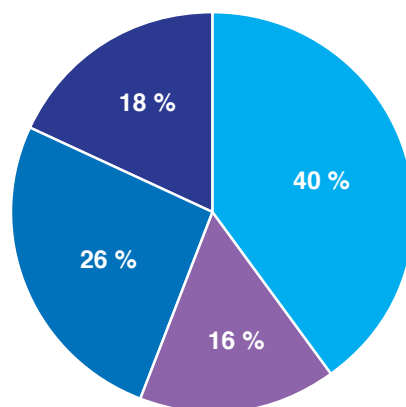
Les Step constituent aujourd'hui le principal outil de stockage de l'électricité à grande échelle et occupent, à ce titre, un rôle particulier dans la transition énergétique française. Sur le plan électrique, cette transition doit s'appuyer sur trois piliers : le déploiement des énergies renouvelables, 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 petite 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.



## Graphique n° 2

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

Source : "Panorama des énergies renouvelables 2019", SER Enedis.

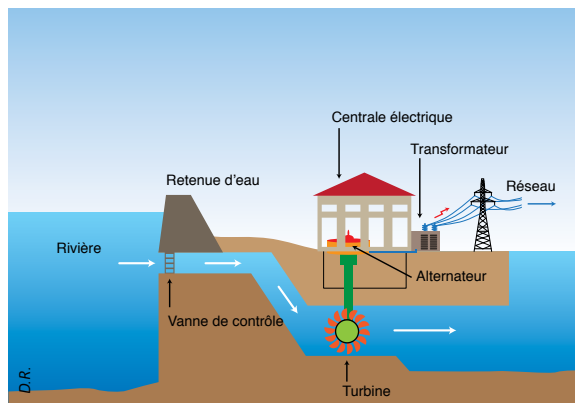


■ Centrales de lac      ■ Centrales d'éclusee  
■ Step      ■ Centrales au fil de l'eau

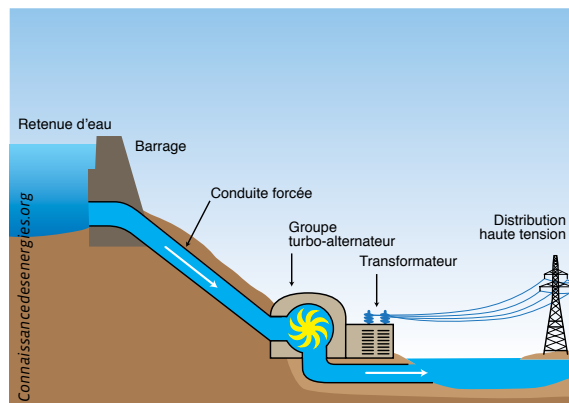
## Schéma n° 1

### Schémas des différentes technologies d'ouvrages hydroélectriques

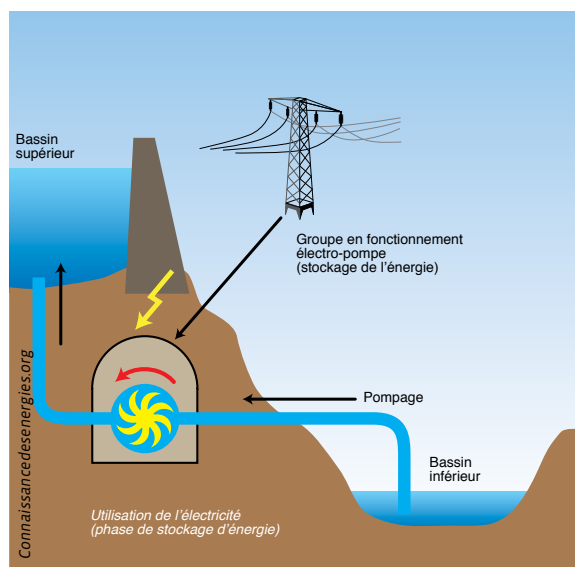
Source : Observ'ER 2019.



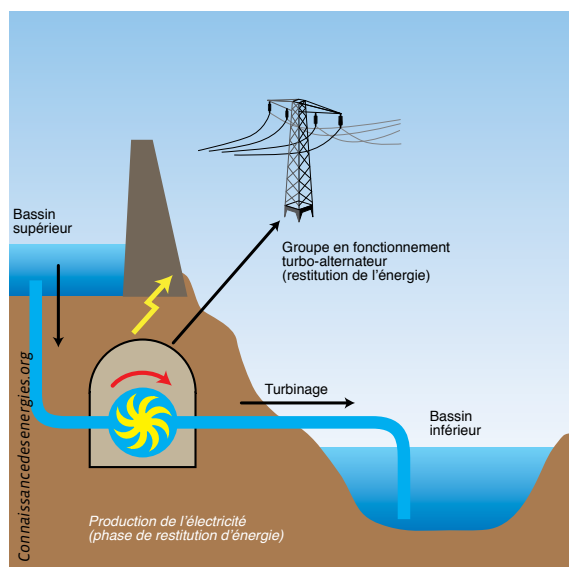
Centrale au fil de l'eau.



Centrale de lac.



Step en phase de stockage.



Step en phase de production.

### DES OBJECTIFS TROP TIMIDES POUR 2028 ?

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, l'ambition 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.

#### Observ'ER

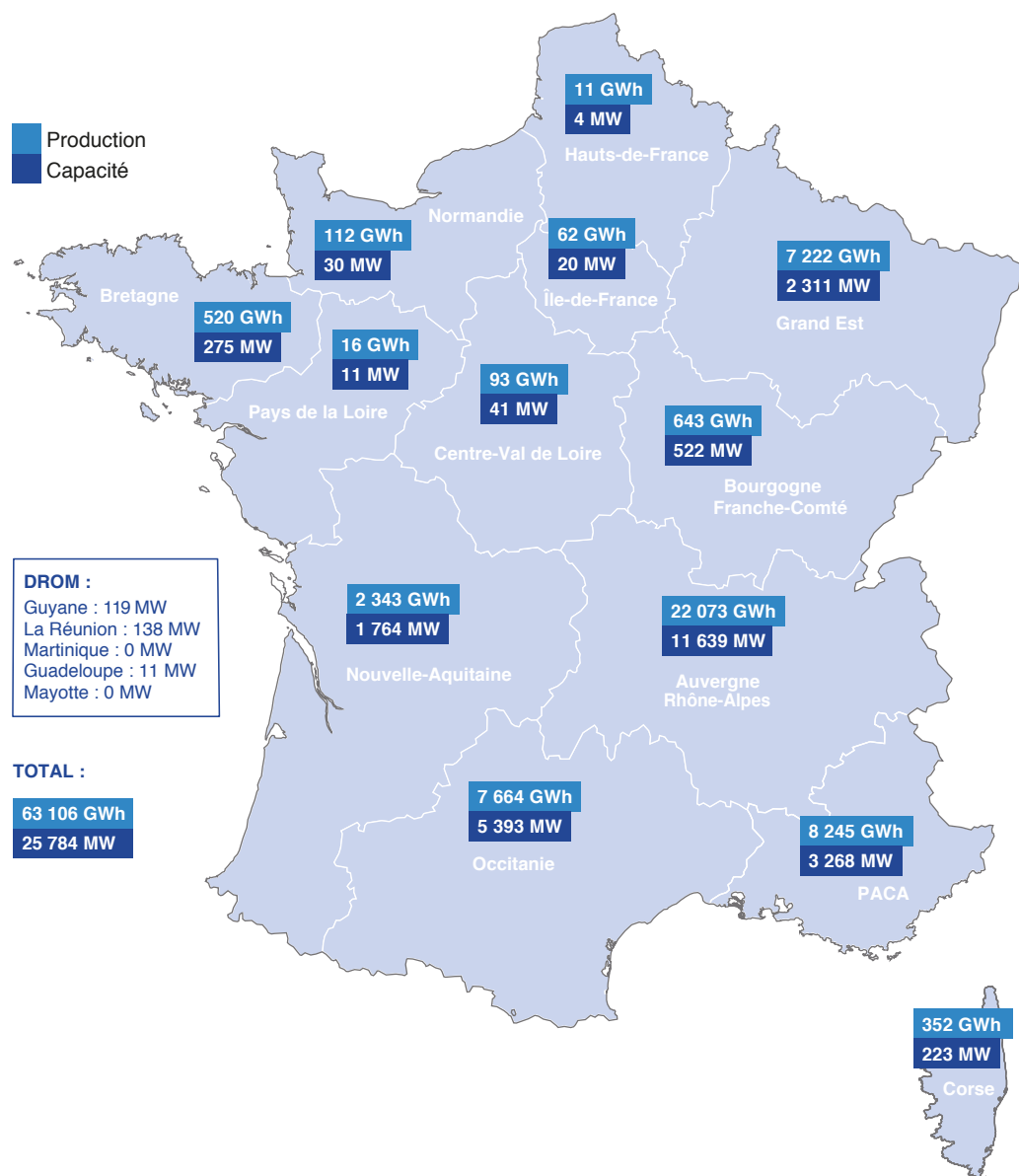
Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## Carte n° 1

Répartition du parc hydraulique français raccordé au 30 septembre 2019 et production annuelle sur une année glissante

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



À ces annonces, les professionnels de l'hydroélectricité 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. 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

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

potentiel mobilisable. En effet, en matière de développement, la filière hydroélectrique dispose d'un important potentiel qui a été déjà plusieurs fois identifié. En 2014, un travail 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 avait estimé un potentiel de 11,7 TWh de production supplémentaire, répartis 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. Cette liste 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. L'accroissement de la production hydraulique est en outre impacté par l'augmentation des débits réservés, qui est pleinement entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> 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 sur le terrain de l'hydroélectricité 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 total de 105 MW. Les résultats de la deuxième édition ont été annoncés en juillet 2019. 13 dossiers pour une puissance totale de 36,7 MW ont été retenus, soit des chiffres très proches de la première édition de 2018 (14 dossiers pour 36,9 MW). La production annuelle est estimée à 140,1 GW pour un prix moyen de production de 87,10 €/MWh (89,60 € par MWh en 2018). 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. Pourtant, la filière reste prudente car, d'expérience, elle sait qu'un dossier retenu ne signifie pas automatiquement que le projet sera réalisé. Le secteur regrette en effet que des projets lauréats des appels d'offres CRE peinent pour obtenir leur autorisation, certains services instructeurs n'hésitant pas à revenir sur leur précadrage environnemental. Le syndicat professionnel France hydro électricité rappelle que les dossiers retenus doivent pourtant 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.

## L'ÉTERNELLE QUESTION DU RENOUVELLEMENT DES CONCESSIONS

Parmi les autres dossiers importants pour la filière hydroélectrique se trouve celui du renouvellement des concessions des installations de plus de 4,5 MW. En France, il est nécessaire de disposer d'une autorisation ou d'une concession de l'État pour exploiter l'énergie des marées, lacs et cours d'eau. Pour les installations de moins de 4,5 MW,

ce sont des autorisations qui sont données de la part de l'État. En revanche, au-dessus de ce seuil, c'est le régime de la concession qui s'applique. Celle-ci est donnée pour une durée de soixante-quinze ans et peut être renouvelée pour une période allant de trente à quarante ans. Aujourd'hui, 85 % de ces barrages sont exploités par EDF, et le reste par Engie et la Compagnie nationale du Rhône



### **Quand le changement climatique s'invite dans le dossier de l'ouverture des barrages à la concurrence**

*Fin juin 2019, la production électrique française d'origine hydraulique avait chuté de 32 % par rapport au premier semestre de l'année précédente, qui il est vrai était exceptionnellement haute. Cette variabilité est d'ailleurs l'un des traits majeurs des changements climatiques subits ces dernières années. À long terme, EDF déclare ne pas prévoir moins d'eau ni moins de production d'électricité, mais des sécheresses plus longues et des crues plus brutales. Cela a pour conséquence une gestion de plus en plus prudente de la part de l'électricien. L'été 2019, ultra-sec et caniculaire à deux reprises, en est l'illustration parfaite : EDF a moins turbiné et conservé les eaux des barrages pour d'autres usages, d'où un niveau en septembre inférieur de seulement 2 % à la normale. À Serre-Ponçon (Hautes-Alpes), le plus grand barrage du groupe (1,2 milliard de mètres cubes sur 7,5 Mds en tout pour l'exploitant), les turbinages ont ainsi été menés sur de très courtes périodes, circonscrites aux extrêmes pointes de consommation.*

*Cette gestion vigilante de la ressource doit tenir compte des besoins des autres utilisateurs, qui s'inquiètent aussi. En aval des retenues (les agriculteurs, les fournisseurs d'eau...) mais aussi en amont. Cependant, cette situation pose problème à EDF, qui rappelle que lorsqu'elle doit lâcher ou conserver l'eau pour des raisons exogènes à la production d'énergie, ses manques à gagner ne sont pas remboursés. Du fait de l'impact croissant du changement climatique sur la ressource et de la nécessité de mieux partager celle-ci, les contrats de concession et la régulation doivent selon elle évoluer, pour que l'électricité ne supporte plus les coûts de gestion à la place des autres bénéficiaires. C'est là un changement de culture majeur, mais ce nouvel état d'esprit ne serait pas sans lien avec le dossier du renouvellement des concessions hydrauliques et avec la pression mise par Bruxelles pour ouvrir le secteur à la concurrence (voir fiche). EDF rappelle ainsi la grande spécificité, et complexité, de la gestion des barrages électriques, dont la finalité va bien au-delà des objectifs de production d'énergie.*

(CNR) avec des concessions renouvelées selon un système de “droit de préférence” qui assure la reconduction quasi automatique des contrats. C’est bien ce qui pose problème à Bruxelles, qui estime qu’une ouverture à la concurrence permettrait à d’autres acteurs français ou européens de pénétrer sur ce marché. Et les candidats potentiels sont nombreux, qu’il s’agisse de Total, du suédois Vattenfall ou du finlandais Fortum. En 2010, la Commission européenne avait exigé du gouvernement français la mise en concurrence de ses concessions. Les enjeux économiques et énergétiques des modifications demandées par Bruxelles se sont rapidement révélés sensibles, avec de fortes probabilités de voir une part significative des installations hydroélectriques françaises passer sous pavillons privés et étrangers. Aussi, au cours des dernières années, les différents ministres de l’Environnement ont cherché à temporiser afin de réfléchir à toutes les options possibles.

Alors que le dossier traîne depuis près d’une décennie, il est revenu sur le devant de la scène début 2019. La Commission européenne a adressé à la France une lettre de mise en demeure pour que les marchés publics dans le secteur de l’énergie hydroélectrique soient attribués et renouvelés dans le respect du droit de l’UE. La France n’est pas la seule dans ce cas, puisque l’Autriche, l’Allemagne, la Pologne, le Portugal, la Suède, l’Italie et le Royaume-Uni sont également visés par une procédure d’infraction. La pression politique est montée d’un cran en avril, avec une résolution déposée par plus d’une centaine de députés de tous bords contre l’ouverture au marché. Ils soulignent notamment une spécificité de l’hydraulique : les barrages ne se contentent pas de produire du courant.

L’eau qu’ils stockent est également utilisée pour l’agriculture, les loisirs ou le refroidissement des centrales nucléaires. Les postulants aux concessions seront-ils tenus d’accomplir ces tâches ?

En juillet 2019, le gouvernement a annoncé avancer sur une nouvelle piste qui pourrait constituer une porte de sortie sur le dossier. L’idée est simple : mettre fin au régime des concessions sur les barrages et les rassembler au sein d’une entité 100 % publique qui les gérerait sans limite de temps. La question du renouvellement des concessions ne se poserait donc plus. Cette entité serait soit indépendante, soit filialisée dans la future maison mère qui chapeauterait également les centrales nucléaires pour lesquelles le gouvernement songe à une nationalisation. À ce stade, cette idée ne reste qu’un scénario possible et qui n’aurait, en l’état, aucune chance de convaincre les autorités européennes. C’est pourquoi la sanctuarisation des ouvrages hydroélectriques serait couplée à un mécanisme très proche de l’Accès régulé à l’énergie nucléaire historique (Arenh). À l’image des 100 TWh, bientôt 150 TWh, qu’EDF doit vendre à prix fixe (42 €/MWh) aux fournisseurs alternatifs pour qu’ils puissent le concurrencer, la structure publique exploitant les barrages pourrait se voir obligée de revendre tout ou partie de la production hydraulique aux fournisseurs qui souhaiteraient s’approvisionner sous la forme d’un Arenh bleu. ●

#### Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l’Ademe : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ [www.france-hydro-electricite.fr](http://www.france-hydro-electricite.fr)
- ✓ [www.barrages-cfbr.eu](http://www.barrages-cfbr.eu)

#### Observ’ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



# 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Jean-Marc Lévy**,  
délégué général  
de France Hydro  
Électricité

## 1 Comment se portent économiquement les acteurs de la filière de petite hydroélectricité en France ?

En 2017, la filière avait tiré un signal d'alarme dans le Livre Blanc corédigé par France Hydro Electricité, le SER et l'UFE : la réglementation environnementale et les conséquences qui en découlent en termes de perte de productible et de fiscalité impactent lourdement la filière. Les aménagements environnementaux exigés sur les centrales, le plus souvent sans fondement scientifique ni garantie de résultat, conduisent à réduire la production hydroélectrique (moins d'eau disponible pour produire de l'électricité) et gonflent significativement la taxe foncière des centrales. Nous plaçons de longue date pour qu'un optimum soit trouvé entre les enjeux énergétiques, environnementaux et économiques : c'est à cette seule condition que l'hydroélectricité pourra retrouver ses couleurs.

## 2 Quel retour faites-vous sur les deux premiers appels d'offres organisés sur la filière ?

Les appels d'offres montrent le soutien de l'État au développement de la filière. 18 projets pour 73,6 MW de puissance (sur des sites neufs et en équipement de seuils existants) ont été retenus. Un seul a obtenu son autorisation à ce jour. Certains lauréats ont le plus grand mal à obtenir leur autorisation alors qu'ils ont bénéficié d'un pré-cadrage environnemental des services. Les prix annoncés permettent un TRI moyen de 6% avant impôt, trop bas selon nous. Ils sont issus de rentabilités déclaratives, les lauréats sont pour l'essentiel des nouveaux acteurs de la filière qui poursuivent des objectifs et bénéficient d'effets de leviers inhabituels et conjoncturels. Nous connaissons les coûts de nos adhérents et il nous semble indispensable d'attendre la concrétisation de ces projets et les résultats des prochains appels d'offres pour que les signaux de prix donnés par ces deux premiers appels d'offres puissent être considérés comme stabilisés et pertinents par la CRE.

## 3 Souhaiteriez-vous des objectifs plus ambitieux pour la filière dans le cadre de la prochaine PPE, notamment à l'horizon 2028 ?

Les objectifs de développement fixés à l'hydroélectricité dans le cadre de la PPE sont insuffisants. Réalistes compte tenu des délais



*d'instruction beaucoup trop longs, mais insuffisants. Nous appelons à une vision plus équilibrée et plus ambitieuse des enjeux : le potentiel de développement est réel, 500 MW de petite hydroélectricité à l'horizon 2028 est raisonnable et réaliste. La petite hydroélectricité est très populaire sur le terrain, auprès du grand public (82% des personnes interrogées souhaitent le maintien et le développement de la petite hydro-source CNDP) et des consommateurs mais aussi des collectivités et des Maires de France qui voient dans la petite hydroélectricité le moyen de sauver leur patrimoine, de contribuer à la transition énergétique, de bénéficier de ressources fiscales complémentaires ou encore de maintenir un savoir-faire et un tissu industriel non délocalisable. L'hydroélectricité est non seulement une source d'électricité renouvelable et propre mais elle est également un atout pour le système électrique grâce à ses qualités intrinsèques et à sa moindre variabilité. ●*



Plateforme biomasse,  
Decines (Rhône)

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance installée à fin octobre 2019*

**631,73 MW**

*Production électrique en 2018*

**3 553 GWh**

*Objectif à fin 2023*

**800 MW**

*Objectif à fin 2028*

**800 MW**

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

**6 610**

*Chiffres d'affaires dans la filière en 2017  
(toutes valorisations énergétiques confondues)*

**1 319**  
millions d'euros

**P**lus utilisée pour la production de chaleur, la biomasse solide est également présente dans le secteur de l'électricité. Le parc a progressé ces dernières années grâce aux appels d'offres de la CRE, mais le projet de PPE 2019 prévoit l'arrêt du dispositif, ce qui inquiète la filière.

DAIMIA GROUPE EDF

## FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

**Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## PLUS DE 630 MW À FIN 2019

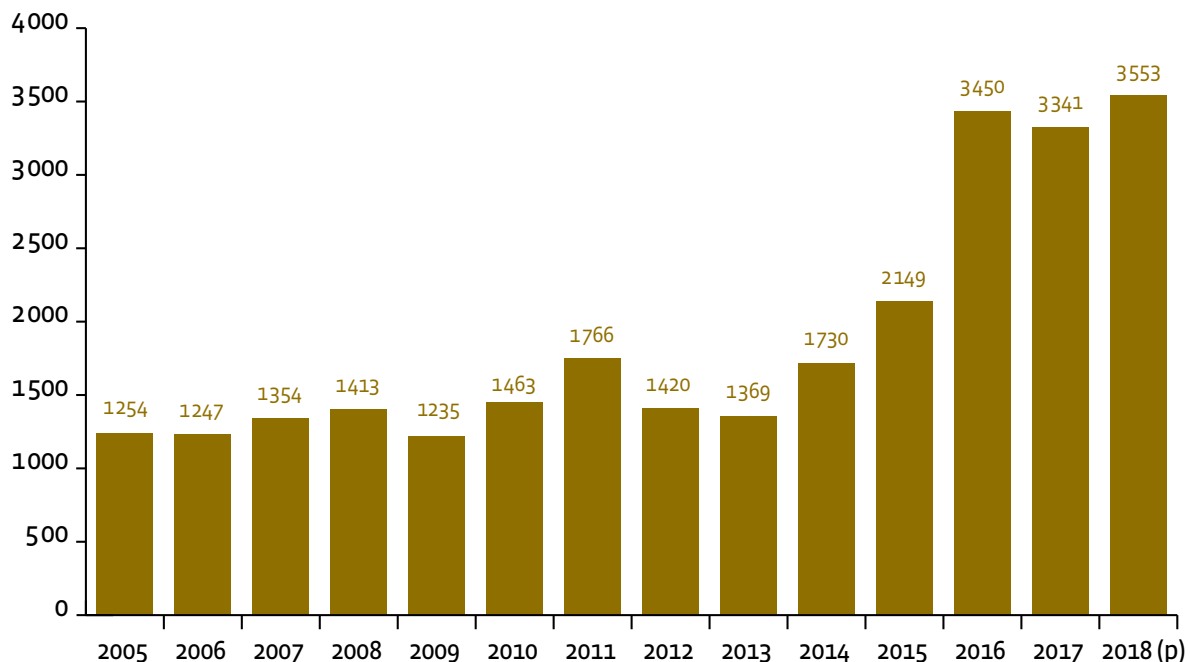
En France, comme dans de nombreux autres pays européens, le bois énergie est la première des énergies renouvelables, avec 39,7 % de la consommation finale brute d'EnR en 2018 (source SDES, déchets urbains renouvelables compris). Si ses principaux usages sont thermiques, il est aussi possible de produire de l'électricité revendue sur le réseau. En 2018, la production électrique a été de 3 553 GWh en provenant à plus de 85 % de sites en cogénération (production en parallèle de chaleur et d'électricité). La France métropolitaine compte à fin 2019 un parc de 48 centrales biomasse solide, produisant de l'électricité pour une puissance de 631,73 MW.

Jusqu'en 2016, le développement de ces centrales était soutenu en France via un système d'appels d'offres organisé par la CRE (Commission de régulation de l'énergie), par lequel l'État fixait un tarif d'achat préférentiel pour l'électricité produite (quatre appels d'offres), et par un système de tarif d'obligation d'achat appliqué à guichet ouvert aux projets ne répondant pas aux cahiers des charges des appels d'offres. Ce dispositif a été abrogé en mai 2016 pour une mise en conformité avec les 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 en cours.

## Graphique n° 1

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

Sources : Eurostat 2005-2017, AIE 2019.



(p) = prévisionnel

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## 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 d'autonomie énergétique d'ici à fin 2030. L'exploitation de la biomasse solide représente un enjeu majeur pour atteindre ces ambitions. Elle sécurise en outre les réseaux électriques en permettant d'augmenter le taux de pénétration des énergies renouvelables intermittentes. Ainsi, en Martinique, le groupe Albioma a mis en service en septembre 2018, sur le site du Galion, à Trinité, la centrale Galion 2 de 40 MWe, alimentée par de la bagasse et de la biomasse. 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 le groupe près de Kourou.

## Tableau n° 1

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

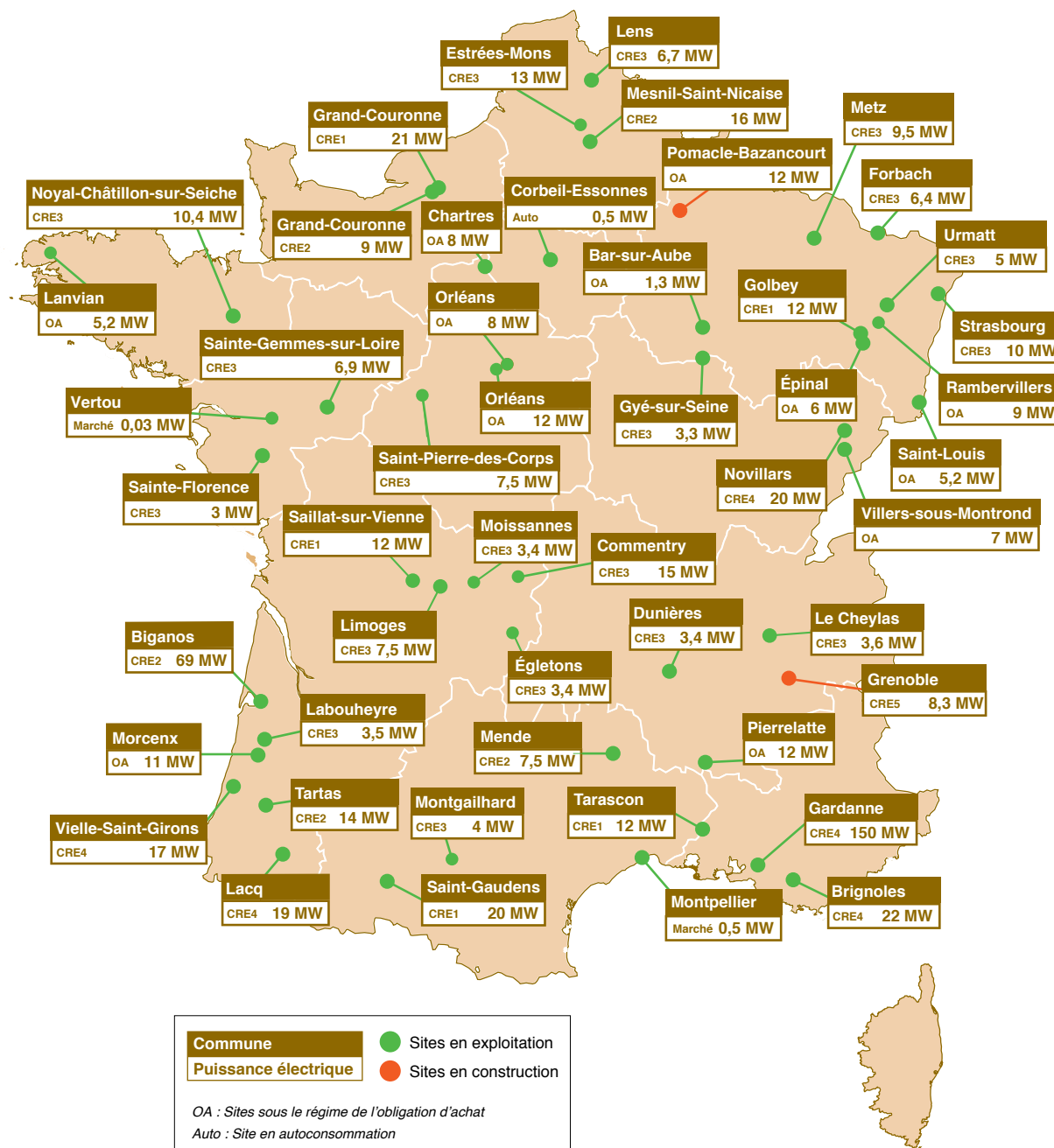
Appel d'offres	Résultats	Puissance minimale des dossiers	Nombre de projets retenus	Puissance retenue (MW)	Nombre de centrales en exploitation ou en construction	Puissance totale sites en exploitation ou en construction (MW)
CRE 1 (2003)	Janvier 2005	12 MW	14	216	5/14	77
CRE 2 (2006)	Juin 2008	5 MW	22	314	5/22	115,5
CRE 3 (2009)	Janvier 2010	3 MW	32	250	20/32	133,5
CRE 4 (2010)	Octobre 2011	12 MW	15	420	5/15	228
CRE 5 (2016)	Avril 2017	0,3 MW	12	62	1/15	8,3
CRE 5 (2017)	Sept. 2018	N.C.	16	62	N.C.	N.C.
CRE 5 (2018)	Déc. 2019	N.C.	14	74	N.C.	N.C.
Régime de l'obligation d'achat					11	88,7
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					50 dont 2 en construction	652,03 MW dont 20,3 MW en construction

Source : Observ'ER 2019.

## Carte n° 1

### Cartographie des sites de production d'électricité à partir de biomasse solide à fin 2019

Source : Observ'ER 2019.



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

Dans un rapport de 2014, la CRE soulignait 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 en effet limités à 36 % et 23 % des projets. L'appel d'offres CRE 3, lancé en 2009, a fait mieux avec 65 % de projets réalisés. Il est en effet le seul des quatre premiers 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.

Pour l'appel d'offres CRE 4 (2010-2011), seuls cinq projets retenus ont été réalisés. Parmi eux, le projet de 20 MWe du papetier GemDoubs à Novillars (Doubs), inauguré en début d'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 à condition de pouvoir justifier qu'ils contribuaient « à améliorer la sécurité d'alimentation en électricité de la région ». Deux projets ont pu entrer dans ce cadre. Le premier (22 MWe) a été construit par le spécialiste du traitement des déchets

Inova à Brignoles (Var). Le deuxième projet concerne la centrale électrique à charbon d'Uniper, à Gardanne (Bouches-du-Rhône), dont la tranche 4 a été convertie à la biomasse en 2016 avec l'ambition de représenter 6 % de la production d'électricité de la région PACA et de couvrir 3 % de sa consommation (150 MWe). Cependant, les grandes quantités de combustibles nécessaires à son approvisionnement (850 000 t/an) créent de vives polémiques. Selon l'énergéticien allemand, une moitié provient de la région Sud-Est et est constituée de bois de recyclage et de déchets verts. L'autre moitié comprend de la biomasse forestière importée, du Brésil notamment. Un recours administratif a été déposé par des associations de défense de l'environnement, qui dénoncent « *les effets négatifs indirects et permanents du projet sur les espaces forestiers de la zone d'approvisionnement* ». À fin 2019, ce recours ne semblait toujours pas tranché. Suite à l'engagement pris par le président Emmanuel Macron de fermer les quatre dernières centrales à charbon françaises d'ici à 2022, Uniper a décidé en septembre 2018 de vendre ses actifs français. La centrale de Gardanne ainsi que celle de Saint-Avold (Moselle) ont été rachetées en juillet par le groupe tchèque EPH de Daniel Kretinsky.

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

Face aux polémiques liées à la centrale de Gardanne, il a fallu attendre 2016 pour que l'appel d'offres CRE 5 soit lancé. Il s'agit d'une procédure pluriannuelle (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 compris 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 MWe", trois sont présentés par 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. Parmi les projets retenus de plus de 3 MWe, on peut citer le projet Biomax de 8,3 MWe porté par Grenoble Alpes Métropole (Isère). La chaleur produite sera diffusée dans le réseau de chauffage urbain de la métropole et l'électricité injectée sur le réseau. Les travaux devraient être terminés en mars 2020. 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. 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 (gazéification pour les deux). Pour la troisième tranche de l'appel d'offres, le cahier des charges a subi des modifications : les

projets consistant en une augmentation de puissance ne sont plus admissibles, et les installations candidates ne doivent pas avoir bénéficié pour leur réalisation d'une aide de l'Ademe pour la production de chaleur au cours des cinq dernières années. Les résultats de ce dernier appel d'offres en date ont été annoncés le 13 décembre 2019. Les 14 projets lauréats représentent une puissance totale de 74,1 MW et une production totale de 600 GWh d'électricité renouvelable et 2 800 GWh de chaleur renouvelable par an. Ces projets bénéficieront d'un contrat de complément de rémunération de l'électricité garanti pendant 20 ans avec un tarif de 113 €/MWh en moyenne, contre 122,5 €/MWh en moyenne pour la deuxième période de l'appel d'offres. Ces résultats pourraient cependant marquer la fin du soutien public à la production combinée de chaleur et d'électricité à partir de bois énergie. En effet, en l'état actuel, le projet de Programmation Pluriannuelle de l'Énergie prévoit de ne plus soutenir la filière cogénération.

## **DERNIÈRES CENTRALES SOUS OBLIGATION D'ACHAT**

Outre les sites retenus dans le cadre des appels d'offres, dix unités sont sous obligation d'achat. Parmi elles, deux ont été mises en service fin 2018-début 2019 : celle de Chartres Métropole Énergies, une installation de 8 MWe qui devrait consommer 25 % de plaquette forestière et 75 % de bois B, et celle de l'entreprise de travaux publics Bonnefoy. Cette dernière a ouvert une unité qui valorise la biomasse de déchets issus de refus de centre de tri par gazéification sur son site industriel de Villers-sous-Montrond (Doubs). Le process a été développé par le fabricant de chaudières Leroux & Lotz.

## **EDF tente prolonger ses centrales à charbon grâce à la biomasse**

*Alors que le projet de PPE 2019 reprend l'engagement du président Emmanuel Macron de fermer les centrales à charbon françaises d'ici à 2022, EDF prépare une alternative pour ses sites de Cordemais (Loire-Atlantique, 1 200 MW) et du Havre (Seine-Maritime, 600 MW). L'entreprise teste à Cordemais un dispositif baptisé "Écocombust", qui consiste à fabriquer localement un nouveau combustible à partir de biomasse végétale (bois déchets et déchets verts). Celle-ci est densifiée par de la vapeur, notamment pour améliorer son rendement énergétique. L'objectif est de parvenir à 80 % de biomasse et 20 % de charbon à l'hiver 2022-2023, avant d'atteindre le 100 % biomasse à horizon 2025-2027. EDF teste en parallèle au Havre la possibilité d'utiliser des combustibles solides de récupération (CSR – voir fiche sur la filière des déchets urbains renouvelables). Outre l'efficacité de sa technique, EDF doit prouver qu'il y a suffisamment de ressources locales. Une étude du cabinet Inddigo conclut que les quantités disponibles en Pays de la Loire, Bretagne, Nouvelle-Aquitaine et Normandie sont supérieures aux besoins de la centrale pour assurer 500 heures de fonctionnement à pleine puissance, tant selon un scénario avec 80 % de biomasse que dans un scénario avec 100 %. Le mix serait dans ce cas essentiellement composé de bois déchets, complété de déchets ligneux et d'écorces ou d'autres résidus. La viabilité du projet se situerait plutôt autour de 800 heures par an selon EDF.*

*Si le projet de conversion à la biomasse réussit, le gouvernement est ouvert à la possibilité d'autoriser la centrale à fonctionner au-delà de 2022 pour garantir l'approvisionnement en électricité de la Bretagne, mais pour un nombre d'heures limité aux besoins du réseau (250 heures dans l'année selon une étude de RTE) et avec une fraction de charbon ne dépassant pas 20 % des volumes totaux. Le 24 janvier 2019, le ministère de la Transition écologique et solidaire et EDF ont entériné un plan de travail préalable à une décision sur le projet Ecocombust qui doit permettre de qualifier les essais techniques, les études d'impact sur l'environnement et le modèle économique du projet.*

49

L'électricité produite est injectée sur le réseau (7 MWe) et la chaleur produite est récupérée et alimente les groupes industriels voisins. Un autre projet est en outre bien avancé. C'est celui de la PME française Européenne de Biomasse, qui a lancé la construction, sur la plateforme agro-industrielle de Pomacle-Bazancourt (Marne), de son complexe industriel comprenant une centrale de cogénération biomasse (société Cogecab) ainsi qu'une usine de granulation et de 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, appelé "charbon vert", 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 à partir de juin 2020, tandis que la vapeur est destinée à un industriel local et à l'usine de pellets.

### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## QUELLE FEUILLE DE ROUTE POUR L'AVENIR ?

Au niveau de la trajectoire de progression de la filière, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2016 avait assigné au secteur un objectif de 540 MW à fin 2018. Avec plus de 590 MW recensés à cette échéance, la feuille de route a été respectée. Le prochain point de passage est pour 2023 : le parc devra atteindre 800 MW selon le projet de PPE 2019. Cependant, la prochaine programmation prévoit que cet objectif reste inchangé à l'horizon 2028 et qu'aucun appel d'offres de cogénération biomasse ne soit lancé d'ici à cette échéance. Ces annonces ont déçu la filière. Ainsi, la Fédération des services énergie environnement (Fedene) estime que ce projet « *marque l'abandon d'une ressource majeure d'énergies renouvelables en France* », rappelant qu'« *en France, elle constitue la 4<sup>e</sup> source renouvelable de production d'électricité* ». Dans une note commune publiée avec le

Comité interprofessionnel du bois énergie (Cibe), la Fédération nationale du bois (FBB), France bois forêt (FBF), le Syndicat des énergies renouvelables (SER) et France biomasse énergie (FBE), la Fedene réclame ainsi que les objectifs de la PPE soient a minima de 71 TWh chaleur produits et 950 MWe d'installations de cogénération bois d'ici à 2023, avec la poursuite des appels d'offres CRE réguliers d'une enveloppe annuelle de 50 à 100 MW, dont une tranche dédiée pour les plus faibles puissances. ●

### Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Baromètre EurObserv'ER biomasse solide
- ✓ [www.cibe.fr](http://www.cibe.fr)
- ✓ La rubrique "cogénération" de la revue *Énergie plus* ([www.energie-plus.com](http://www.energie-plus.com))
- ✓ La rubrique "cogénération" du club ATEE [www.atee.fr](http://www.atee.fr)
- ✓ France biomasse énergie, commission biomasse du Syndicat des énergies renouvelables : [www.enr.fr](http://www.enr.fr)





# 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Clarisse Fischer**,  
déléguée générale  
du Cibe (Comité  
interprofessionnel  
du bois énergie)

## 1 Le projet de PPE 2019 propose d'arrêter les appels d'offres CRE pour la cogénération biomasse. Quelles seraient les conséquences pour la filière ?

Les objectifs fixés dans le projet de PPE 2019 sont semblables aux objectifs actuels. Ils sont ambitieux mais accessibles à condition que les projets soient aidés dans le contexte actuel de prix bas des énergies fossiles et de gel de la taxe carbone. L'appel d'offres CRE 5 s'est révélé être un bon dispositif de soutien à la filière, qui a répondu positivement en déposant un grand nombre de dossiers à chaque volet. Le cahier des charges, le seuil et l'enveloppe ont montré leur efficacité. La proposition de les arrêter suscite donc une véritable incompréhension. Les installations de cogénération biomasse sont intéressantes pour les territoires car, contrairement aux projets thermiques, elles offrent un débouché toute l'année aux fournisseurs de bois énergie. La filière s'est structurée et professionnalisée mais, sans ces appels d'offres, certains maillons, notamment en amont, seront en difficulté.

## 2 Si le projet de PPE est validé en l'état, quelles sont les solutions pour assurer la viabilité des projets ? Tiers-investissement ? Innovation dans les procédés ?

La filière compte sur le groupe de travail interministériel pour discuter des leviers possibles pendant cette période pour redynamiser son développement en lien avec les objectifs de la PPE. L'atteinte de ces derniers nécessite de conserver les appels d'offres CRE. Le Comité stratégique de la filière forêt bois vient de rendre des conclusions qui vont en ce sens. Elle nécessite également le rétablissement de la taxe carbone. En Suède, celle-ci est couplée à un système de redistribution pour les ménages les plus pauvres. Ce système fonctionne bien. Il existe donc des solutions pour la remettre en place. Le tiers-investissement existe mais il ne peut suffire pour atteindre les objectifs. L'innovation non plus, dans la mesure où il s'agit de technologies matures.

## 3 Est-ce que la sécurisation des approvisionnements représente un frein au développement de la filière ?

Il n'y a pas d'inquiétude à avoir. La Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et le Programme national de la forêt et du bois (PNFB) ont été faits en lien avec les objectifs PPE. Nous avons fait le point récemment avec toutes les structures concernées : il y a du bois et la forêt française continuera à se développer. Le bois énergie est un outil à la fois indispensable aux propriétaires forestiers pour assurer la multifonctionnalité des forêts et indispensable aux forêts pour leur adaptation face au changement climatique. Il faut aider à sa mobilisation et l'utiliser au maximum pour des projets à haut rendement.

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance électrique installée fin septembre 2019 (méthanisation et ISDND)*

**480 MW**

*Production électrique en 2018*

**2 100 GWh**

*Objectif 2023  
des installations de méthanisation*

**237 – 270 MW**

*(188 MW installés fin septembre 2019)*

*Objectif 2028  
des installations de méthanisation*

**340 – 410 MW**

*Emplois directs dans la filière en 2017  
(toutes valorisations confondues)*

**1 570**

*Chiffre d'affaires en 2017  
(toutes valorisations confondues)*

**372**  
millions d'euros



Unité Méthanisation Bionerval  
à Benet, en Vendée

Saria Industries

**A**u cours des dernières années, la filière biogaz a continué sa progression, et la mise en place en 2018 d'un groupe de travail méthanisation a permis de lever certains blocages. Mais si le projet de PPE 2019 a peu surpris pour la cogénération, il inquiète grandement les promoteurs du biométhane.

## FILIÈRE BIOGAZ


### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **480 MW AU 30 SEPTEMBRE 2019**

En 2018, la puissance raccordée a été de 26 MW pour 95 nouvelles installations. Cette progression a porté le parc de puissance électrique biogaz à 456 MW en fin d'année, pour une production électrique de 2 100 GWh (+ 11 % par rapport à 2017), soit 0,4 % de la consommation électrique nationale. En 2019, la filière a continué sa progression. Selon le Service de la donnée et des études statistiques (SDES), au 30 septembre 2019, 738 installations produisant de l'électricité à partir de biogaz étaient raccordées au réseau pour une puissance totale installée de 480 MW. Au cours des trois premiers trimestres de l'année, 106 nouvelles unités ont été réalisées pour une puissance totale de 26 MW. Des chiffres en hausse par rapport à ceux de 2018, qui avait vu le raccordement de seulement 69 installations pour 18 MW au cours des six premiers mois. 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 en métropole (49 %). 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 (ISDND). Celles-ci représentent 60 %

de la puissance totale installée en France. Ce chiffre est en baisse de 5 % par rapport à fin 2017. La tendance se poursuit au premier semestre 2019, puisqu'aucune ISDND n'a été raccordée.

Comme les autres filières renouvelables électriques, la production d'électricité à partir de biogaz bénéficie de mécanismes de soutien. Pour les installations implantées en métropole d'une puissance strictement inférieure à 500 kW, un tarif d'achat de base est garanti sur vingt ans. Au-delà, c'est le mécanisme du complément de rémunération qui s'applique. Les nouveaux projets doivent s'intégrer dans une procédure d'appel d'offres, mis en place depuis 2016 par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), qui vise à sélectionner chaque année 10 MW de projets de méthanisation en cogénération. La procédure s'est cependant avérée complexe pour les porteurs de projets, puisque seules deux unités ont été retenues lors du premier volet de l'appel d'offres (2016) pour un total de 4,09 MW, et deux autres, de 0,51 et 0,79 MW, lors du deuxième volet (2017). La date butoir pour la remise des dossiers de candidature pour la troisième période était avril 2019, mais ses résultats n'ont pas encore été rendus publics. Pour les Step, un tarif de base est également garanti sur vingt ans. 

### 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 SDES, il y avait à fin juin 2019 149 installations raccordées au réseau électrique, valorisant ainsi le biogaz généré spontanément par la fermentation des déchets, pour une puissance totale de 265 MW. Les installations exploitant le biogaz issu des ISDND sont moins nombreuses que les installations de méthanisation, mais de puissance unitaire moyenne importante (1,8 MW). Elles contribuent ainsi à 57 % de la puissance totale installée.

2. **Les ordures ménagères.** Selon Sinoé, en 2018, 14 unités de tri mécanisation-biologique (TMB) produisaient 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.** Selon Sinoé, en 2018, 104 installations traitaient 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 de la chaleur utilisée directement sur les sites industriels mêmes.

4. **Les stations d'épuration urbaines.** 73 équipements étaient en fonctionnement en 2018, d'après Sinoé. 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 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. Selon Sinoé, en 2018, 499 unités à la ferme ou centralisées étaient recensées.

## Carte n° 1

### Cartographie des puissances biogaz électriques installées en France à fin septembre 2019 (en MW)

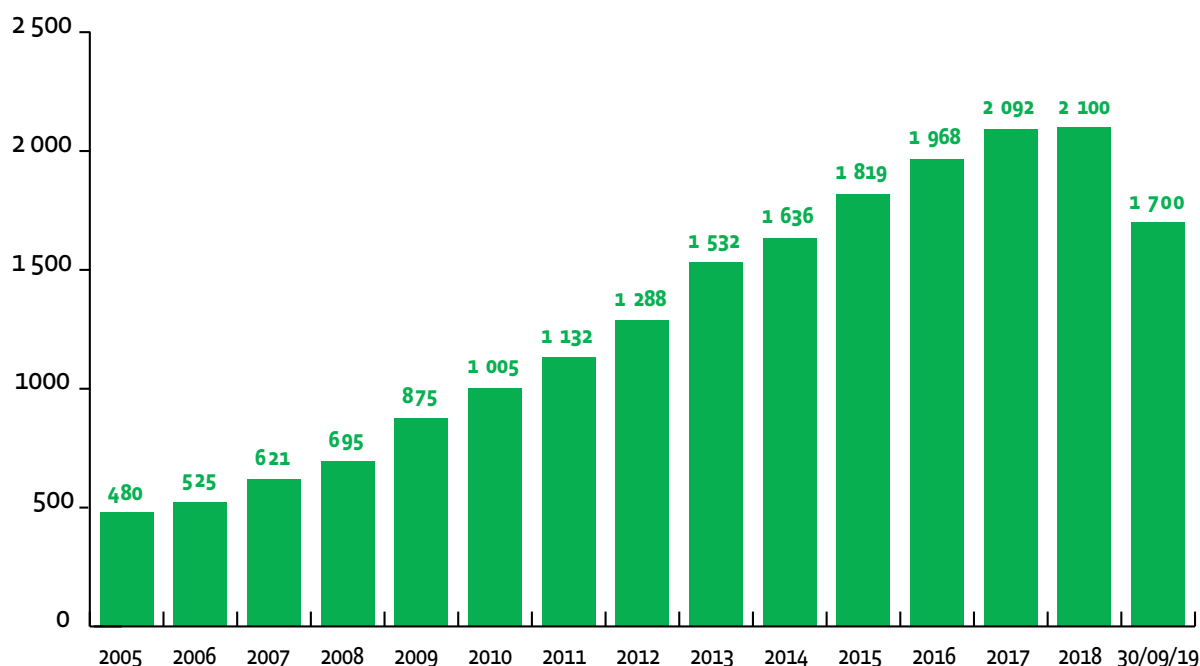
Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD.



## Graphique n° 1

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

Sources : SDES (2005-2017 et 2019), AIE pour 2018.



### FIN PROGRAMMÉE DU SOUTIEN AUX ISDND

Pour les ISDND, suite à l'abrogation en 2016 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, la Commission européenne a fini par valider en juillet 2018 le dispositif de soutien à l'injection d'électricité proposé par la France. Elle précise cependant que celui-ci disparaîtra dès lors que la somme des puissances installées faisant l'objet de demande de contrat aura atteint 60 MW ou après le 31 décembre 2020. Le décret 2019-527, applicable au 30 mai 2019, modifie la réglementation en conséquence. Il supprime également la possibilité de signer un deuxième contrat de

complément de rémunération après une première période contractuelle de quinze ans. L'arrêté tarifaire du 3 septembre 2019 fixe les nouvelles conditions : complément de rémunération pour les nouvelles installations de 500 kW à 12 MW et pour les installations supérieures ou égales à 500 kW ayant déjà bénéficié d'un contrat d'achat ; obligation d'achat pour les installations strictement inférieures à 500 kW. Autre point à noter, alors que la taxe globale sur les activités polluantes (TGAP) est actuellement diminuée pour les installations qui intègrent un dispositif de cogénération, la loi de finance (PLF 2019) prévoit une hausse de cette même taxe pour les installations de traitement des déchets à partir de 2021.



## MÉTHANISATION AGRICOLE : L'AVENIR DE LA FILIÈRE

La méthanisation, elle, se porte bien. Le parc a atteint 163 MW raccordés au réseau électrique fin 2018, soit 26 MW de puissance supplémentaire par rapport à l'objectif fixé initialement pour fin 2018 dans la PPE. Au 30 septembre 2019, le parc avait encore progressé pour atteindre 189 MW. 24 MW supplémentaires ont été raccordés en neuf mois. Pour 2023, la PPE prévoit entre 237 et 300 MW. Au vu du rythme actuel, ces chiffres devraient être atteints. De plus, 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, pour lever les freins au développement de la filière. Certaines ont déjà permis des avancées, par exemple pour donner aux agriculteurs les moyens de compléter leurs revenus : création d'un fonds de garantie publique, permettant à Bpifrance de distribuer un prêt sans garantie. Autre mesure, la sortie du statut de déchet pour le digestat, ou l'utilisation possible du bioGNV par les engins agricoles. D'autres actions sont venues professionnaliser la

filière : mise au point d'un label qualité Qualiméthà "conception et construction des installations de méthanisation" ; création d'un certificat de spécialisation "responsable d'une unité de méthanisation agricole" proposé dans les lycées agricoles disposant d'une unité de méthanisation.

La filière a également observé une simplification des procédures liées aux installations classées (ICPE), ce qui a accéléré la mise en service de nouveaux sites de méthanisation. Pour le développement des méthaniseurs de grande taille, les conditions de mélange des déchets avant méthanisation ont été assouplies, et le taux de réfaction applicable aux coûts de raccordement des installations de production de biogaz aux réseaux de transport de gaz naturel a été fixé à 40 % (taux de prise en charge équivalent à celui applicable au raccordement aux réseaux de distribution, fixé par un arrêté ministériel du 30 novembre 2017). Le droit à l'injection dans les réseaux de gaz naturel pour les installations se situant à proximité d'un réseau, qui figure dans la loi Egalim, a également été décliné par le décret n° 2019-665 du 28 juin 2019.

### Faire monter la filière en compétence

*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 qui a ouvert ses portes dans les locaux de l'ATEE (Association technique énergie environnement) pour aider la filière à répondre aux spécificités nationales (cf. entretien ci-après). De plus, d'ici fin 2019, dans l'Aube, la plateforme Certiméthà, développée par des industriels français de la méthanisation rassemblés au sein du cluster Biogaz Valley, devrait elle aussi être opérationnelle. Comportant un laboratoire et un démonstrateur, elle servira de site d'essais pour les innovations dans le domaine de la méthanisation (équipements ou process), afin de lancer sur le marché des produits français, conçus pour le marché local.*

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## UNE PPE QUI INQUIÈTE PLUS QU'ELLE NE RASSURE LE SECTEUR

Aujourd'hui, le développement du secteur biogaz en France est essentiellement orienté vers une valorisation sous forme de biométhane, c'est-à-dire vers l'injection du biogaz, après épuration, dans les réseaux gaziers afin qu'il se substitue progressivement au gaz naturel. Pour l'avenir, les jalons de la croissance du biogaz en France ont été posés par la loi sur la transition énergétique et la croissance verte, qui vise à ce que le biométhane représente en 2030 entre 7 % et 10 % de la consommation de gaz du pays, en fonction des baisses de coûts qui auront été réalisées par la filière. Cet objectif correspondrait à une capacité d'injection de 40 TWh (contre 1,8 TWh fin septembre 2019). Dans la perspective de ces objectifs, le texte de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de janvier 2019 est venu fixer les seuils à atteindre pour 2023 et 2028. Pour la partie électrique, la feuille de route est d'avoir un parc de puissance de 270 MW à fin 2023 (contre 189 MW au 30 septembre 2019) puis de progresser pour se placer dans une fourchette comprise entre 340 et 410 MW en 2028. Pour la partie gaz renouvelable, l'ambition est d'atteindre en 2023 une part de 2 % de la consommation finale de gaz en France (pour 6 TWh de biogaz injecté) puis une part comprise entre 9 et 13 % (pour 14 à 22 TWh de biogaz injecté) à fin 2028. Les professionnels ont été déçus de ces objectifs, notamment sur la partie gaz renouvelable, puisque la précédente PPE de 2016 prévoyait 8 TWh de biogaz injecté à fin 2023. La filière aurait souhaité plus d'ambition avec un objectif davantage proche de 12 TWh injectés d'ici quatre ans.

Plus que de la déception, il y a une véritable inquiétude, car le texte de programmation table sur des baisses drastiques des coûts de production du biogaz qui seraient très difficilement atteignables avec le peu d'espace que la PPE réserve à la filière. La trajectoire demandée impliquerait de passer de 95 €/MWh aujourd'hui à 67 €/MWh en 2023 et 60 €/MWh en 2028. Pour y parvenir, le gouvernement compte sur le dispositif, déjà bien rodé dans l'éolien ou le photovoltaïque, des appels d'offres. Deux sessions annuelles sont prévues pour un objectif de capacité de production de 350 GWh chacun. La crainte des acteurs est que la mise en place des appels d'offres introduise une complexité trop importante pour les projets agricoles, souvent de petite taille, qui constituent une grande part des unités du secteur. Face aux craintes des professionnels, l'administration a voulu donner des gages d'assurance, d'une part en conservant un guichet ouvert pour les plus petites installations qui n'atteindront pas le seuil des appels d'offres, et d'autre part en essayant d'inciter à l'élargissement des débouchés du biométhane, notamment dans les transports. Ainsi, au travers d'une fiscalité incitative, l'objectif est d'avoir 20 000 camions GNV en circulation en 2023, ce qui devrait porter la dynamique du biogaz carburant. ●

### Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ Baromètre EurObserv'ER biogaz
- ✓ [www.atee.fr/biogaz](http://www.atee.fr/biogaz)
- ✓ [www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biogaz](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biogaz)
- ✓ [www.biogaz-europe.com](http://www.biogaz-europe.com)
- ✓ [www.france-biomethane.fr](http://www.france-biomethane.fr)

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



# 3 QUESTIONS

## de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Marc Schlienger**,  
délégué général  
du Club Biogaz  
de l'Association  
technique énergie  
environnement  
(Atee)

### 1 Alors que les tarifs d'achat de l'électricité produite à partir du biogaz ont été revalorisés en 2016, pourquoi 2018 n'a pas tenu ses promesses comparé à 2017 ?

Le tarif d'achat pour l'électricité produite en cogénération ne concerne plus que les installations de taille inférieure à 500 kW, les installations plus grandes étant soumises à appel d'offres. Il y a donc eu un déplacement vers la valorisation en injection de biométhane, qui prend son essor depuis 2016 grâce au développement de la filière épuration en France et à la mobilisation des opérateurs de réseau de gaz naturel.

### 2 Quels sont les enjeux de la création du Centre technique du biogaz et de la méthanisation (CTBM) et du label Qualimétha ?

Le CTBM répond à un besoin de la filière de capitaliser les connaissances produites par les experts académiques et associatifs depuis une dizaine d'années. La communication entre exploitants, industriels et chercheurs doit être facilitée, pour permettre à la recherche de traiter les problématiques de terrain et pour que les avancées

fondamentales trouvent une application au service de la transition énergétique. Le label, quant à lui, sera lancé officiellement début 2020. L'objectif premier est de fournir aux porteurs de projets des solutions fiables, et de donner de la visibilité aux acteurs sur la qualité du marché. Il permettra, de surcroît, de rassurer les parties prenantes qui s'engagent auprès du porteur de projet : l'Ademe et autres pouvoirs publics, les banques et les assureurs.

### 3 Est-ce que le projet de PPE 2019 pour la filière biogaz vous satisfait ?

Nous avons participé aux consultations sur le projet de PPE 2019 afin d'obtenir des avancées dans les ambitions pour le biométhane injecté et non injecté. Nous espérons que nos attentes seront retenues. Il faut souligner que la méthanisation est une filière ENR qui crée des emplois locaux et industriels et qui exporte les équipements de ses industriels en Europe. Il y a par contre une inquiétude sur la transposition de la directive européenne RED II<sup>1</sup> et sur le projet de décret qui met en œuvre ses dispositions sur le registre des garanties d'origine du biométhane. La DGEC consulte actuellement sur ce décret, et nous craignons une transposition sans critères de durabilité sécurisants, hormis pour le bioGNV et pour les chaufferies de puissance supérieure à 2 MW thermiques. C'est une hypothèse de lecture du texte que l'on ne pourra accepter, car elle induirait en erreur le consommateur au détriment du caractère renouvelable du biométhane et en faveur d'un verdissement artificiel par des garanties d'origine issues de cultures énergétiques étrangères. Nous avons soulevé ce débat dans notre réponse à la DGEC. ●

1. Texte final sur la directive des énergies renouvelables.

Centre de valorisation  
énergétique (CVE) de Maubeuge.

# CHIFFRES CLÉS

*Production électrique en 2018*

**2 319 GWh**

*Objectif de production d'électricité  
à partir d'UIOM en 2028*

**2,3 TWh**

*Emplois directs dans la filière en 2017*

**660**

*Chiffre d'affaires dans la filière en 2017*

**215**

**millions d'euros**

**L**e développement de la valorisation énergétique des déchets passe par l'amélioration du rendement énergétique des unités d'incinération existantes. Mais le développement de la co-incinération de combustibles solides de récupération (CSR) s'affirme de plus en plus comme indispensable à l'avenir de la filière.

Dalkia Wasteenergy - Julien Pléronne

60

## DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## UNE FILIÈRE HIÉRARCHISÉE DANS SES ACTIONS

En matière de gestion des déchets, la valorisation énergétique n'intervient qu'en troisième intention. La réduction des déchets doit être la priorité suivie de la valorisation matière (réutilisation et recyclage). La mise en décharge n'intervient, elle, qu'en dernier recours. C'est la directive-cadre européenne de 2008 qui l'impose, 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). Celle-ci prévoit une réduction de 30 % des quantités de déchets non dangereux non inertes admis en installation de stockage en 2020 et de 50 % en 2025 par rapport à 2010.

La valorisation énergétique des déchets se fait par la valorisation du biogaz (issu des installations de stockage et de méthanisation) ou par traitement thermique (incinération, co-incinération, pyrolyse et gazéification). Selon les dernières données fournies par l'Ademe<sup>1</sup>, en 2016, 6 % de l'ensemble des déchets ménagers et assimilés, des déchets des entreprises et de ceux du secteur de la construction ont été valorisés énergétiquement, soit une augmentation de 59 % en dix ans, permettant d'éviter 11 millions de barils de pétrole. Le recyclage/remblayage a concerné 65 % d'entre eux, soit une augmentation de 13 % en dix ans, tandis que l'élimination a diminué de 15 % sur la même période, représentant l'ultime solution pour 29 % des déchets.

## INCINÉRATION, VECTEUR PRINCIPAL DE LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

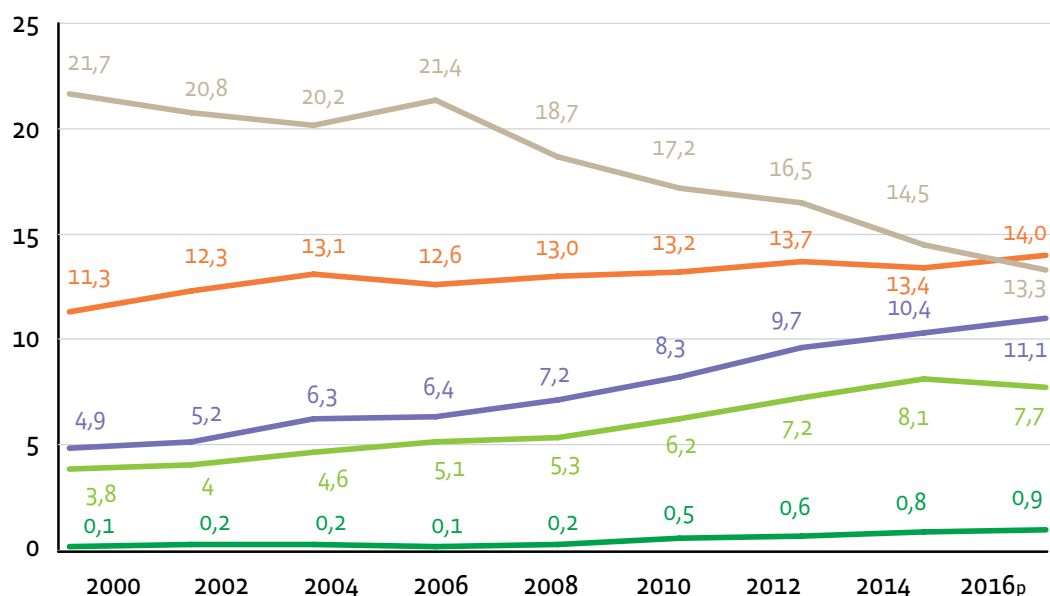
Le principal mode de production énergétique à partir des déchets est l'incinération : 89 % de la chaleur générée par les déchets et 69 % de l'électricité proviennent des unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM). C'est sur ce mode de traitement des déchets et sur les autres types de traitements thermiques que porte cette fiche. Les déchets accueillis en UIOM sont des déchets non inertes non dangereux dont une grande majorité provient de déchets municipaux mais aussi des refus de tri de déchets d'activités économiques (DAE). L'énergie dégagée par la combustion des déchets peut être valorisée sous forme de chaleur seule, pour alimenter un réseau de chauffage urbain ou des industries, en cogénération, ou sous forme d'électricité. Actuellement, en conformité avec les règles européennes, il est considéré que la moitié de l'énergie produite par les incinérateurs est issue de la fraction biodégradable des déchets (biomasse) et est donc renouvelable. Les 50 % restants sont qualifiés d'énergie de récupération. Cependant, selon les premiers résultats d'une étude en cours de l'Ademe, la Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement (Fnade) et le Syndicat national des bureaux d'études en environnement (SN2E) mesurant directement le CO<sub>2</sub> biogénique émis par 11 installations, la part de l'énergie renouvelable issue de la biomasse serait plutôt de l'ordre de 60 %. Quoi qu'il en soit, c'est bien la totalité de l'énergie issue de la combustion des déchets qui vient en substitution à des filières classiques de production d'énergie.

1. "Déchets - chiffres clés. L'essentiel 2018", mars 2019, Ademe.



## Graphique n° 1

Évolution des tonnages traités dans les installations de traitement des déchets municipaux<sup>2</sup> (en millions de tonnes)



(Évolution depuis 2000 / Évolution depuis 2010)  
p : prévisionnel

- Déchets stockés (- 39 % / - 23 %)
- Déchets méthanisés (× 8 / + 100 %)
- Déchets compostés (+ 103 % / + 23 %)
- Déchets triés (+ 126 % / + 34 %)
- Déchets incinérés (+ 24 % / + 6 %)

Source : Ademe.

### MOINS DE STOCKAGE, PLUS D'INCINÉRATION

En 2016, pour la première fois, la proportion envoyée à l'incinération dans les UIOM (31 %) a été supérieure à celle destinée aux centres de stockage (28 %). On parle ici de déchets primaires envoyés en traitement, c'est-à-dire en excluant les refus de tri (quelques %). De 2000 à 2014, les tonnages incinérés (déchets primaires et secondaires) avec

production d'énergie sont passés de 10,3 à 14,4 Mt. Depuis, le chiffre s'est stabilisé autour de 14 Mt, selon le Syndicat national du traitement et de la valorisation des déchets urbains et assimilés (SVDU)<sup>3</sup>. Cette augmentation des tonnages s'est produite quasiment sans création de nouvelles UIOM. En effet, les volumes traités étant programmés pour baisser, les collectivités ne choisissent plus de

2. Déchets primaires envoyés en traitement, c'est-à-dire en excluant les refus de traitement.

3. "Panorama de la chaleur renouvelable et de récupération", 2019, SVDU.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

# DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

construire de nouvelles unités d'incinération sur leur territoire. Le projet de PPE 2019 prévoit que les UIOM recevront 2,9 Mt d'ordures ménagères de moins et 1,5 Mt supplémentaires de refus de tri à l'horizon 2025. Des UIOM existants ont en revanche été équipés en processus de valorisation de la chaleur d'incinération. Selon le SVDU, le nombre d'UIOM avec production d'énergie est ainsi passé de 109 en 2000 à 121 en 2018 (sur 124 UIOM), dont 119 en métropole en 2018, plus 2 dans les DOM-COM, pour une production de 4,16 TWh électriques et 11,639 TWh thermiques. Parmi les 119 unités métropolitaines, 30 produisent exclusivement de la chaleur, 36 de l'électricité seule et 53 de la chaleur et de l'électricité par cogénération (on en comptabilisait 42 en 2010). 99,8 % des déchets incinérés en France auraient ainsi fait l'objet d'une valorisation énergétique en 2018, sachant que plus de 75 sites seraient désormais raccordés à un réseau de chaleur.

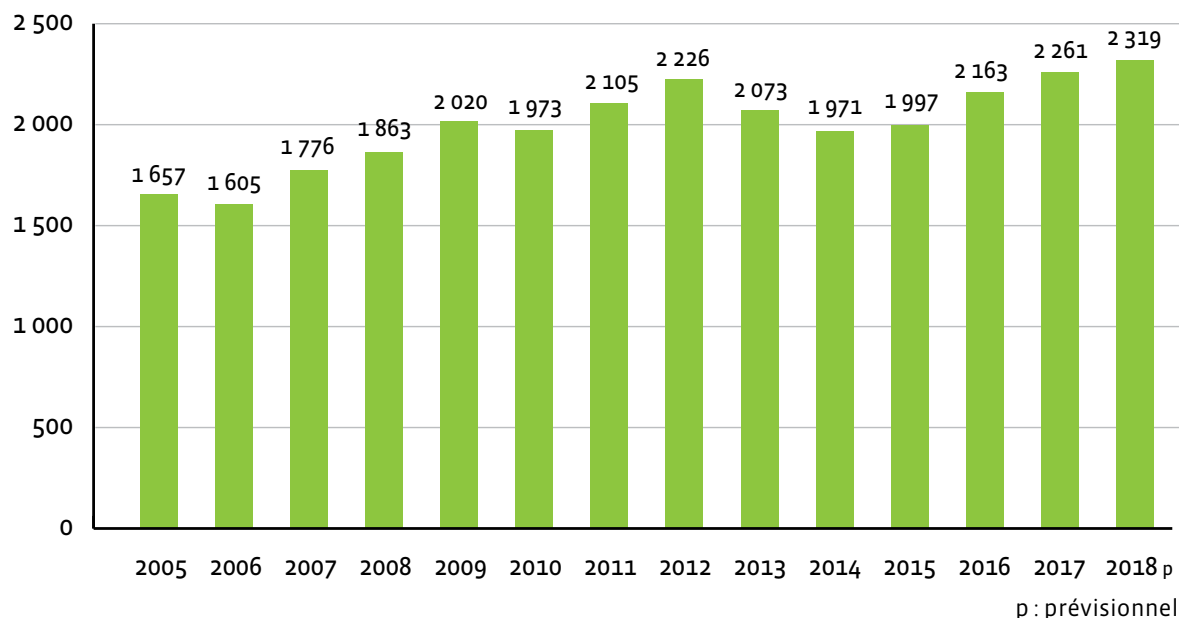
## AMÉLIORER LE RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES UIOM

Néanmoins, en 2016, moins de la moitié des UIOM atteignait le seuil R1 de 60 ou 65 % de performance énergétique nécessaire pour être considéré comme site de valorisation. 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. Le parc doit ainsi améliorer son rendement énergétique. Selon le SVDU, un gisement de 3,7 TWh thermiques supplémentaires pourrait être exploité d'ici 2025 par rapport à 2018 en améliorant les performances énergétiques des installations. Le rendement énergétique global des unités uniquement électrogènes pourrait en outre être amélioré en raccordant des sites non connectés sur des réseaux de chaleur et/ou à d'autres sites industriels. 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. Le projet de PPE 2019 souligne de son côté la nécessité d'amplifier l'amélioration de l'efficacité énergétique des unités de valorisation énergétique des déchets ménagers, de mener une action spécifique sur les d'incinérateurs sans valorisation énergétique et d'aller au-delà du critère d'efficacité énergétique des unités existantes. Au total, le projet prévoit, en 2028, une production de chaleur à partir d'UIOM de 15 à 18 TWh. Pour l'électricité, l'objectif est de 2,3 TWh.

## Graphique n° 2

### Production brute d'électricité à partir de déchets municipaux renouvelables (en GWh)

Sources : Eurostat (2005-2017), AIE pour 2018.



### PAS DE COMPLÉMENT DE RÉMUNÉRATION

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 de la valorisation énergétique. 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, conformément à la feuille de route sur l'économie circulaire parue en avril 2018, la loi de finance (PLF 2019) prévoit une hausse de la TGAP appliquée aux installations de traitement des déchets à partir de 2021. Le but : rendre le coût de la mise en décharge et de l'incinération supérieur de dix euros par tonne (€/t) à

celui du recyclage. La production d'électricité est en outre handicapée par le décret n° 2019-527 appliqué depuis le 30 mai 2019, selon lequel les UIOM ne peuvent pas demander à bénéficier d'un complément de rémunération en guichet ouvert pour la production d'électricité. Pour rappel, suite à l'abrogation 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, et après deux années de discussion avec la Commission européenne, la France avait décidé de retirer sa proposition de dispositif de soutien par complément de rémunération pour les UIOM.



# DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

## 2019, L'ANNÉE DE LA CO-INCINÉRATION

Outre l'incinération en UIOM, la valorisation énergétique thermique des déchets peut également se faire de façon différée via la co-incinération de combustibles solides de récupération (CSR). Ces combustibles sont préparés à partir de déchets non dangereux qui n'ont pu être valorisés sous forme de matière (refus de tri de DAE essentiellement). Leur pouvoir calorifique ainsi que leur teneur en chlore et en mercure sont normés. Ils peuvent alors être utilisés pour produire de la chaleur et/ou de l'électricité. Ce traitement thermique peut se faire chez l'industriel utilisateur ou dans des chaufferies dédiées classées ICPE 2971. Celles-ci se différencient d'un incinérateur par leur finalité de production d'énergie (et non d'élimination de déchets) et par la nature des déchets utilisés pour préparer les CSR. En France, en 2017, seul 0,3 Mt de CSR a été consommée faute de débouchés. La majorité l'a été par l'industrie cimentière (280 kt en cimenteries, 20 kt en unité dédiée sur le site de Changé. Source : Federec). Portée par l'objectif de la LTECV de réduire l'enfouissement de 50 % d'ici à 2025, la production de CSR pourrait être de 2,5 Mt à cette échéance. Les cimenteries ont annoncé pouvoir utiliser 1 Mt par an. Reste 1,5 Mt qui doit trouver un débouché via des unités de valorisation de CSR dédiées.

L'Ademe soutient financièrement le développement de ces unités. L'agence a lancé un premier appel à propositions (AAP) en 2016 puis un deuxième en 2017, soutenant seulement la production de chaleur, sauf pour l'outre-mer. Trois lauréats sur 24 dossiers ont été sélectionnés en 2016 : Biosynergy Breizh, Blue Paper et Ileva. Pour l'instant, seule l'unité de Blue Paper est en service. En 2017, sur neuf dossiers, deux

ont été sélectionnés : le projet Papyrus à Saint-Michel (en Charente) et le projet de la Compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU). L'agence a, enfin, lancé une troisième session AAP énergie CSR en septembre 2019. Cette fois, les unités de cogénération sont autorisées pour une autoconsommation d'électricité. La production d'électricité est éligible aussi pour la Corse en plus de l'outre-mer. L'AAP entrouvre également la porte à des CSR produits à partir d'ordures ménagères résiduelles, qui devront cependant ne pas dépasser 30 % de l'approvisionnement. En parallèle, dans le cadre du comité stratégique de filière Transformation et valorisation des déchets, dont le contrat a été signé en janvier 2019, 14 projets d'unités de production d'énergie à partir de CSR ont été identifiés à la suite d'un appel à manifestation d'intérêt (AMI) (cf. entretien ci-après).

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## **Le pôle multifilières du Syndicat intercommunautaire du littoral autorisé à exploiter**

*Le traitement mécanobiologique (TMB) s'applique aux ordures ménagères résiduelles (OMR). À partir de la fraction fermentescible de ces déchets, il 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. Il peut également être utilisé sur la fraction à haut pouvoir calorifique inférieur des déchets traités pour fabriquer du CSR. La LTECV indique que « la généralisation du tri à la source des biodéchets (...) rend non pertinente la création de nouvelles installations de TMB d'OMR n'ayant pas fait l'objet d'un tri à la source des biodéchets ». La cour administrative d'appel de Bordeaux avait, ainsi, en 2017, annulé l'autorisation d'exploiter accordée en 2014 au pôle multifilière du Syndicat intercommunautaire du littoral (SIL), situé à Échillais, qui comprend un TMB. Mais le 26 juin 2019, Le Conseil d'État a cassé la décision de Bordeaux, estimant que les objectifs fixés par la loi ne pouvaient s'appliquer à des installations autorisées avant la date d'entrée en vigueur de la loi.*

### **NOUVELLES TECHNIQUES DE TRAITEMENT THERMIQUE**

En complément, d'autres procédés de traitement thermique de déchets sont en développement, comme la pyrolyse et la gazéification. Ces technologies visent à transformer les déchets bois, papier ou carton en gaz, qui sera filtré avant d'être injecté dans des moteurs ou dans une turbine à vapeur pour produire de l'électricité. Ils commencent à passer le stade de l'industrialisation en France et peuvent notamment être utilisés pour valoriser des CSR. Mais selon l'Ademe, les technologies ne sont pas encore matures pour des CSR hétérogènes. Cependant, nul doute qu'elles le deviendront. Fin septembre, un amendement à la loi sur l'économie circulaire en cours de discussion a été adopté par le Sénat. Celui-ci fixe l'objectif national d'assurer la valorisation énergétique d'au moins 70 %

des déchets ne pouvant faire l'objet d'une valorisation matière d'ici à 2025. Et pour ce faire, les sénateurs misent clairement sur les CSR. Ils proposent d'élargir le périmètre des déchets utilisables pour les produire, en ajoutant la possibilité d'utiliser des OMR en plus des déchets non recyclables. Ils souhaitent également développer la production d'électricité à partir de CSR. ●

#### **Quelques sites pour aller plus loin :**

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



## 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Jean-Pierre Luthringer**,  
président de  
Federec Valordec  
(Fédération des  
entreprises du recyclage,  
filiale biodéchets et CSR)

### 1 Quel est l'enjeu du développement de la filière CSR ?

Avec l'objectif donné par la LTECV de réduire de 50 % le stockage d'ici à 2025, 2,5 Mt par an de déchets pourraient être valorisés sous forme de CSR à cette échéance. Mais cette filière n'est pas, en l'état, compétitive par rapport au gaz ou au charbon. Les leviers possibles sont l'aide à l'investissement, une fiscalité spécifique, la création d'un fonds de garantie... Nous explorons aussi la piste de la cogénération. En début d'année, nous avons eu la mauvaise surprise de voir disparaître, dans le nouveau projet de PPE, les objectifs fixés dans la précédente PPE pour les CSR. Mais le nouvel AAP énergie CSR de l'Ademe représente une aide à l'investissement intéressante, tandis que l'AMI va permettre d'identifier les freins économiques, techniques et réglementaires au développement de la filière. Les pouvoirs publics se montrent, en outre, à l'écoute dans le cadre de la feuille de route sur l'économie circulaire et de la loi en cours de discussion.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

### 2 Pourquoi la production d'électricité via la co-incinération des CSR n'est-elle pas plus soutenue ?

L'État considère qu'il y a assez de filières matures, comme le nucléaire, l'éolien ou le photovoltaïque, qui permettent une production d'électricité à des coûts maîtrisés. Il n'encourage pas la création de nouvelles filières car celles-ci coûtent cher au démarrage. L'AAP Énergie 2019 fait un pas vers la cogénération pour une autoconsommation d'électricité, car nous avons montré qu'il sera impossible de réduire de 50 % le stockage à l'horizon 2025 sans un soutien plus marqué à la filière CSR. Or celle-ci a besoin de la cogénération pour favoriser son équilibre économique.

### 3 En imposant des normes de qualité aux CSR et en créant une rubrique ICPE dédiée aux unités de co-incinération, la France freine-t-elle le développement de sa filière CSR ?

L'étude met notamment en avant les différences entre l'Allemagne et la France. La première a opté pour le développement de la filière au début des années 2000. Les chaufferies bénéficient ainsi du statut d'incinérateur. Elles brûlent des déchets avec des normes de qualité moins strictes qu'en France et ne sont pas soumises aux systèmes de quotas de CO<sub>2</sub>. Mais l'Allemagne commence à se faire rattraper par l'Europe car ces chaufferies ont pour but de produire de l'énergie et non d'éliminer les déchets. Il ne s'agit donc pas d'incinération mais de co-incinération. En France, on rend le système contraignant pour le faire accepter, en ne brûlant que des CSR de haute qualité et en imposant des normes de rejet en tout point similaires à ce qui se fait pour l'incinération.

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance installée fin 2019*

**16,7 MW**

*Production électrique en 2018*

**115 GWh**

*Objectif de la filière à 2023*

**24 MW**

en métropole,

**45 MW**

en Guadeloupe.



Centrale géothermique de Bouillante (Guadeloupe).

BRGM

**L**ongtemps réduite aux seuls sites de Soultz et de Bouillante, la filière française de production d'électricité à partir de géothermie est désormais entrée dans un nouveau cycle de développement. Plusieurs nouvelles centrales sont en construction à travers le pays mais une révision de son cadre réglementaire pourrait revoir à la baisse les ambitions du secteur.

68

## FILIÈRE GÉOTHERMIE

**Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **UN NOUVEL ÉLAN DE LA GÉOTHERMIE FRANÇAISE**

La production d'électricité d'origine géothermique est une technologie mature qui se base sur l'exploitation de milieux souterrains fracturés à forte perméabilité, situés à plus de 1000 m de profondeur et dont la température varie entre 150 et 300 °C. Les sites de ce type, capables de fournir des débits de production de vapeur élevés, sont généralement localisés 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 2019, la puissance installée française est de 16,7 MW, grâce à deux sites : la centrale de Bouillante en Guadeloupe (15 MW) et celle de Soultz-sous-Forêts (1,7 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 puisque, 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. Dans le cadre de ce projet, la centrale a obtenu début décembre 2019 l'autorisation de procéder à deux nouveaux forages. L'installation, qui compte aujourd'hui cinq puits, a prévu d'en réaliser trois autres d'ici 2021 pour doubler une production d'électricité décarbonée qui fournit aujourd'hui près de 7 % de la demande guadeloupéenne (à un prix d'environ 30 ct€/kWh, ce qui est compétitif dans un contexte outre-mer). Les deux premières turbines, dites "à ailettes", valorisent la vapeur sèche qui émane de la faille géologique de Bouillante. La nouvelle installation "à fonctionnement binaire" utilisera une deuxième fois la chaleur, pour faire monter un gaz en température avant qu'il ne se détende dans la turbine. L'investissement sera de 15 M€ pour les nouveaux puits et de 35 M€ pour l'équipement. Si de nombreuses craintes s'étaient exprimées lorsque EDF a cédé l'installation en 2016, le groupe américain qui l'a repris a apporté quelques garanties. En étant plus réactif dès lors qu'il y a une panne ou en optimisant la gestion du niveau de réinjection dans le réservoir fournissant la vapeur, il a fait passer le taux d'efficacité du site de 56 à 93 %. Ormat réfléchit par ailleurs à un projet de quatrième turbine qui pourrait nécessiter de nouveaux forages plus au nord. Depuis sa création, l'installation géothermique contribue aussi à l'attrait touristique de



Bouillante en réinjectant une partie de l'eau chaude issue du sous-sol dans une source d'eau chaude très prisée.

## LES PROMESSES DE SOULTZ-SOUS-FORÊTS

L'autre grande filière technique française en matière de géothermie se trouve dans l'est du pays. Après plus de vingt ans de recherches, 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 (dite 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 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. L'objectif 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.

## UN CADRE DE DÉVELOPPEMENT MENACÉ

Pour commencer une relance de la production d'électricité d'origine géothermique, la filière a pu bénéficier d'un nouveau cadre de rémunération basé sur un complément tarifaire et de réformes réglementaires annoncées. La première de ces modifications réglementaires est une réforme du code minier. Initialement attendue pour 2019, elle devrait intervenir au premier semestre 2020. L'objectif est de moderniser un outil élaboré pour la première fois en 1810 et qui, malgré plusieurs modifications, n'est plus adapté à régir l'ensemble des ressources et des usages du sous-sol, qui sont d'une grande hétérogénéité. Cela couvre en effet des ressources aussi diverses que les mines de minerais ou la géothermie profonde, en passant par l'exploitation des ressources minérales marines. Le projet de réforme vise également à mieux prendre en compte les enjeux environnementaux et socio-économiques des territoires et à améliorer la participation du public. Il s'agit de tirer les leçons des déchirements constatés sur le gaz de schiste ou le projet Montagne d'Or. Pour cela, il est prévu d'exiger davantage de données environnementales sur les projets avant de délivrer un titre d'exploitation, mais aussi plus en amont, lors de la phase d'exploration. La réforme prévoit la production d'un mémoire environnemental, économique et social au moment de la délivrance du titre d'exploration. La réforme du processus d'instruction touche également les titres d'exploitation. L'octroi d'un tel titre nécessitera une étude de faisabilité environnementale, économique et sociale (Efees). Cette dernière devra notamment identifier les enjeux environnementaux du projet et proposer

## *La France indépendante de son approvisionnement en lithium grâce à la géothermie ?*

Et si les batteries des prochaines voitures électriques étaient produites en Alsace au lieu de venir de Chine ? Du lithium est en effet présent dans les eaux extraites des puits de forage géothermique profond. Fonroche envisage même une production annuelle de près de 1 500 tonnes de lithium propre (pour le seul site de Vendenheim), c'est-à-dire : extrait du sol, raffiné et transporté avec un très faible impact environnemental. Rien que pour ses trois sites programmés en Alsace, le groupe assure qu'il pourrait fournir 30 à 40 % de l'ensemble de la demande industrielle française, et ce à partir de 2023. Cette extraction est faisable, mais la difficulté est de le faire en continu, sans interrompre la production énergétique du site. Cela change la géochimie des fluides utilisés et faisant 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.

La présence du lithium est connue depuis plusieurs années dans le nord de l'Alsace, mais il ne suscitait pas à l'époque l'intérêt que l'on connaît aujourd'hui. C'est donc un réel avantage stratégique pour la filière géothermique, étant donné que la demande en lithium augmente significativement avec les nouvelles politiques de mobilité, mais aussi parce que l'industrie française est aujourd'hui dépendante des pays producteurs, souvent exposés aux risques géopolitiques. Selon l'AFPG, si les centrales géothermiques avaient la capacité de capter les 200 mg/L de lithium contenu 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.

71

les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation (ERC) de ses impacts. Le nouveau processus prévoit également l'avis d'une autorité environnementale, économique et sociale avant la phase de participation du public, ainsi qu'une phase de concertation territoriale conforme aux dispositions du code de l'environnement. La réforme prévoit la possibilité pour les pouvoirs publics de refuser un titre pour raison environnementale. La seconde évolution réglementaire 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, de la Caisse des Dépôts et Consignations et d'opérateurs privés. 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 ayant conduit ce forage, voire la pérennité de la filière.

### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



Pourtant, malgré les projets engagés et la trajectoire à nouveau dynamique de la filière, un nuage est venu obscurcir son horizon. En janvier 2019, dans son projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), le gouvernement a annoncé la suppression des aides pour la rémunération de l'électricité issue de la géothermie profonde aux opérateurs. Même si cette mesure ne devrait s'appliquer qu'aux nouveaux projets, cette nouvelle a cueilli à froid les professionnels du secteur. C'est un vrai coup dur pour l'Alsace, qui pourrait remettre en question la transition écologique du territoire reposant en bonne partie sur la géothermie électrogène. Les présidents de la région Grand Est, du département du Bas-Rhin et de l'Eurométropole, mais également des organismes représentatifs de la filière tels que l'Association française pour la géothermie (AFPG), le Syndicat des énergies renouvelables (SER) ou l'association Amorce, ont rapidement réagi en demandant au gouvernement de reconsidérer la question des aides. Depuis lors, des discussions sont en cours.

## UN ESSAIMAGE À TRAVERS TOUT LE TERRITOIRE

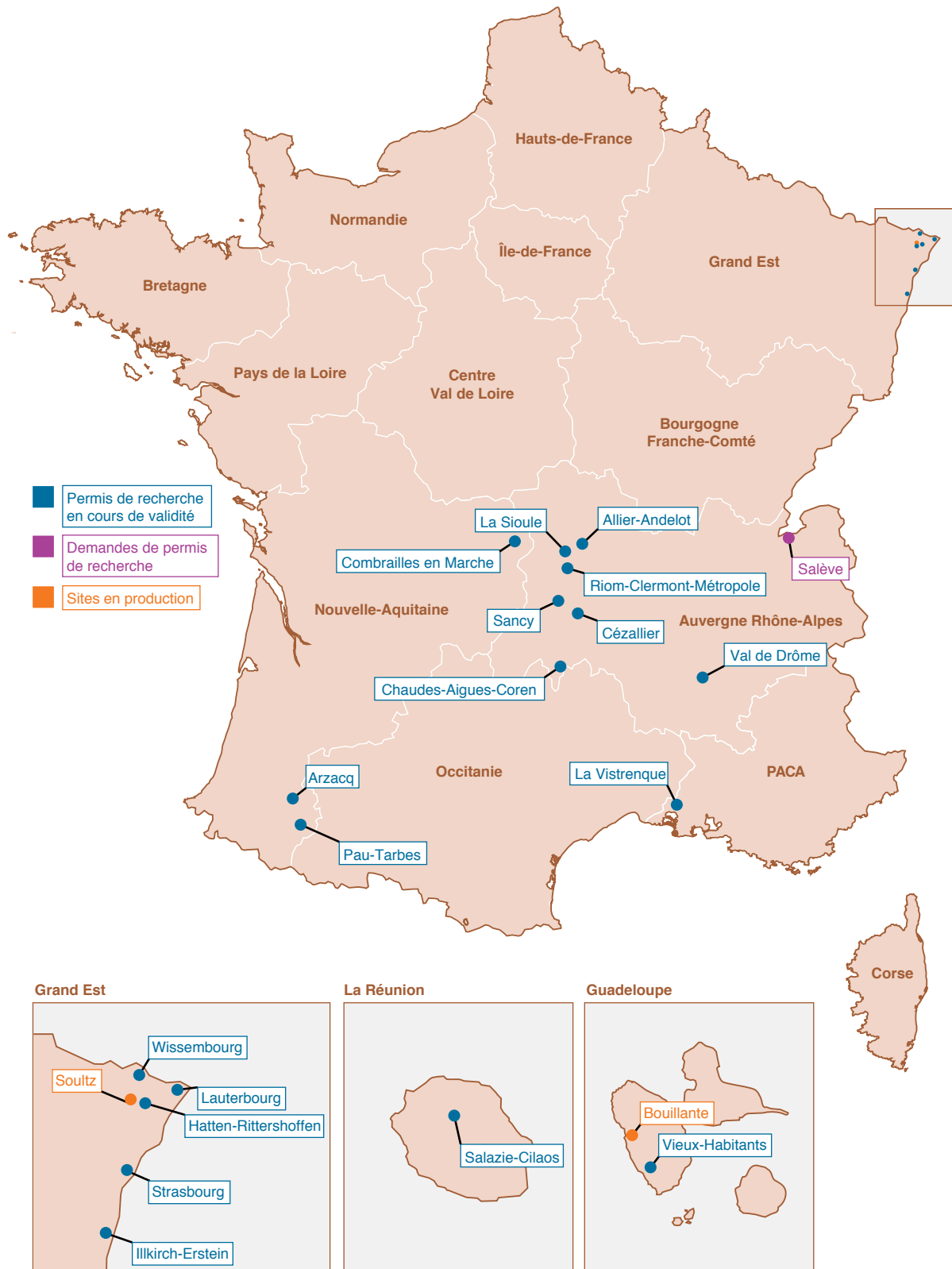
Au-delà du site de Soultz, les départements du Haut-Rhin et du Bas-Rhin sont appelés à jouer un rôle dans le futur de la géothermie. De par leur disposition géologique et les importantes bases de données sur leur sous-sol, ces territoires accueillent deux projets issus de l'essai-ge de la technologie EGS. Il s'agit du site de Vendenheim (2<sup>e</sup> 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'eaux souterraines 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 élevées 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 donc 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. 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 CO<sub>2</sub>. L'un des points marquants de ce projet a été le travail amont de cartographie des sous-sols. Avant le forage, ES a mis en place tout un processus de sondage du sous-sol, grâce auquel elle a pu installer des stations sismologiques afin de réaliser en 2015 une campagne d'images sismiques en 2D.

## Carte n° 1

### Carte des titres miniers de gîtes géothermiques à haute température

Source : Observ'ER d'après la DGEC.



## Tableau n° 1

*Détail des permis de recherche et concession pour des gites de géothermie haute température en métropole*

Zone	Localisation	Période prévisionnelle de mise en service	Estimation de la puissance installée	Investissement prévisionnel
Alsace	Wissembourg Lauterbourg Illkirch-Erstein Strasbourg Hatten-Rittershoffen	2020 - 2028	55 MWe 120 MWth	345 M€
Massif Central	Cézallier La Sioule Riom-Clermont-Métropole Sancy Combrailles-en-Marche	2023 - 2027	48 MWe 65 MWth	346 M€
Sud-Ouest	Pau-Tarbes Arzacq	2024 - 2028	13 MWe 30 MWth	140 M€
Couloir Rhodanien et Haute Savoie	Val-de Drôme La Vistrenque	2021-2025	14 MWe 30 MWth	140 M€

Source : AFIG 2019

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 km<sup>2</sup>. 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 sont 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 ou en Moselle.

Si l'ensemble des projets actuellement en développement en France se réalise, alors, d'ici 2028, la France serait équipée de 18 installations de géothermie électrogène, produisant plus de 180 MWe.

### **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, Électricité de Strasbourg 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 alimenter le projet 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, tel 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 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, entre 40 et 60 millions d'euros chacun, et leur réalisation n'est possible qu'avec un soutien actif des réseaux bancaires. ●

#### Quelques sites pour aller plus loin :

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



# 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Jean-Philippe Soulé**,  
directeur général  
de Fonroche  
Géothermie et vice  
président de la  
filière géothermie  
profonde de l'AFPG<sup>1</sup>

## 1 Où en sommes nous sur l'annonce faite par le gouvernement de supprimer les aides pour la rémunération de l'électricité issue de géothermie profonde ?

Cette décision relève uniquement d'un arbitrage budgétaire et nous sommes toujours en discussion avec les pouvoirs publics. Il est vrai que la géothermie est la filière qui a l'un des coûts de production de l'électricité les plus importants parmi les EnR. Le niveau actuel est de l'ordre de 246 MWh mais nous avons fait une proposition au ministère de l'Économie et des Finances pour un complément de rémunération à 176€ le MWh donc 142€/MWh en électricité pure, la géothermie profonde étant une énergie de cogénération chaleur et électricité. Précisons que le coût résiduel pour l'État serait autour de 88€/MWh car à ce niveau de complément de rémunération il faut soustraire le prix de l'électricité sur le marché qui aujourd'hui est de l'ordre de 54€ le MWh. Pour ces échanges nous sommes en relation avec trois ministères dont deux nous soutiennent: le MTES et la direction générale des entreprises à Bercy. En revanche le Trésor, qui a une approche purement comp-

table, est plus difficile à convaincre. Si cette suppression des aides était confirmée, cela porterait un coup d'arrêt à la filière même si cela n'affecterait pas les sites qui sont déjà en exploitation. Sans cette aide, l'électricité géothermique ne se vendrait pas sur le marché et si l'on supprime la partie électrique des projets de géothermie très profonde, l'exploitation de la chaleur seule, même avec l'apport de l'extraction du lithium (voir plus loin et encadré dans la fiche), ne suffirait pas assurer la rentabilité des opérations. Nous attendons la publication de la PPE pour voir si nous avons été entendus.

## 2 Quelle est aujourd'hui la structuration de la filière géothermie électrogène en France ?

La filière est globalement structurée et l'on trouve des entreprises françaises avec un vrai savoir faire sur l'ensemble de la chaîne de valeur mais si certaines activités doivent être renforcées. Ainsi les acteurs français sont très performants en matière de géosciences et d'ingénierie des sous-sols. Il en va de même pour les activités de forage pour lesquelles on a le savoir faire et les outils ainsi que pour les opérations en surface comme le traitement des eaux, les conduites de surface ou l'ingénierie des centrales. En revanche sur les services autour des puits, il y a eu de la perte de savoir faire ces dernières années même si un tissu d'acteurs demeure. Le point faible est celui des turbiniers. Il n'y a pratiquement qu'une seule entreprise française, Enertime sur ce type d'installation. Pour les sites actuels, les développeurs se tournent plutôt vers des turbiniers étrangers qui ont des références fortes et de grosses garan-

1. Association française des professionnels de la géothermie.



ties, ce qui est très important pour rendre les projets finançables par les banques.

### **3** Quelle est votre position vis-à-vis des objectifs de la future PPE concernant la filière?

Les objectifs retenus sont clairement insuffisants pour pouvoir porter le développement du secteur. La profession avait fait une proposition entre 70 et 100 MW en métropole à 2023 et seul le chiffre de 24 MW a été retenu. Ce chiffre était d'ailleurs celui de la précédente PPE. Un niveau de 100 MW aurait représenté un budget pour l'État d'environ 700 millions d'euros sur 20 ans, soit une somme très faible au regard de l'enveloppe globale de la PPE. La filière prend le pari qu'elle sera capable d'extraire le lithium issu des forages ce qui participera à faire baisser notre coût de l'électricité. Aussi nous voulons une feuille de route qui nous donne une chance de

faire nos preuves. Si on en reste à l'objectif actuel il n'y aura pas les volumes suffisants pour générer des économies d'échelles et tirer tous les bénéfices de cette technologie. De plus, la question du lithium est stratégique pour la France pour son volet mobilité. Si les deux sites pilotes français d'extraction de lithium sont validés cela pourra amener à construire une raffinerie qui permettra de passer de l'étape chlorure de lithium à la phase carbonate de lithium, c'est à dire la matière qui est utilisée pour les batteries. La taille critique d'une raffinerie est de 15000 tonnes par an ce qui donnerait une autonomie à la France sur une matière première où il n'y a pas d'autre source d'approvisionnement en Europe de l'ouest si ce n'est la création de nouvelles mines qui auraient des impacts environnementaux lourds. Tous ces points ont été présentés à M. Bruno Lemaire et là aussi nous espérons avoir été entendus. ●



SABELLA

**A**vec 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 le flottant sont les filières les plus matures, d'autres technologies présentent de vrais atouts à plus long terme.

# CHIFFRES CLÉS

*Puissance installée fin septembre 2019*

**263 MW**

*Production électrique en 2018*

**480 GWh**

*Objectif pour l'éolien posé en mer*

**2 400 MW**

*à fin 2023*

**5 200 – 6 200 MW**

*à fin 2028*

*à quoi s'ajoutent 750 MW  
d'éolien flottant entre 2020 et 2022*

*Emplois directs dans la filière en 2018*

**2 085<sup>1</sup>**

*Chiffre d'affaires dans la filière en 2018*

**574**

**millions d'euros<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>. "Les Énergies de la mer : la réalité de la filière", Observatoire des énergies de la mer, 2018.

## FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

**Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## **L'ÉOLIEN EN MER, PREMIER PARC RACCORDÉ EN 2022**

L'éolien en mer posé s'illustre par des éoliennes posées sur le fond marin dans des zones peu profondes, entre 5 et 40 mètres. Cette forme de production d'énergie est bien développée en Europe, où l'on dénombre plus de 4 000 éoliennes au large des côtes d'une dizaine de pays, au premier rang desquels figurent la Grande-Bretagne et l'Allemagne. La France ne dispose d'aucun parc en activité, mais sept sites sont à des phases diverses d'avancement. Les six premiers sont issus d'appels d'offres lancés en 2011 et 2013 pour l'implantation de parcs au large de la Bretagne et de la Normandie (voir carte). Ces projets ont fait face à des recours systématiques qui ont bloqué l'ensemble du processus. Cependant, après des années de batailles juridiques, de difficultés politiques et techniques, 2018 et 2019 ont apporté plusieurs bonnes nouvelles qui permettent au secteur d'envisager l'avenir plus sereinement. Ainsi, les recours juridiques contre les parcs de Fécamp, Saint-Nazaire et Courseulles-sur-Mer ont été rejetés par le Conseil d'État. Autre tournant important, EDF Renouvelables a officiellement pris la décision d'investir sur le site de Saint-Nazaire, qui devrait être le premier parc éolien en mer français. Le début de la production est prévu pour 2022. Dernier acte fort, en juin 2019, un nouvel appel d'offres a été attribué à EDF au large de Dunkerque, à un coût de production extrêmement attractif puisqu'il est inférieur à 50 euros le MWh contre 150 euros en moyenne pour les premiers projets. L'État envisageant un lauréat aux alentours de 70 euros le MWh, le prix proposé par EDF ferait faire de grosses économies en deniers publics : autour de 1 Md€. La filière ayant réussi à convaincre

le gouvernement que les gains technologiques pouvaient déboucher sur des baisses de coûts très impressionnantes, les objectifs de la programmation pluriannuelle à 2023 et 2028 ont été révisés à la hausse, comme le réclamait l'ensemble des professionnels. Le texte de la PPE publié en janvier 2020 prévoit ainsi des objectifs pour l'éolien en mer à hauteur de 1 gigawatt (GW) par an en moyenne<sup>2</sup>. Cela devrait s'illustrer en 2020 par le lancement d'un appel d'offres en Normandie dont la localisation n'est pas encore décidée et pour lequel la Commission nationale du débat public (CNDP) organise entre le 15 novembre 2019 et le 15 mai 2020 un débat public. Devrait ensuite venir un nouveau projet au large d'Oléron d'une taille à déterminer, entre 500 et 1 000 MW. La date de lancement n'est pas donnée, mais compte tenu du rythme à tenir pour atteindre 1 GW par an, le syndicat France énergie éolienne (FEE) considère que l'appel d'offres devrait être ouvert en 2022 ou 2023.

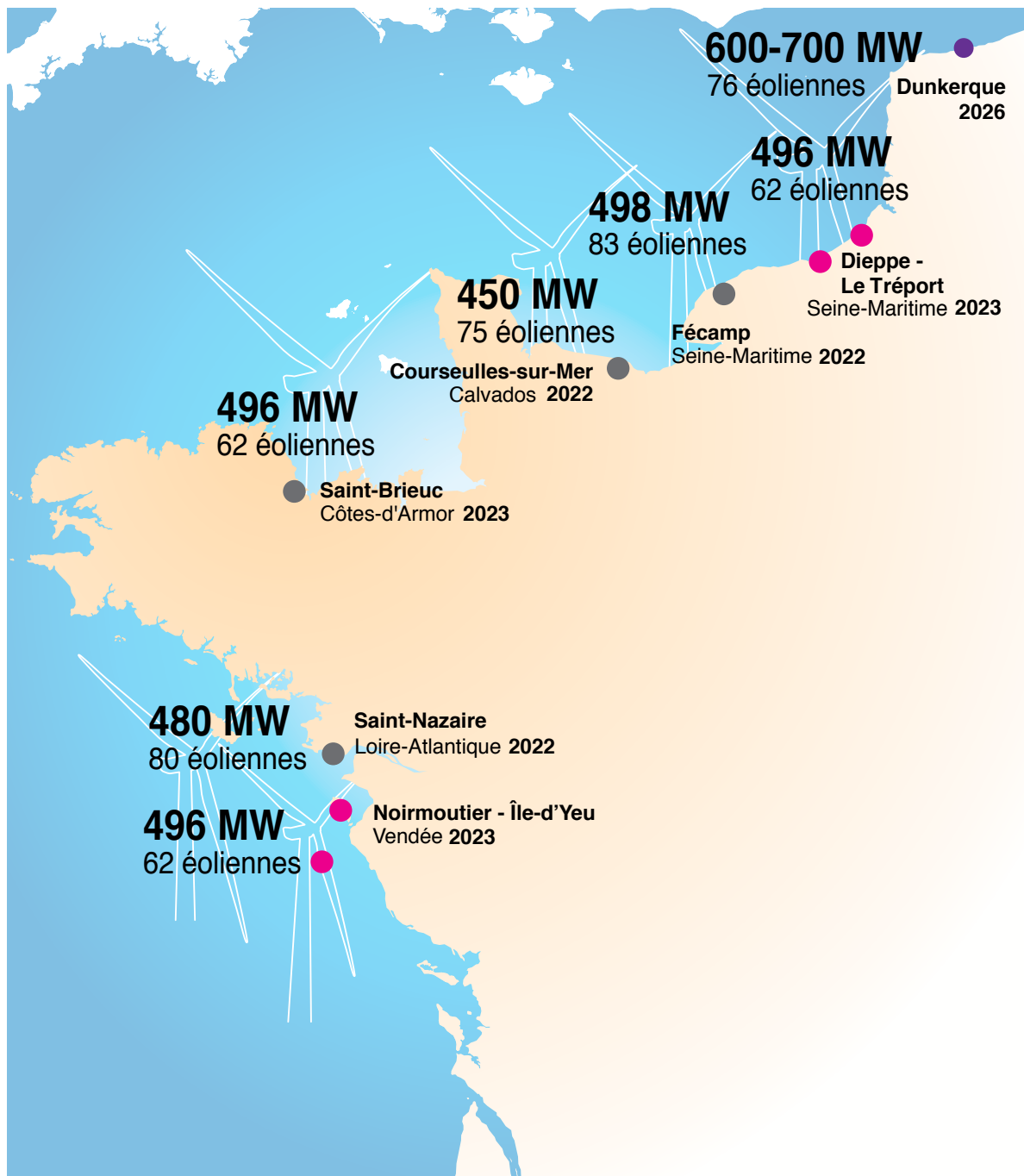
Si les chiffres de l'emploi dans la filière sont encore modestes, environ 1 800 personnes, le développement des parcs français devrait donner du poids à la filière. L'usine du groupe Siemens-Gamesa, en cours de construction au Havre, devrait fournir des machines à la plupart des sites nationaux et créer ainsi 900 emplois directs et indirects. Les deux usines de General Electric situées en Loire-Atlantique et dans la Manche, d'où sortiront les premières éoliennes géantes (12 MW) *made in France*, devraient équiper plusieurs parcs britanniques et étatsuniens, et créer là aussi des emplois supplémentaires.

<sup>2</sup>. Incluant l'éolien en mer posé et flottant.

## Carte n° 1

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

Source : Observ'ER.



- Zones d'installation des éoliennes du 1<sup>er</sup> appel d'offres + année prévue de mise en service
- Zones d'installation des éoliennes du 2<sup>e</sup> appel d'offres + année prévue de mise en service
- Zone d'installation des éoliennes du 3<sup>e</sup> appel d'offres + année prévue de mise en service

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **Une nouvelle dimension pour France énergies marines**

*Les choses avancent pour France énergies marines (FEM), qui bénéficie des bonnes perspectives de son secteur en France et à l'international. Le centre de recherche collectif brestois, créé en 2012, a été reconnu institut pour la transition énergétique – un statut qui est le pendant dans l'énergie de celui des instituts de recherche technologique –, et s'est vu attribuer un nouveau financement, de 4 M€ sur deux ans, de la part du gouvernement et en provenance du Programme des investissements d'avenir. Basé à Plouzané près de Brest, FEM est également doté de deux antennes à Nantes et, depuis avril 2019, à Marseille, pour gérer de près Mistral, le site d'essai pour l'éolien flottant en Méditerranée. Le centre se caractérise par l'association entre l'industrie et la recherche publique, et le partenariat public-privé. Par ailleurs, les fondateurs avaient fait le choix en 2012 d'une R&D en partie mutualisée dans les énergies marines renouvelables plutôt qu'individuelle.*

*Concrètement, les industriels mettent en commun spontanément les segments de recherche où il n'y a pas de problème de confidentialité, par exemple la caractérisation des conditions extrêmes de vent et de vagues. Et pour chaque projet, un accord de consortium régit la façon dont les informations circulent à l'intérieur et hors du groupe de partenaires. L'organisme oriente aujourd'hui les recherches de ses 35 collaborateurs dans deux directions majeures : la réduction des coûts et l'intégration des EMR dans le milieu marin. Une dizaine de programmes de recherche sont à l'étude ou en cours avec les consortiums formés par les partenaires, dans quatre grands domaines : la caractérisation des sites (les ressources, l'état de la mer...), la technologie (l'impact possiblement important du biofouling sur les installations immergées...), l'optimisation des parcs (raccordements partagés...) et les impacts environnementaux et socio-économiques (faune et flore, riverains...).*

### **DES ÉTAPES DE FRANCHIES POUR L'ÉOLIEN EN MER FLOTTANT**

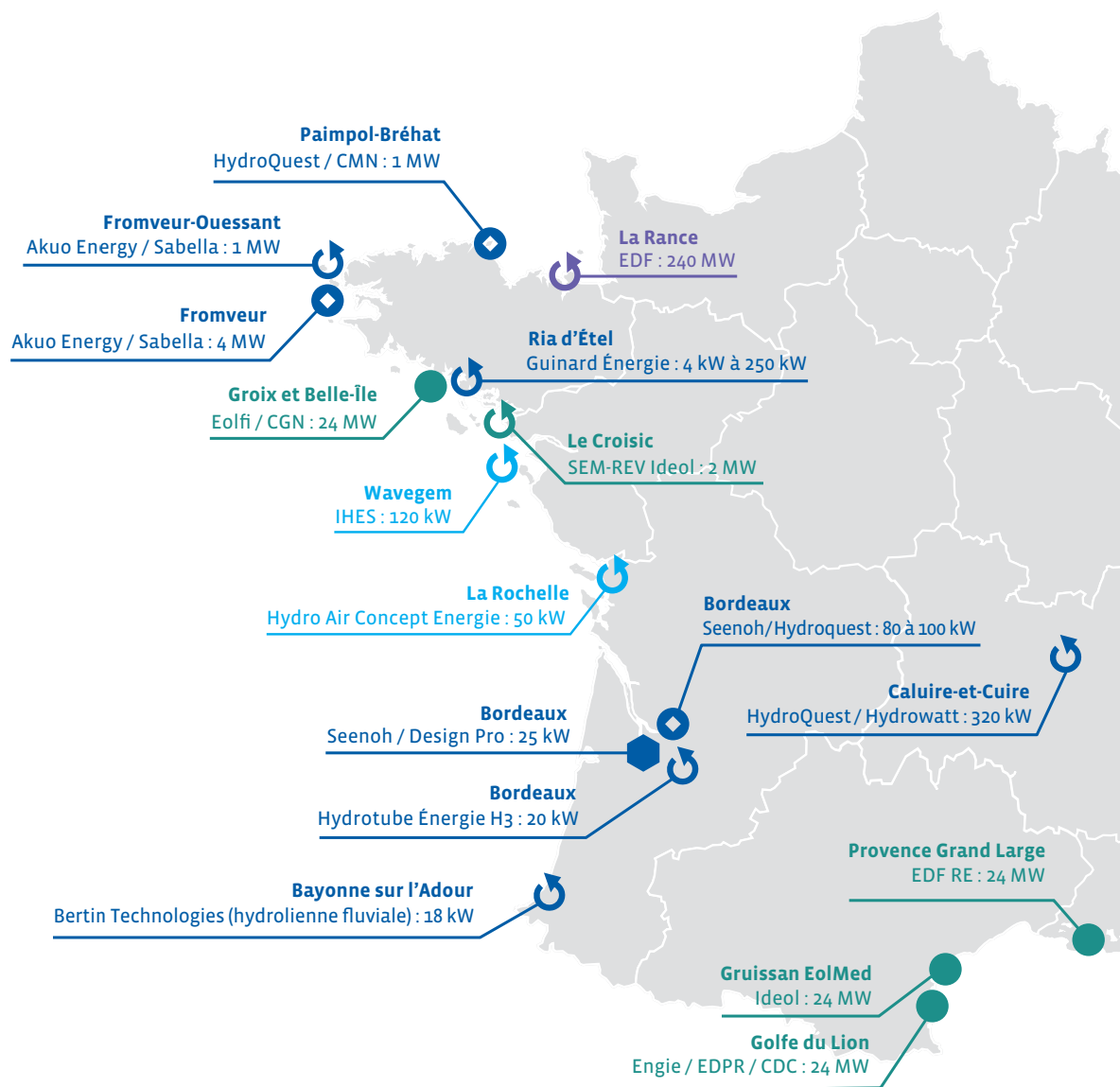
Les technologies de l'éolien offshore avec fondations flottantes ancrées au sous-sol marin par des câbles permettent de s'affranchir de la contrainte de la profondeur des fonds et d'exploiter des gisements de 40 à 200 mètres de profondeur. Plus éloignés des côtes que les parcs en mer posés, les sites flottants génèrent moins d'impact visuel et limitent également les conflits d'usage. Ces technologies permettent en outre de placer les éoliennes là où le vent

est fort et stable et ainsi d'obtenir une production d'électricité avec peu d'intermittence. Au total, France énergie éolienne (FEE) évalue le potentiel technique français du segment flottant à 120 GW. Conscientes de l'intérêt de la filière, les régions concernées se préparent pour constituer des hubs logistiques portuaires afin de fabriquer et assembler les futures éoliennes. La Bretagne investit 200 millions d'euros pour moderniser le port de Brest et la région Occitanie va investir 250 millions pour l'aménagement

## Carte n° 2

### Cartographie des sites énergies marines renouvelables en métropole

Source : Observ'ER 2018.




 **Énergie marémotrice**


 **Énergie des courants**


 **Énergie des vagues**

 **Éolien offshore flottant**

 En service / en test

 Projet de prototype / démonstrateur / centrale pilote

 Projet de plateforme nationale technologique et ses sites d'essai

 Parc appel d'offres Ademe

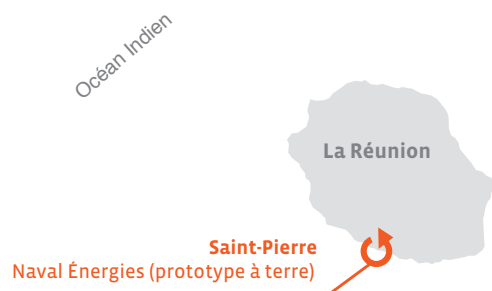
#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## Carte n° 3

### Cartographie des sites énergies marines renouvelables dans les Outre-mer

Source : Observ'ER 2018.



#### Énergie thermique des mers



En service / en test

de Port-la-Nouvelle. Aujourd'hui, le développement de cette technologie s'illustre par quatre parcs pilotes issus d'un appel d'offres unique lancé en 2015 dans le cadre du programme Investissements d'avenir (cf. carte). Les quatre sites sont en cours de développement et ont chacun finalisé leur enquête publique en 2019. Cependant, sur les quatre projets pilotes, trois devaient composer avec un fournisseur défaillant et seul le site de Provence Grand Large semble à l'abri avec les turbines 8 MW de Siemens Gamesa. Les projets Golfe du Lion et Gruissan Eolmed avaient choisi Senvion, qui est aujourd'hui en grande difficulté financière. Quant au site de Groix et Belle-Île, il avait initialement désigné GE pour l'équiper, avant que ce dernier ne se retire. 2019 a donc été consacrée à la recherche de nouveaux partenaires industriels, et c'est MHI Vestas qui a été le grand vainqueur de ces nouveaux tours de table.

L'entreprise a en effet été désignée par les sites de Groix et Belle-Île et de Golfe du Lion comme leur nouveau fournisseur de turbines. Leur choix a porté sur l'éolienne V164 augmentée à une capacité de 10 MW, ce qui va permettre de réduire dans chacun des sites à 3 au lieu de 4 le nombre de plateformes à installer. Cette sélection d'une turbine de 10 MW représente un nouveau record pour l'éolien flottant dans le monde. En parallèle à ces pilotes, le projet du Croisic sur le site d'expérimentation en mer de l'École centrale de Nantes (SEM-REV, Loire-Atlantique) s'est poursuivi. L'éolienne Floatgen d'Ideol de 2 MW en test pour deux ans et raccordée au réseau électrique en septembre 2018 a commencé à livrer des données sur son exploitation, parfois dans des conditions difficiles (houle de plus de 6 mètres et vagues de près de 12 mètres). Les résultats sont très positifs puisque Ideol a déclaré que leur éolienne flottante était désormais prête à être utilisée dans des parcs commerciaux.

### DES PROJETS QUI PERDURENT 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 les ambitions affichées, beaucoup de grands groupes ayant investi dans l'hydrolien marin ces dernières années ont revu leur stratégie. Cela a été le cas de General Electric (GE) associé à 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 OpenHydro sur le site de Paimpol-Bréhat (Côtes-d'Armor). Les tests se prolongeront cependant sous

une autre forme et l'hydrolienne de 1 MW immergée en avril 2019 par HydroQuest et CNM a produit ses premiers MWh en septembre 2019. Autre mauvaise nouvelle de 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. Suite à cette défection, Simec Atlantis, 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. Un projet dans lequel la région a tout de suite souhaité s'inscrire au travers d'un projet d'alliance avec l'industriel. Ainsi est née Normandie Hydroliennes, au capital duquel figurent Simec Atlantis, le fonds d'investissement régional Normandie Participations et l'industriel Efinor, spécialisé dans le travail du métal et basé dans le département de la Manche. L'objectif est de développer deux fermes pilotes : 4 hydroliennes de puissance unitaire de 1,4 MW sur un site, 7 turbines de 2 MW sur l'autre, pour produire de l'électricité à 65 €/MWh et se passer ainsi du soutien financier de l'État.

En parallèle à ses activités en mer, HydroQuest avait investi l'hydrolien fluvial. Après avoir testé durant quatre ans un démonstrateur de 40 kW près d'Orléans (retiré des eaux en juin 2018), et quatre hydroliennes fluviales dans le Rhône près de Lyon (320 kW), l'objectif était de passer à un stade plus commercial. Via un partenariat avec la Compagnie nationale du Rhône, l'objectif était d'immerger en aval du barrage de Génissiat (Ain) 39 hydroliennes de 40 et 80 kW chacune, soit 2 MW au total. Hélas, le projet a été abandonné en juillet 2019. Il a été mis en évidence que les contraintes

du site induisaient un productible insuffisant et des pertes d'exploitation à l'usine hydroélectrique de Génissiat, qui les aurait reportées sur le site hydrolien, dégradant ainsi d'une façon trop importante la productivité du projet.

## LE MARÉMOTEUR ET L'ETM À L'ARRÊT

À côté des trois filières précédemment citées, 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 (480 GWh en 2018), l'expérience d'une autre centrale marémotrice n'a pas été retenue. Il existe très peu de sites naturels propices à ce type d'installations.

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. Après plusieurs années de tests, cette entreprise a trouvé un projet qui associerait plusieurs services : production l'électricité, fourniture d'eau fraîche à une ferme aquacole en projet, un système de climatisation d'eau de mer de type Swac (*sea water air*



*conditioning*) et la baisse de température à la centrale thermique à charbon de l'usine sucrière de Bois-Rouge gérée par Albioma. Ce couplage d'usage serait la configuration idéale pour maximiser les rendements de la technologie ETM. Il faudra cependant attendre un ou deux ans pour savoir si ce projet aura un avenir.

## ÉNERGIES HOULOMOTRICE ET OSMOTIQUE, DES TECHNOLOGIES ENCORE À DÉVELOPPER

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 girondine Hydro Air Concept Énergie (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. En 2019, un autre projet est apparu, porté par le consortium IHES, piloté par la PME Geps Techno. En août, une

plateforme houlomotrice autonome a été installée sur le site du Semrev de Centrale Nantes. Baptisé Wavegem, ce prototype de 150 kW (120 kW houlomoteurs et 30 kW photovoltaïques) va commencer une campagne d'essais en mer de dix-huit mois destinée à valider les performances attendues, la fiabilité de l'installation et à calibrer les outils de conception associés. Si les performances sont au rendez-vous, Geps Techno espère trouver des débouchés dans l'offshore pétrolier ou équiper des îles de petite taille isolées du réseau électrique.

Dernière technologie passée en revue, l'énergie osmotique 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 alternative aux procédés membranaires.





## Tableau n° 1

### Activité économique de la filière énergie marine française

Source : "Les énergies de la mer : des emplois essentiels à la transition énergétique française", 2019.

	Structures de formation et de R&D	Développeurs et exploitants	Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur	Institutionnels	Total
Emplois en ETP	231	305	1 469	57	2 085
Chiffres d'affaires 2018	8 773 000 €	13 869 100 €	551 345 011 €	-	573 987 111 €
Investissements en 2018	8 012 000 €	96 000 000 €	92 068 000 €	69 097 000 €	265 177 000 €

### PRÈS DE 2 100 EMPLOIS EN 2018

Après une hausse des emplois en 2017, le secteur a observé en 2018 une contraction de ses équivalents temps plein. Le décalage du calendrier de concrétisation des projets français, les renégociations des conditions des premiers appels d'offres, les délais d'examen des recours, le décalage et l'allongement de la durée de procédure de l'appel d'offres de Dunkerque ont eu des conséquences réelles sur l'emploi. Le nombre d'emplois repartira très significativement à la hausse dès que la construction des premiers projets français sera lancée. Selon les représentants de la filière comme le SER, ces derniers généreront environ 15 000 postes. L'éolien posé ayant atteint un stade commercial, c'est logiquement l'activité qui rassemble

le plus d'emplois (63 %), devant l'éolien flottant (24 %) et l'hydrolien (6 %). Malgré les obstacles, le secteur a progressé en termes de chiffre d'affaires. Il a représenté près de 575 millions d'euros (+ 72 millions par rapport à 2017), avec une activité tournée à 86 % vers l'export. ●

#### Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ Baromètre EurObserv'ER énergies marines
- ✓ [www.cluster-maritime.fr](http://www.cluster-maritime.fr)
- ✓ [www.france-energies-marines.org](http://www.france-energies-marines.org)
- ✓ [www.merenergies.fr](http://www.merenergies.fr)
- ✓ [www.polemermediterranee.com](http://www.polemermediterranee.com)
- ✓ [www.pole-mer-bretagne-atlantique.com](http://www.pole-mer-bretagne-atlantique.com)
- ✓ [www.channelmoreenergy.eu](http://www.channelmoreenergy.eu)



# 3 QUESTIONS

de l'Observatoire  
des énergies renouvelables



à **Anne Georgelin**,  
responsable  
de filières  
énergies marines  
renouvelables  
au Syndicat  
des Energies  
Renouvelables

## 1 La filière de l'éolien en mer posé est-elle totalement lancée en France ?

À Saint-Nazaire la décision d'investissement a été prise et le projet est désormais totalement lancé dans sa phase de réalisation industrielle pour aboutir à une mise en service en 2022. Ce sera la concrétisation de dix ans d'effort mais la réalisation des futurs parcs devrait être plus rapide. Aujourd'hui, la filière de l'éolien en mer est réellement lancée en France et c'est pour cela qu'elle a besoin de signaux forts pour continuer son développement. C'est la raison pour laquelle les professionnels du secteur ainsi que les régions concernées par des projets s'étaient exprimés politiquement suite à la publication du texte initial de la programmation énergétique qui intégrait des objectifs et des rythmes d'appels d'offres insuffisants. L'exemple du Royaume-Uni (premier pays européen avec 7940 MW fin 2018 NdA) montre que pour structurer une filière forte il faut des ambitions hautes ainsi que des rythmes d'appels à projets réguliers et planifiés sur plusieurs

années. Nous pensons que ce message a été entendu par le gouvernement avec les annonces faites en juin 2019 par le ministre de la transition énergétique (à l'époque François de Rugis, NdA) qui avait annoncé un volume d'un GW d'appels d'offres par an sur la période 2020-2024. Il reste désormais à s'assurer que ces nouvelles mesures seront bien dans la nouvelle mouture du texte de la PPE qui devrait être mise en consultation publique début 2020<sup>3</sup>.

## 2 La filière française de l'éolien posé en mer a-t-elle pâti de la lenteur du développement des chantiers ?

La France n'a pas totalement raté le virage industriel de la filière. Nous avons réussi à installer plusieurs grands industriels sur notre territoire avec General Electric Renewables qui produit des nacelles d'éoliennes en mer à Saint-Nazaire et LM Wind Power des pales à Cherbourg. Deux sites qui sont aujourd'hui en opérations. Il y a également Siemens Gamesa qui installera son site d'assemblage de nacelles, génératrices et de production de pales au Havre. De plus des acteurs français interviennent à l'étranger. Il y a l'exemple du groupe LDA (Louis Dreyfus Armateur) qui a conçu plusieurs navires pour la maintenance des parcs éoliens en mer exploités par Ørsted, l'une des entreprises leader mondial du secteur. Autres exemples : le site de G.E de Saint-Nazaire qui a produit des nacelles d'éoliennes pour des parcs aux États-Unis ou en Allemagne ou les chantiers de l'Atlantique qui a fourni des sous-stations électriques pour des parcs éoliens en mer en Belgique et en Allemagne.

<sup>3</sup>. L'entretien a été réalisé en décembre 2019. Depuis, le texte de la PPE publié en janvier 2020 a bien réhaussé les objectifs des énergies marines.

Tous ces contrats ont été gagnés alors que la France n'a pas encore de vitrine technologique sur son territoire.

### **3** Qu'en est-il de la filière hydrolienne qui semble en retrait comparée à l'éolien ?

L'hydrolien est actuellement un peu mis de côté d'un point de vue politique et c'est une chose que nous regrettons car à l'horizon 2030 ou 2050, le mix électrique français devra mobiliser toutes les énergies renouvelables en jouant sur leur complémentarité. Les hydroliennes auraient tout à fait leur place dans ce cadre car l'un de leurs avantages est d'avoir une production extrêmement prévisible puisqu'elle repose sur les courants de marée qui sont parfaitement connus. Il est vrai qu'entre 2016 et 2018, nous avons vu l'abandon de plusieurs projets hydroliens dont certains portés par des grands groupes. Cependant, il y a également des chantiers portés par des PME qui se poursuivent et qui franchissent les étapes qui vont du dépôt de brevet, à la conception des technologies, en passant par la mise à l'eau des machines et leur perfectionnement. Il y a notamment deux PME françaises sur le secteur : l'entreprise bretonne Sabella qui développe et a mis à l'eau son modèle D10 au large de Ouessant et l'association CMN-Hydroquest qui opère sur le site pilote de Paimpol Bréat et dont l'hydrolienne en test produit de l'électricité injecté sur le réseau depuis avril 2019. ●

# CHIFFRES CLÉS

Puissance installée à fin 2019

## 9,75 MW

*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).

**L**e photovoltaïque n'est pas le seul mode de valorisation électrique possible du rayonnement solaire. L'énergie solaire thermodynamique 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, qui ne se limite pas à la seule production d'électricité

89

## FILIÈRE SOLAIRE THERMIQUE À CONCENTRATION

**Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **L'AUTRE TECHNOLOGIE SOLAIRE POUR PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ**

Le solaire thermodynamique (ou CSP pour *concentrated solar power*) est l'une des valorisations du rayonnement solaire direct. Comparé au photovoltaïque, le solaire thermodynamique 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 qu'il offre la possibilité de produire de l'électricité en continu 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. Ce principe consiste à associer une centrale solaire à une autre source de chaleur issue d'énergie fossile ou de la biomasse, garantissant ainsi une production continue. Cela peut permettre 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 graphique).

En 2018, le solaire à concentration représentait dans le monde une puissance 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 ?**

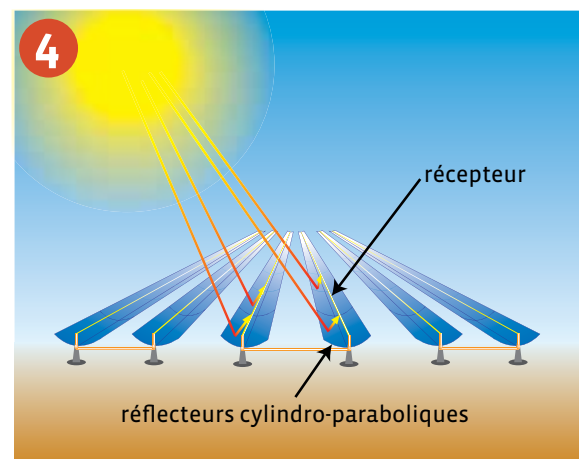
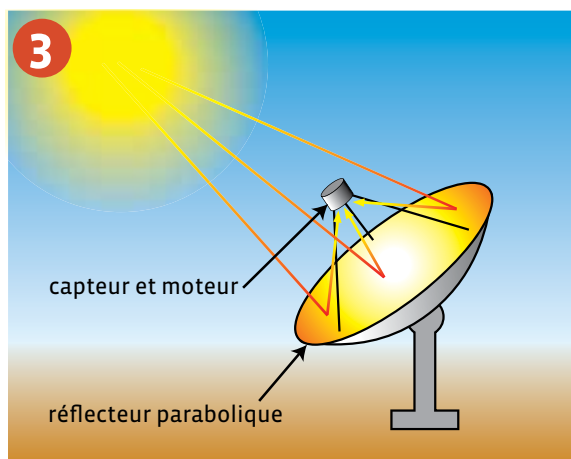
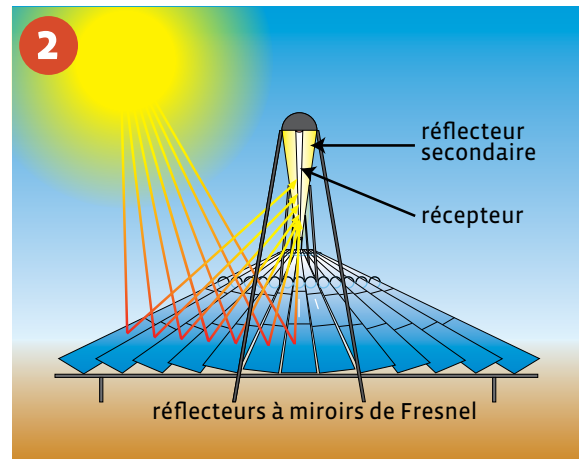
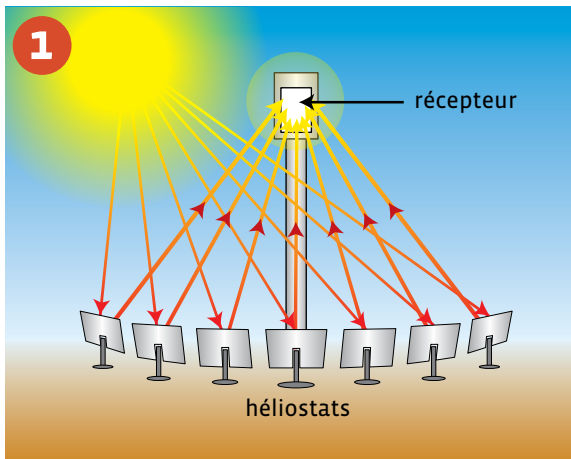
Au début des années 80, la France était pionnière dans le domaine du solaire à concentration, avec l'inauguration de la centrale à tour de Thémis, à Targassonne. Cette réalisation était alors une référence internationale qui venait récompenser les travaux menés depuis une quinzaine d'années sur le four 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. À la fin des années 2000, 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 2019.



- 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. 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 réplifications. 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. La troisième réalisation est l'opération la plus importante : la centrale solaire de Llo. Également porté par la Cnim, ce dernier projet est basé sur la technologie de Fresnel et le site dispose de plus de 95 000 miroirs (153 000 m<sup>2</sup>). La partie électrique doit permettre la production d'environ 20 GWh par an. Portée par un investissement de 65 millions d'euros et construite par Suncnim (une filiale de la Cnim), la centrale a été inaugurée en septembre 2019.

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 de quatre heures), 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 nationale 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 laissent 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 qu'EDF, sont essentiellement tournés vers les opérations à l'étranger. Ainsi,

en mai 2019, EDF Renouvelables (filiale d'EDF) a été retenu au sein d'un groupement d'acteurs comprenant Masdar (société d'énergies nouvelles de l'émirat d'Abou Dhabi) et Green of Africa (développeur d'énergies renouvelables marocain), pour construire à Midelt (au centre du Maroc) une centrale associant photovoltaïque et solaire à concentration pour une puissance de 800 MW.

Au niveau du texte de la programmation pluriannuelle de l'énergie, la filière ne s'est vu attribuer aucun objectif. Cela peut cependant se comprendre, dans le sens où cette programmation a essentiellement pour but de piloter la transition énergétique du 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.

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 m<sup>2</sup> 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.

## 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 de l'ingénierie), même si la filière industrielle est encore à constituer. Un autre avantage 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-parabolique), sur les fluides caloporteurs, mais également 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

# SOLAIRE À CONCENTRATION

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 thermochimiques de décomposition de l'eau. Le recyclage et la valorisation du CO<sub>2</sub> 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 4 heures pleine 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. ●

## Quelques sites pour aller plus loin :

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



# 3 QUESTIONS

## de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Alain Ferrière**,  
chercheur au CNRS,  
responsable de  
projets dans le  
domaine du solaire  
à concentration au  
laboratoire Promes

### 1 La centrale de Llo a été inaugurée en 2019. Quelle suite pour le site et pour Suncnim ?

La centrale de Llo a été inaugurée en septembre, mais en réalité elle fonctionnait déjà depuis 2018. C'était une inauguration politique, mais ce n'était pas la mise en service technique du site. La centrale est encore sous la responsabilité du concepteur qui est Suncnim, et une passation vers l'exploitant final, la société Ello, se fera en 2020. L'objet de la centrale sera totalement dédié à la production électrique pour le réseau, il n'y aura pas de volet qui sera consacré à de la recherche. Cela dit, Suncnim profite tout de même du site pour innover et améliorer des procédés ou des points techniques annexes. Par exemple, la société travaille actuellement sur un robot destiné à nettoyer les capteurs. Avec ce site, Suncnim a enfin une vitrine technologique de son savoir-faire et entre totalement dans la compétition internationale. L'une des pistes possibles évoquées est celle de projets dans le sud de l'Italie, car le pays est actuellement l'un des rares en Europe à avoir des projets pour cette technologie

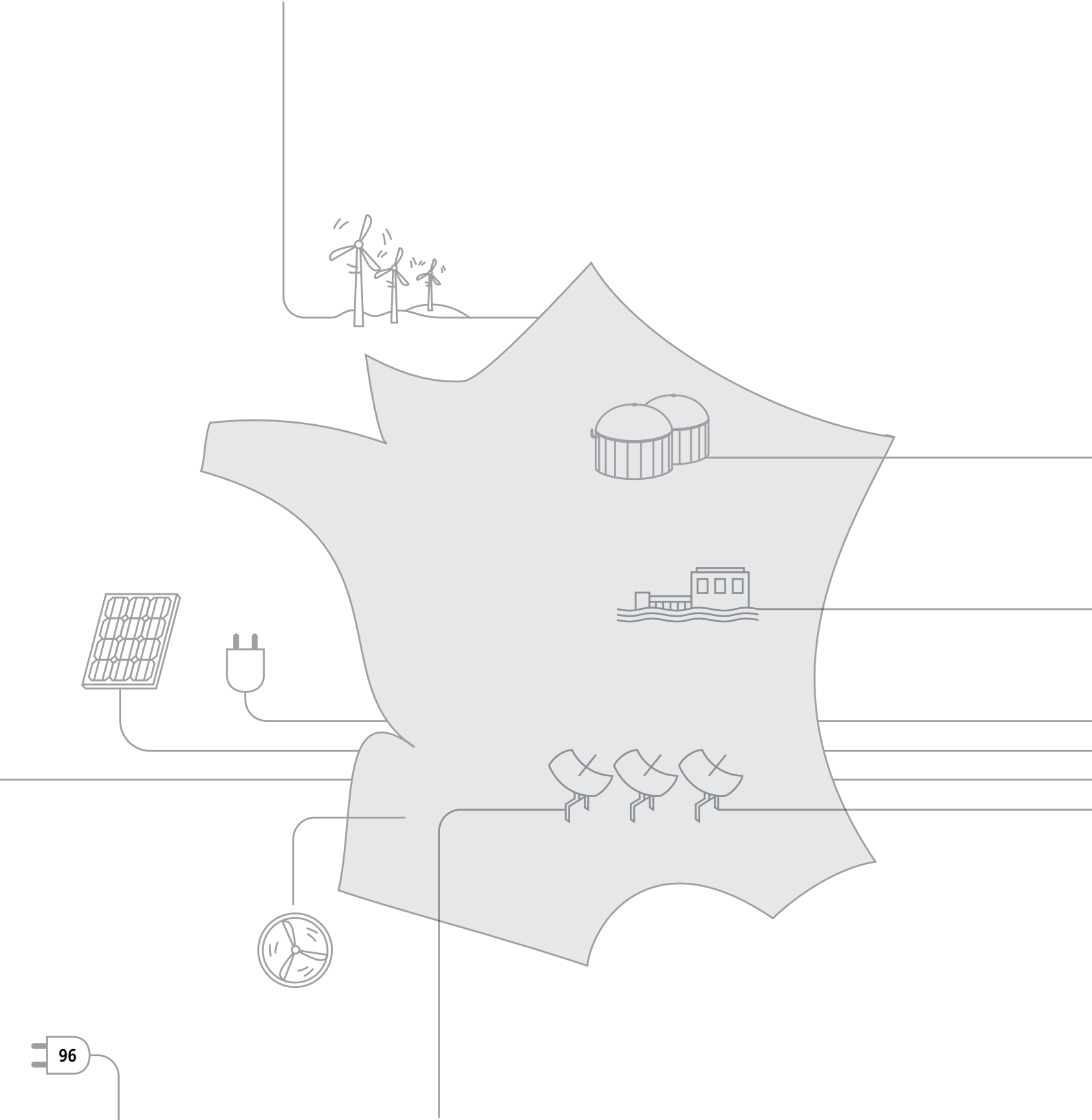
de Fresnel. L'autre piste est celle des appels d'offres internationaux. La suite dépendra de la stratégie industrielle de Suncnim : aura-t-elle les reins assez solides pour les appels d'offres à l'étranger, qui portent souvent sur des très grandes puissances ?

### 2 Où en est la structuration de la filière française ?

Cela n'a pas évolué ! Il manque toujours un plan national, une démarche pour structurer la filière. La France a des atouts et un savoir-faire, mais la filière manque d'envergure. Si les activités de recherche restent dynamiques, les grands groupes industriels du secteur de l'énergie ne pilotent aucun projet sur le territoire national. EDF Renouvelables a été retenu dans un consortium pour la réalisation d'un site important sur le site de Noor Midelt, au Maroc, mais cette participation se fera sans connexion ni retombées pour la filière française. 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 Quels sont les principaux axes de travail actuels du Promes ?

Le solaire à concentration reste l'un des piliers des travaux de recherche du laboratoire CNRS Promes. Le cœur de nos recherches se focalise sur les technologies utilisées pour convertir le rayonnement solaire en énergie pour l'industrie, la production d'électricité ou pour des usages domestiques. Il y a également un volet consacré aux transports, avec ce que l'on appelle les combustibles solaires (solar fuels). En la matière, l'exemple le plus direct est la production d'hydrogène à partir d'énergie solaire pour ensuite l'utiliser dans des véhicules électriques. ●



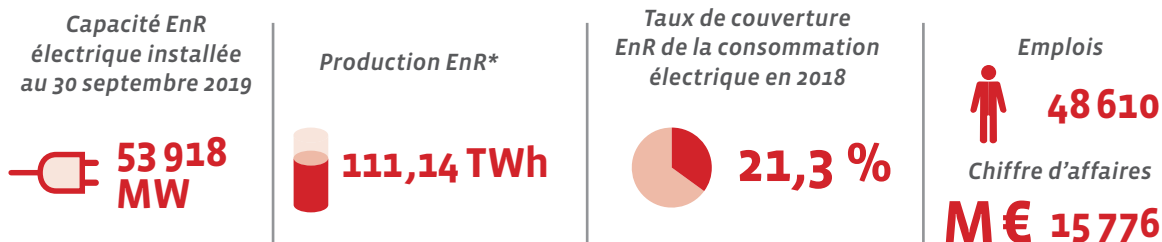
# SYNTHÈSE

## Observ'ER

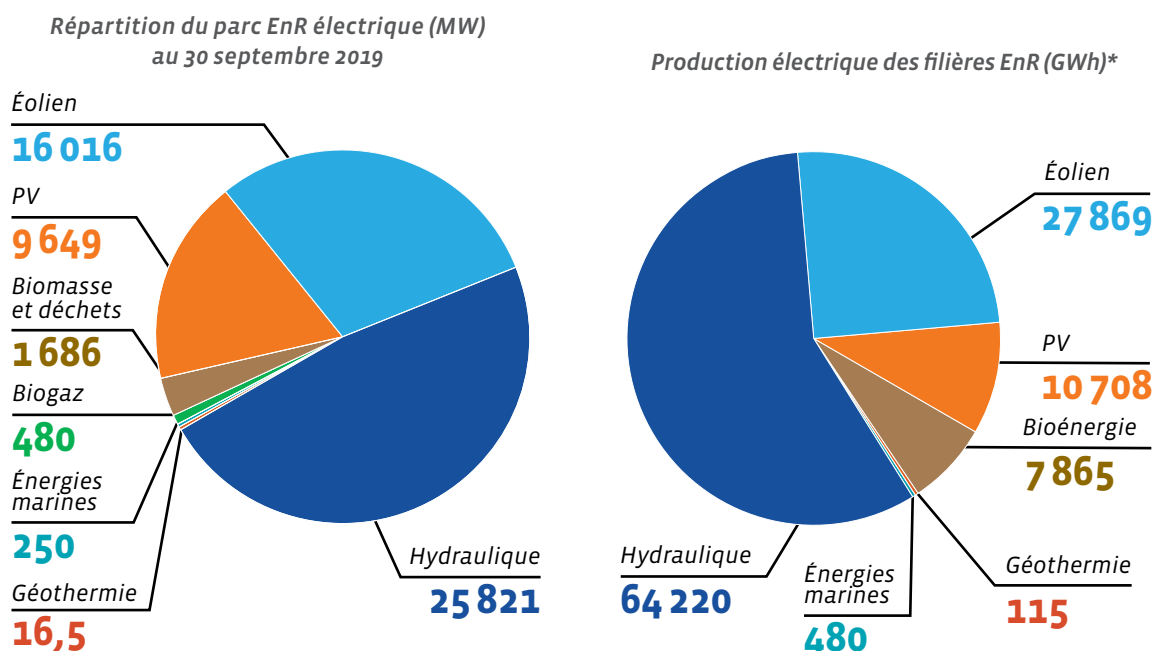
Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

# TABLEAU DE BORD DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

## CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



## PUISSANCES ET PRODUCTIONS



97

## EMPLOIS ET MARCHÉS 2017\*\*\*

	Éolien	PV	Hydro-électricité	Biomasse solide**	Biogaz**	Déchets**	Énergies marines
Emplois	18 200	7 050	11 590	6 610	2 431	640	2 085
Chiffre d'affaires	5 183	4 688	3 100	1 319	690	222	574

\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

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

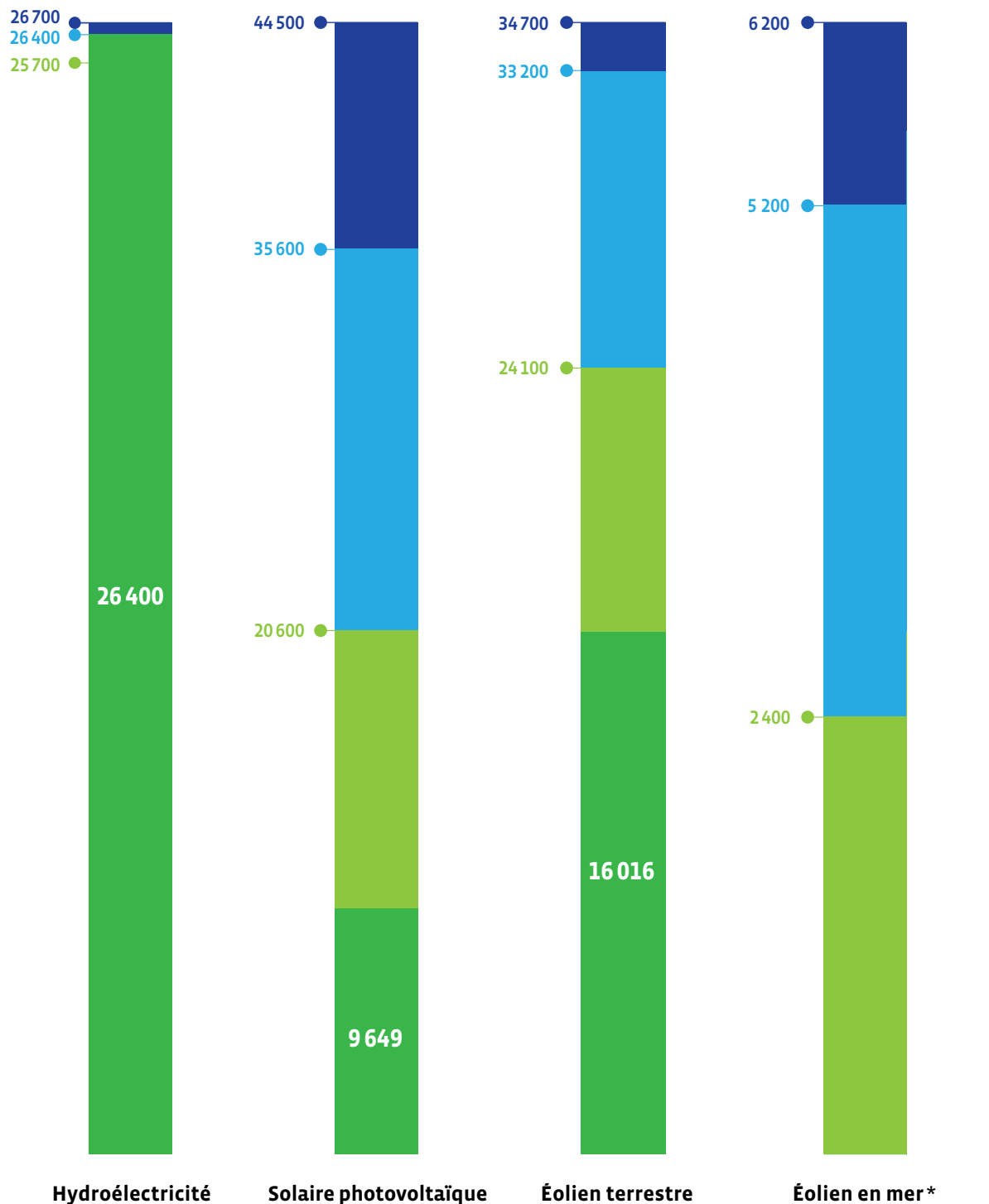
\*\*\* Chiffres pour 2017 sauf emplois dans l'éolien et emplois et chiffres d'affaires dans les énergies marines (chiffres 2018).

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (EN MW)



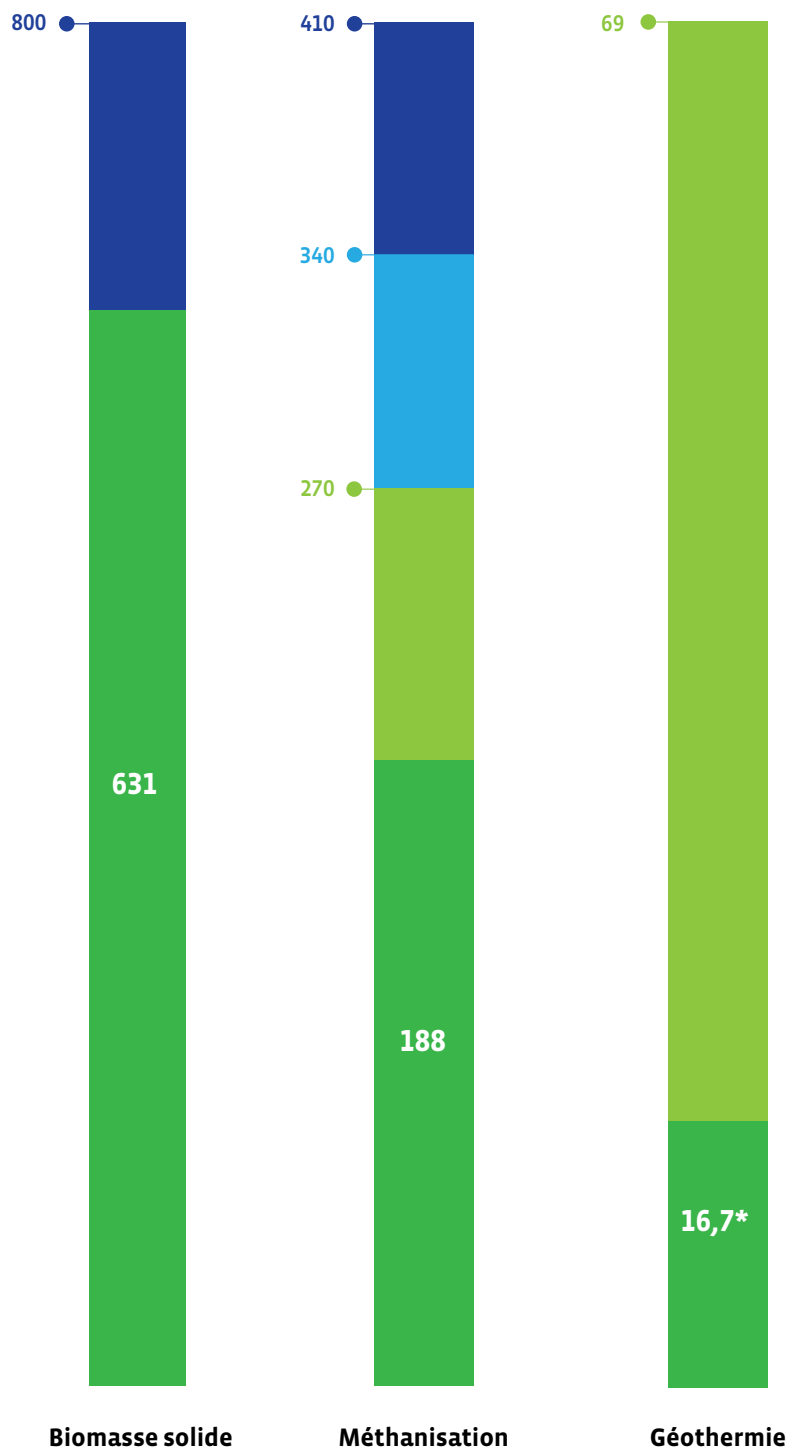
● Objectif 2023    ● Objectif 2028 (bas)    ● Objectif 2028 (haut)    ■ Puissance installée au 30/09/19

\* La France ne compte aucun MW installé au 30/09/19

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (EN MW)



● Objectif 2023    ● Objectif 2028 (bas)    ● Objectif 2028 (haut)    ■ Puissance installée au 30/09/19

\* Puissance en métropole + DROM

La PPE ne contient pas d'objectif à 2028 pour la filière

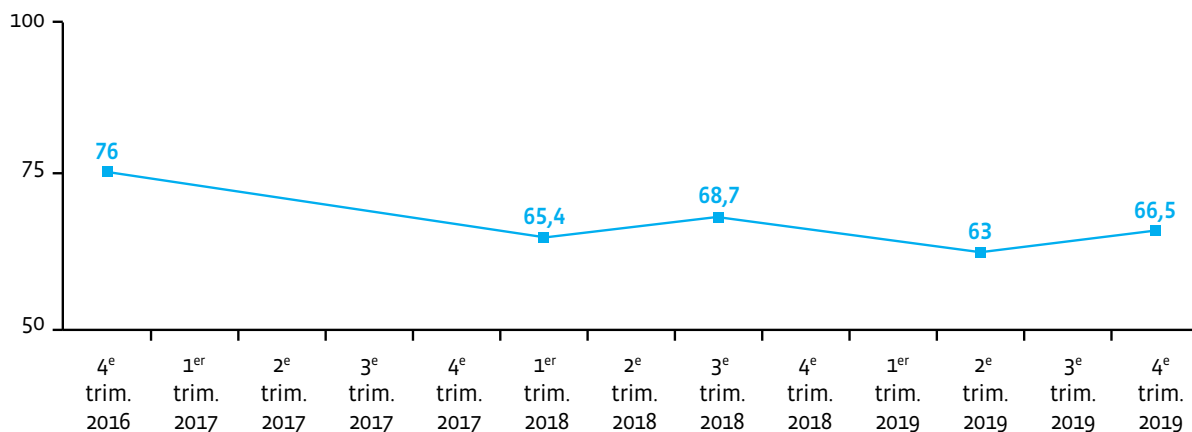
### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## COÛT MOYEN DE PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ (EN € PAR MWh)

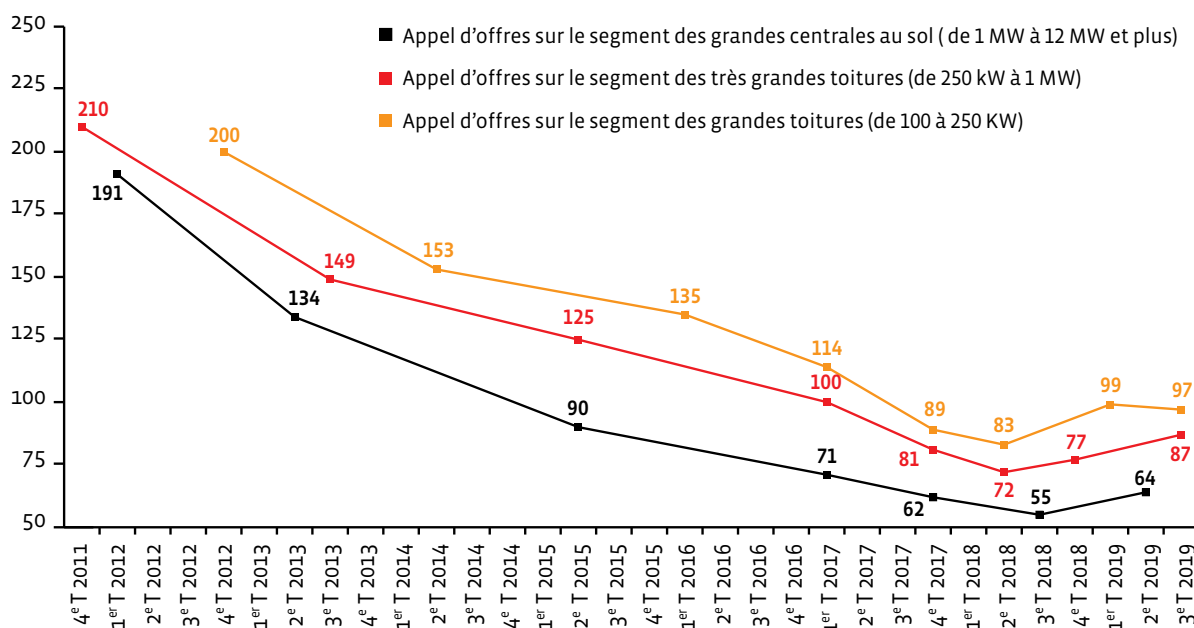
Évolution des coûts moyens de production de l'électricité basés sur les résultats des appels d'offres organisés pour chacune des deux filières.

### Éolien



Source : MTES pour les appels d'offres de 2018 et 2019. FEE pour le chiffre de 2016.

### Photovoltaïque



Source : l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

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

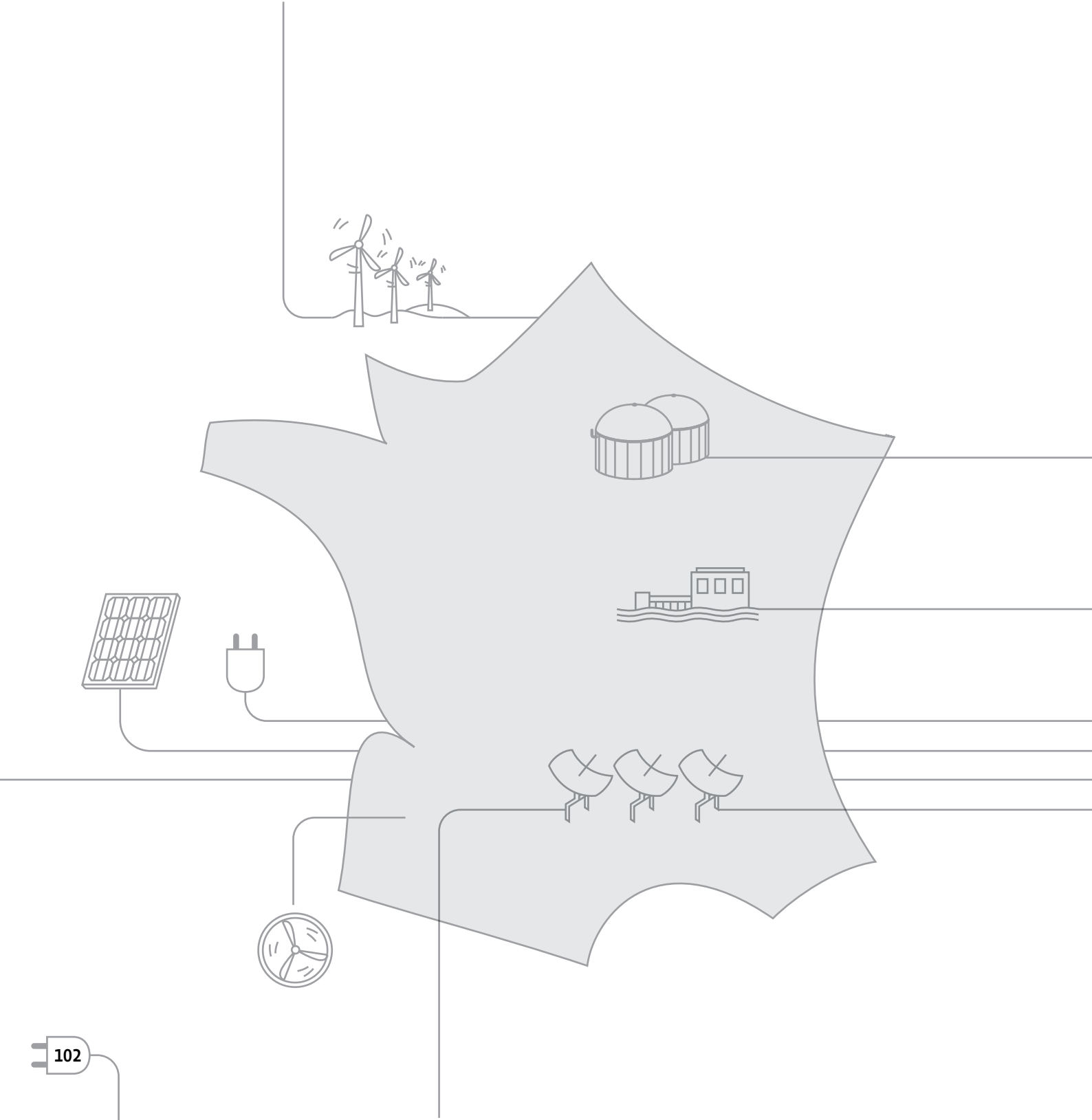
Filière	Objectif 2023 <sup>1</sup>	Situation actuelle	
Hydraulique	25 700 MW	25 821 MW fin sept. 2019	La PPE n'attend aucun développement de la filière si ce n'est du remplacement d'anciennes installations. Pourtant un potentiel existe.
Éolien terrestre	24 100 MW	16 016 MW fin sept. 2019	La filière aurait dû avoir un rythme annuel de 2 GW dès 2019. La réussite de l'objectif dépendra de la poursuite de la levée des obstacles administratifs, du desserrement de la contrainte spatiale et de l'encrage territorial des projets.
Solaire photovoltaïque	20 600 MW	9 649 MW fin sept. 2019	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	800 MW	632 MW fin octobre 2019	Objectif incertain. Le dernier AO CRE a retenu 74 MW. La réussite dépendra de l'amélioration énergétique des sites actuels.
Biogaz	270 MW (pour la partie méthanisation seule)	188 MW fin sept. 2019 (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.
Énergies marines	Éolien posé en mer : 2 400 MW	263 MW fin sept. 2018	Les mises en service des parcs issus des deux premier A.O éoliens en mer devraient permettre à la filière de respecter l'objectif à 2023. L'enjeu est désormais de respecter le 1 GW d'A.O par an affiché par la PPE.
Géothermie	24 MW	16,5 MW fin 2019	L'objectif est atteignable car la filière vient de commencer un rythme d'essaimage qui aide à faire sortir les projets.
Solaire thermodynamique	-	9,75 MW fin 2019	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 du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie de janvier 2020.

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

Retour  
au sommaire



# LE DOSSIER DU BAROMÈTRE

## **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

Voiture électrique en charge

# CHIFFRES CLÉS

Véhicules 100 % électriques en circulation  
en France en octobre 2019

**203 910<sup>1</sup>**

Véhicules hybrides électriques en circulation  
en France en octobre 2019

**50 497<sup>1</sup>**

Immatriculations de véhicules légers  
électriques dans les 9 premiers mois de 2019

**36 545**

Nombre de bornes publiques de recharge  
fin septembre 2019

**27 745**

Nombre total des bornes de recharges  
fin 2019

**239 745<sup>2</sup>**

Objectif du nombre de bornes publiques  
de recharge fin 2023

**100 000**

**R**esponsable d'un tiers des émissions de gaz à effet de serre en France, le secteur des transports voit dans l'électricité une solution toute trouvée. Cependant, entre la problématique du déploiement des bornes de recharge, les choix technologiques pour les véhicules et les politiques d'accompagnement, la mise en pratique s'avère encore complexe.

BevisPhoto

103

## MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

1. Source : "Baromètre de la mobilité électrique", Avere.
2. Chiffre totalisant les bornes publiques, les bornes installées chez des particuliers et celles installées pour les flottes d'entreprises. Source : Avere.



## **MOBILITÉ ÉLECTRIQUE, DE QUOI PARLE-T-ON ?**

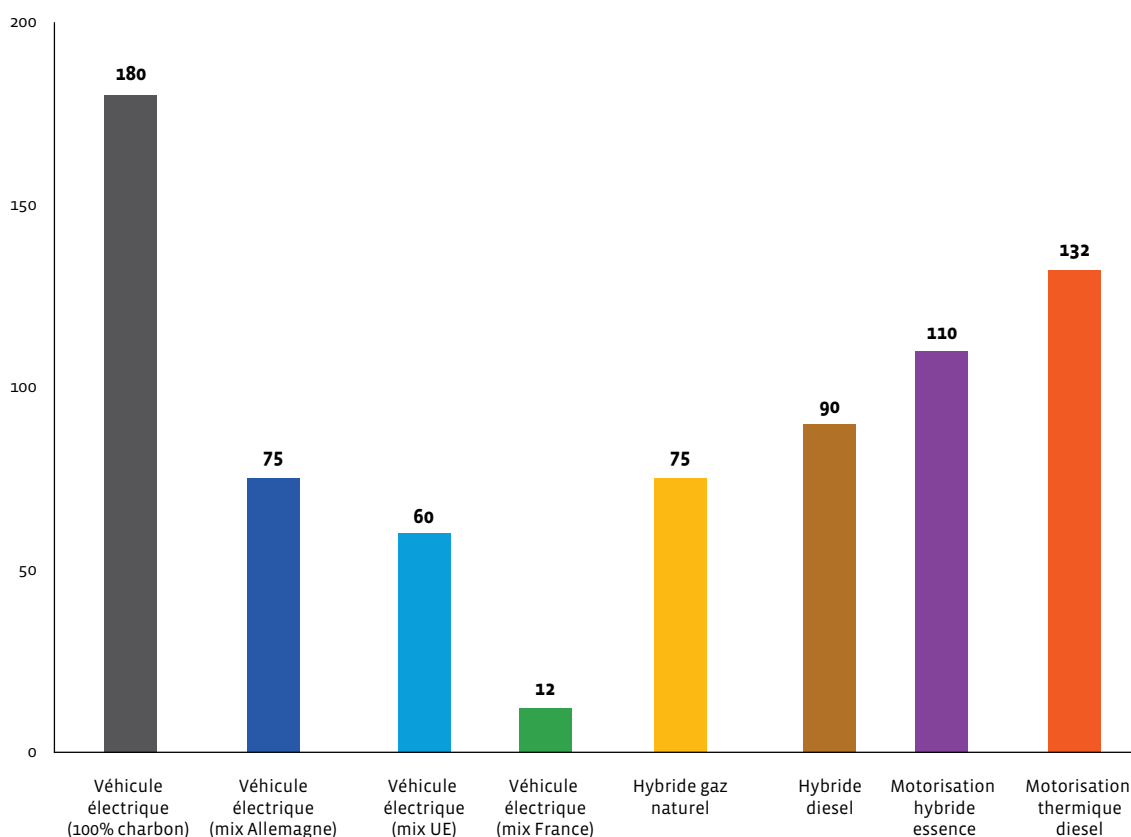
La mobilité électrique s’ancre jour après jour un peu plus dans l’offre de mobilité, s’appuyant sur des innovations technologiques en constante évolution et bousculant les usages. Concrètement, cela consiste à substituer l’énergie électrique aux carburants conventionnels (essence et diesel) utilisés par les véhicules à moteur à explosion. Ce mouvement ne se limite pas aux seuls véhicules individuels, puisque l’expression 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 trottinettes électriques. De plus, les déplacements routiers ne sont pas les seuls concernés, car les transports ferroviaires, aéronautiques et maritimes sont également 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. Pour la France, on estime que les transports sont à l’origine de 36 % des émissions nationales de gaz à effet de serre. Le graphique 1 montre quels sont les niveaux d’émissions de CO<sub>2</sub> d’un véhicule roulant, en fonction de

## **Graphique n° 1**

### **Émissions de CO<sub>2</sub> du puits à la roue (en g/km)**

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



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. Le bilan carbone d'un véhicule électrique est conditionné par l'origine de l'énergie 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 % des énergies renouvelables.

## **PLUS DE 250 000 VÉHICULES ÉLECTRIQUES EN FRANCE**

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. Simple tendance dans les années 2000, la mobilité électrique constitue aujourd'hui un marché économique à part entière qui se développe à grande vitesse.

Depuis le début de l'année 2019, 36 545 véhicules 100 % électriques avec batterie et 11 763 véhicules hybrides rechargeables<sup>4</sup> ont été vendus en France. Il roule actuellement près de 255 000 véhicules hybrides ou totalement électriques en France. S'ils ne représentent aujourd'hui qu'une faible part du parc automobile national (moins de 1 %), 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. Pour sa part, RTE avance une fourchette plus large comprise entre 3,5 et 15,6 millions.

Pour avancer rapidement sur le sujet, la France a inscrit des objectifs ambitieux dans

le texte de la programmation pluriannuelle de l'électricité qui portera sur les horizons 2023 et 2028. Le gouvernement veut en effet multiplier par 6 le nombre de véhicules propres (1,2 million contre 200 000 fin 2019) et par 4 le nombre de bornes de recharge (100 000 contre 27 745 aujourd'hui) d'ici 2023. Cela équivaut à mettre en circulation 200 000 voitures électriques par an, alors que seulement 39 000 véhicules de ce type se sont écoulés en 2018 (auxquels s'ajoutent 13 000 véhicules hybrides rechargeables). De plus, le développement du parc de véhicules électriques n'est pas la seule problématique puisqu'il est très étroitement lié à l'un des grands défis de la mobilité électrique : le déploiement d'un réseau de bornes de recharge sur l'ensemble du territoire et, plus largement, en Europe. 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 réseaux. Ainsi, en termes de puissance, 1 million de véhicules électriques se chargeant simultanément en 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 réseaux. Lorsque 20 bornes chargent en même temps, 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

### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

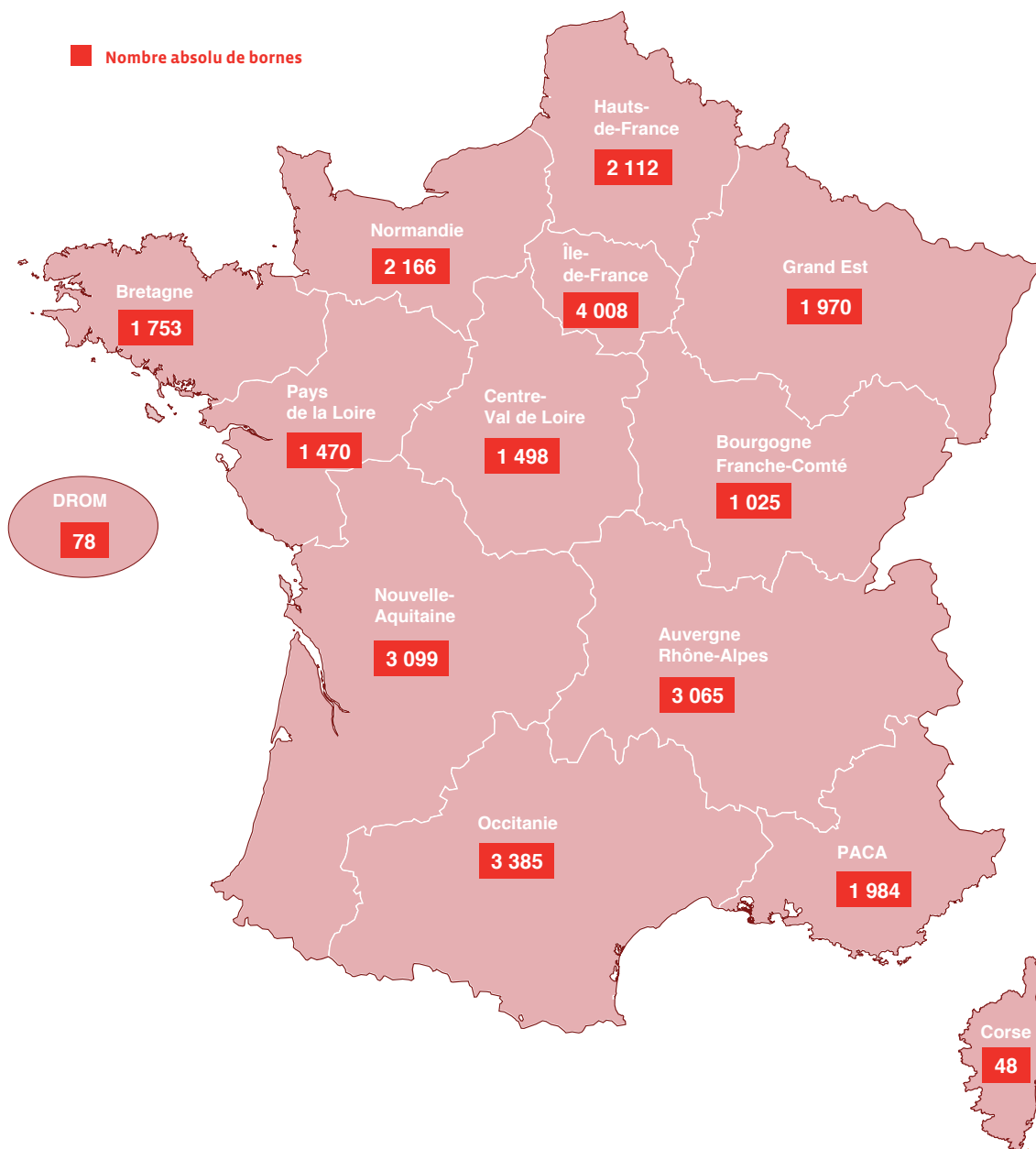
<sup>4</sup>. Chiffre pour 2016.

# MOBILITÉ ÉLECTRIQUE

## Carte n° 1

Répartition régionale des bornes de recharge publiques de véhicules électriques en septembre 2019

Source : "Baromètre régional de la mobilité électrique", Avere, Gireve.



objectif : un point de recharge pour 5 à 6 véhicules sur l'ensemble du territoire et au minimum un point de recharge pour 10 véhicules dans tous les départements. En octobre 2019, la France comptabilise 27 745 points de recharge ouverts au public, selon le ministère de la Transition écologique et solidaire. Implantés pour plus de la moitié sur la voie publique (voir graphique 3), cela représente 1 point de recharge pour 7,2 véhicules légers 100 % électriques en circulation. Rappelons néanmoins que les points de charge publics ne représentent que 13 % des prises installées dans le pays.

Les bornes installées chez les particuliers restent les principales sources d'approvisionnement des véhicules, devant les bornes en entreprises (environ 212 000 à elles deux à mi-2019 selon l'Avere, l'Association nationale pour le développement de la mobilité électrique). 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

## Quelle charge pour les bornes de recharge publiques ?

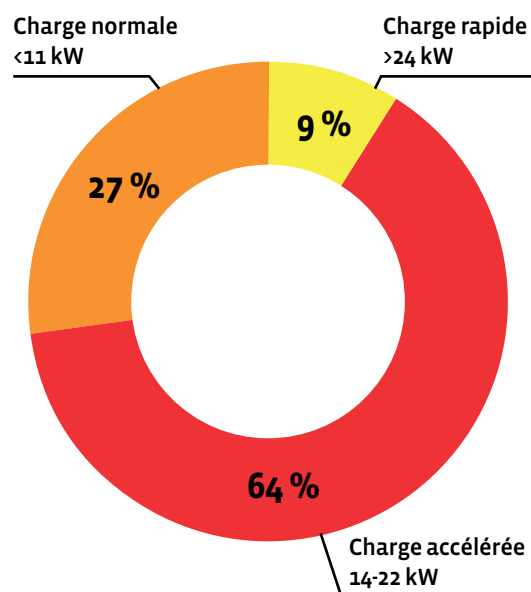
*Avec une moyenne de 30 km parcourus par jour, les bornes de recharge normale suffisent amplement pour répondre aux besoins de recharge quotidiens de la plupart des Français. Cependant, pour les longs trajets et les recharges d'appoint, la recharge rapide a tout son sens. Elle est même indispensable pour pallier l'autonomie encore limitée des véhicules électriques pour les grands déplacements tels que les départs en vacances.*

*9 % des bornes de charge accessibles au public sont des points de charge rapide (puissance supérieure à 24 kW). Ceux-ci sont principalement situés le long des autoroutes, et permettent de récupérer 80 % d'autonomie le temps d'une pause, c'est-à-dire en seulement 20 à 30 minutes. Ce nombre de bornes de charge rapide continue d'augmenter et peut également intégrer des points de recharge*

*très rapide (puissance jusqu'à 150 kW) tels que ceux du consortium Ionity.*

## Graphique n° 2

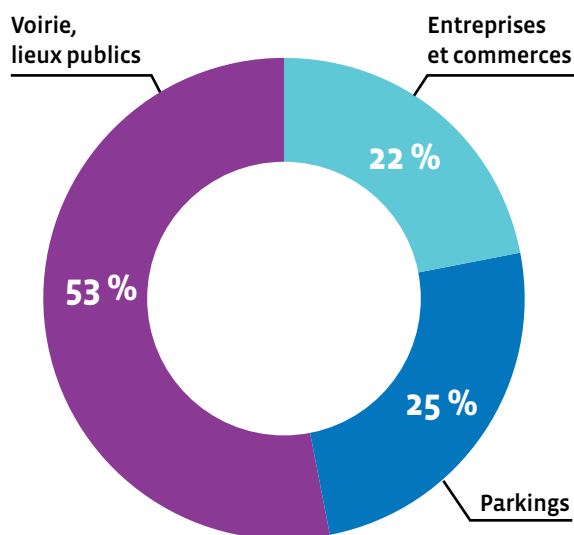
Source : Avere, 2019.



## Graphique n° 3

### Où sont implantées les bornes de recharge publiques en France ?

Source : Avere, 2019.



foulée du Grenelle de l'environnement français, le Plan national pour 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 trois fois supérieur à la situation fin 2019.

### FINANCEMENT ET INTEROPÉRABILITÉ COMME PRINCIPAUX OBSTACLES

L'un des principaux obstacles posés au maillage territorial des points de recharge est 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 entreprises françaises, EDF a affirmé 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 dans 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 leurs réseaux de stations-service) sont également très actifs. Toutefois, 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 27 745 bornes actuellement en activité représentent en moyenne un point de charge pour 7,2 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 développe-

ment 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). Un autre aspect de la difficulté du déploiement des bornes est celui de l'interopérabilité. Ce terme désigne la capacité des différents opérateurs de mobilité à s'interconnecter pour faciliter l'accès des utilisateurs à plusieurs réseaux. 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. L'harmonisation de ces réseaux est le domaine d'action du Groupement pour l'itinérance de la recharge électrique des véhicules (Gireve), créé en 2013 à l'initiative de Renault, EDF, Enedis, la CNR et la CDC. Le 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. Le Gireve avait notamment réalisé en 2016 le 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. Son action ne se limite d'ailleurs pas aux frontières hexagonales, puisque le groupement a annoncé en 2019 un accord avec Allego qui porte sur les 12 000 points de recharge exploités par l'opé-

rateur néerlandais répartis entre la Belgique, l'Allemagne, le Luxembourg, les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

## LA MONTÉE EN PUISSANCE DU VEHICULE-TO-GRID

Dans la mesure où un véhicule particulier passe la majorité de son temps en stationnement (selon l'Avere, 50 % des véhicules stationnent en permanence au domicile et 69 % des actifs restent garés 6 heures par jour en moyenne sur un emplacement réservé), la batterie embarquée d'un véhicule électrique pourrait permettre de stocker de l'énergie. Le réseau pourrait alors puiser 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 vehicule-to-grid.

Potentiellement, un véhicule électrique à l'arrêt peut rendre trois types de service au réseau électrique : 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 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). 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 besoin. Les modèles vehicule-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

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **Le casse-tête des copropriétés**

*Le déploiement des points de recharge dans les copropriétés est une problématique bien particulière. L'enjeu est de taille car les immeubles résidentiels représentent environ la moitié du parc de logements en France, et il ne peut pas y avoir de maillage cohérent sans les intégrer. Cependant, ce secteur présente des caractéristiques particulières et la prise de décision ainsi que le financement y sont plus complexes que dans l'individuel. Le projet BienVEnu, lancé en octobre 2015 et achevé début 2019, portait précisément sur ce domaine : expérimenter la recharge de véhicules électriques dans le résidentiel collectif pour y apporter des solutions innovantes. Si le projet s'est déroulé globalement sans incident technique, les résultats en termes d'usage et les difficultés inhérentes à la gestion des copropriétés laissent entrevoir un déploiement du véhicule électrique bien plus compliqué qu'anticipé. Sur les 100 bornes visées et réparties sur 10 immeubles, 84 ont été finalement installées, mais dans un délai de temps plus long d'un an que le programme initial. Il aurait d'ailleurs été inutile d'aller jusqu'aux 100 au vu de la relative sous-utilisation des points de recharge installés. Les durées de travaux se sont échelonnées entre 6 et 15 mois et la prise de décision de l'investissement qui devait être validée par les assemblées de copropriété a également été longue. Les syndicats de copropriétés, souvent ignorants en matière de mobilité électrique, relaient mal l'information, et le budget moyen n'est pas simple à faire passer. Ainsi, sur une copropriété de 100 lots, un projet d'installation de bornes de recharge peut représenter un investissement de 25 000 €, soit un huitième du budget annuel moyen de fonctionnement de la résidence. Il y a de vrais besoins de pédagogie car il n'est pas possible de raisonner sur un schéma d'installation de bornes au coup par coup, le coût unitaire serait exorbitant. Le seul modèle qui peut fonctionner et être économique est d'installer directement des grappes de bornes.*

*C'est dans cette optique que le ministère de la Transition écologique et solidaire a lancé une nouvelle mesure d'aide réservée aux 3 000 premières copropriétés qui souhaitent s'équiper. L'aide couvrira 50 % du prix d'acquisition des équipements, de l'infrastructure pour l'ensemble de la copropriété (et les travaux d'installation, y compris ceux de pré-équipement). Quant aux collectivités, elles pourront bénéficier d'une aide de 2 160 euros par borne de recharge installée à moins de 500 mètres du lieu de résidence ou de travail de tous les propriétaires et utilisateurs de véhicule électrique qui en font la demande. Cette aide pourra s'ajouter à la prise en charge des coûts de raccordement au réseau électrique, à hauteur de 75 %, telle que prévue dans le projet de loi d'orientation des mobilités.*



diffuses de stockage sous la forme de millions de points de charges et décharges. Cependant, malgré les incertitudes, des offres existent. EDF a lancé en mai 2019 une coentreprise, fondée avec la start-up américaine Nuvve, baptisée Dreev, qui va proposer aux propriétaires de véhicules électriques une rémunération en échange

de l'utilisation de leur batterie, notamment en période de pointe électrique. L'offre repose sur un montage à 3 mécanismes. Le premier est celui de la charge intelligente : le VE est branché à une borne connectée, qui reçoit des ordres et indications du réseau électrique. La batterie est rechargée prioritairement quand



## **Solaire et mobilité : un couple qui se forme**

*Associer production d'énergies renouvelables à recharge de véhicules électriques semble intuitif, mais la réalisation effective est plus compliquée. Il existe deux types d'initiatives. La première consiste à s'appuyer sur une offre de fourniture d'électricité dont l'aspect vert repose sur des garanties d'origine. La seconde, encore en phase exploratoire, consiste à faire un lien direct, via l'autoconsommation, entre la production d'électricité verte et la recharge des voitures. Une expérience pilote existe en France sur un site de La Poste à Magny-les-Hameaux, dans les Yvelines. Le groupe a voulu tester le couplage entre autoconsommation photovoltaïque (avec une installation de 6 kWc), stockage dans des batteries de seconde vie et recharge de deux voitures électriques. Si les premiers retours sont positifs et encourageants, un bilan plus complet sera réalisé en 2020.*

*Ce type de couplage semble par ailleurs bien s'adapter au cas de zones non interconnectées, et c'est ce que le projet Flexmob'île investigate à Belle-Île-en-Mer. Officiellement lancée il y a un an, l'opération est portée par Renault, Morbihan Énergies, la compagnie des Cars Bleus et Enedis. L'ambition est de tester l'association de voitures électriques (30 à 40 voitures, certaines en autopartage), d'une infrastructure de recharge pilotée à distance, de centrales photovoltaïques en autoconsommation et de batteries de seconde vie. Le déploiement a débuté à l'été 2019 et l'une des premières étapes est la question du modèle économique, comme l'optimisation de la grille tarifaire pour la recharge. Cependant, le cœur de ce projet sera tourné vers la compréhension de la réalité des usages : de quelle autonomie les utilisateurs auront-ils besoin, quand vont-ils utiliser les voitures, quels retours sur les solutions d'autopartage ? Autant de questions auxquelles il faudra répondre avant de voir véritablement converger mobilité électrique et énergie solaire.*

*Ces cas concrets d'association entre solaire et mobilité seront notamment étudiés de près par un groupement composé du syndicat professionnel Enerplan et de l'association Avere, qui ont formé un partenariat afin d'observer toutes les initiatives de ce type, et d'en tirer des enseignements pour accompagner la structuration d'une filière française de la recharge solaire.*



Véhicule utilitaire roulant à l'hydrogène

© Renault - Anthony Bernier

la production électrique dépasse la consommation (périodes de forte production renouvelable ou de faible consommation). En cas d'urgence, le client peut demander que son véhicule soit rechargé même si la période n'est pas propice. Le deuxième va plus loin, puisqu'il consiste à utiliser des bornes de recharge bidirectionnelles (ou à double flux) qui permettent d'utiliser les batteries pleines du véhicule comme une source d'approvisionnement d'appoint en cas de forte consommation électrique. Cette fois, non seulement la batterie se charge quand l'électricité est abondante mais, une fois chargée, elle peut fournir de l'électricité au réseau en cas de besoin. Là encore, l'option est paramétrable en fonction des habitudes de l'utilisateur, pour qu'il doive récupérer sa batterie chargée au moment où il en a besoin. Le troisième mécanisme est celui des incitations économiques pour l'utilisateur du *smart charging* ou du V2G. En soutenant ainsi les besoins du réseau et de la collectivité, l'utilisateur (privé, professionnel ou

institutionnel) est récompensé, soit par des réductions sur ses tarifs, soit par une prime monétaire, soit par des "pleins" électriques gratuits. L'entreprise bordelaise Hotravail a été l'une des premières à se laisser tenter en utilisant ces nouveaux services sur trois bornes à double flux.

Ces évolutions, qui modifient à grande vitesse le paysage de la mobilité, réclament toutefois de combler certains vides juridiques. Un véhicule qui charge, stocke et renvoie du courant dans le réseau doit-il être considéré comme un consommateur ou un distributeur d'électricité ? En fait, il n'est ni l'un ni l'autre, mais ce statut n'est encore reconnu nulle part. Associer production d'énergies renouvelables et recharge de véhicules électriques semble intuitif, mais la réalisation est plus compliquée.

## QUELLE PLACE POUR L'HYDROGÈNE ?

La batterie n'est pas le seul horizon de la mobilité électrique. Il existe également la piste de l'hydrogène,

où le gaz liquide joue 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. La mobilité hydrogène se situe 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), et les stations de recharge sont encore rares. Les quelques constructeurs commercialisant ces véhicules sont essentiellement japonais et coréens (Hyundai, Honda et Toyota) et la demande privée est quasi inexistante. Autre point, si l'hydrogène peut être réalisée à partir de surplus de production éolien ou photovoltaïque, 95 % de la production française provient actuellement d'énergies fossiles. Actuellement, les segments de marché les plus porteurs pour les véhicules à hydrogène sont ceux du véhicule utilitaire et du poids lourd. Il y a donc une complémentarité avec les technologies électriques sur batteries, qui ont moins de facilité à pénétrer ces deux marchés.

Plusieurs projets de mobilité hydrogène se développent dans l'Hexagone, à commencer par une flotte de taxis H2 dans la capitale avec la compagnie Hype. Toyota a fourni une cinquantaine de modèles Mirai qui tournent en 22/24h, en deux équipes, afin de maximiser leur utilisation et donc leur rentabilité. L'objectif est de monter progressivement à

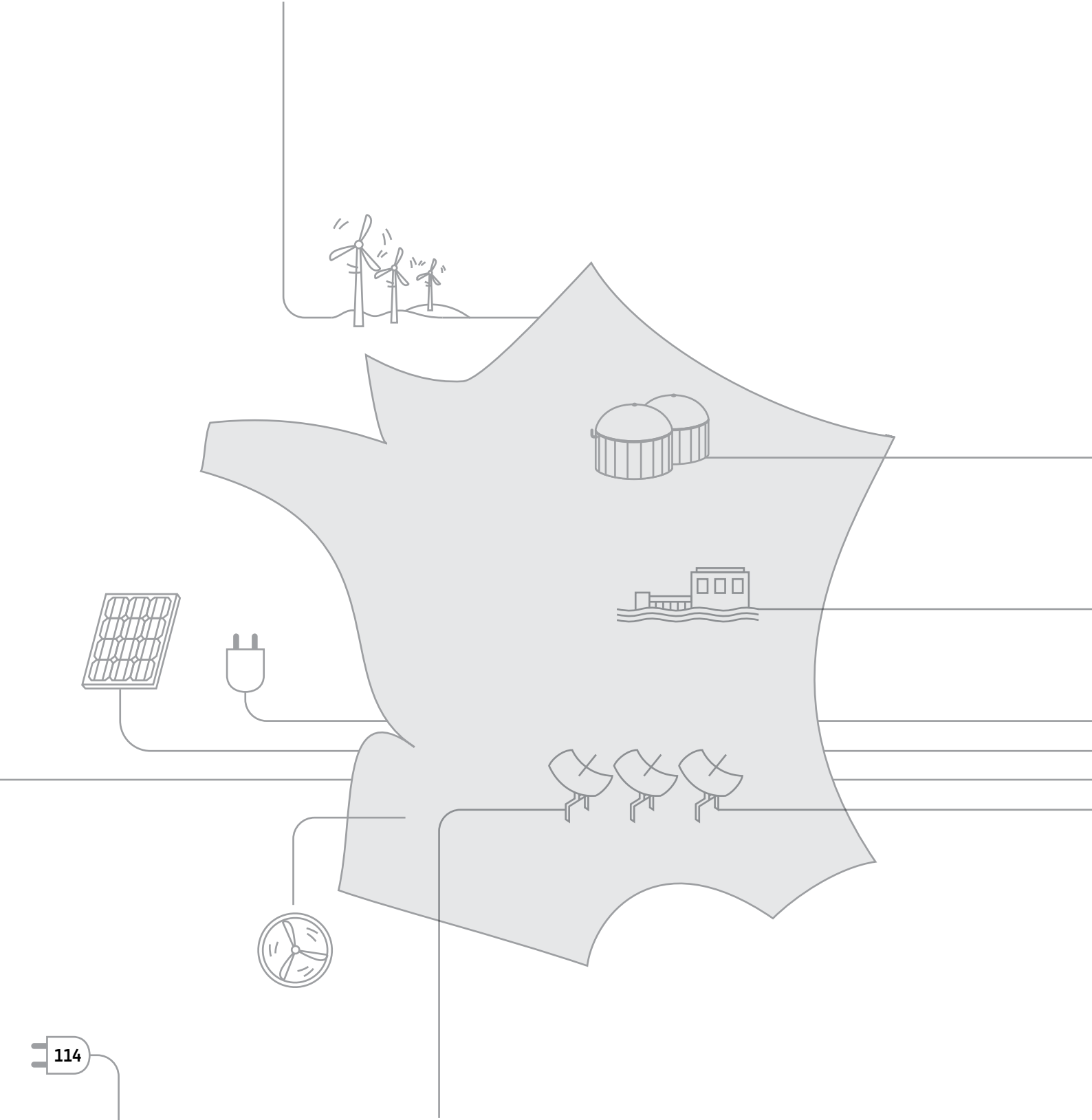
500 véhicules en 2020. Cette logique de flotte est jugée nécessaire dans un premier temps pour créer un effet de volume apte à engager une dynamique d'économies d'échelle. Pour Toyota, l'objectif est de diviser par deux en 2025 le prix de son modèle hydrogène, qui oscille aujourd'hui entre 65 000 et 80 000 €. Outre sa compétitivité, l'autre enjeu de taille auquel fait face le secteur est son empreinte carbone. 95 % de l'hydrogène consommé aujourd'hui est issu de craquage de molécules de gaz naturel, et notamment de gaz de schiste ces dernières années. Pas vraiment idéal en termes de bilan carbone. Une problématique que commence à prendre en compte Air Liquide, grand consommateur d'énergies fossiles. À Port-Jérôme (Seine-Maritime), le groupe français s'est équipé d'une installation de capture et stockage de CO<sub>2</sub>, qu'il revend partiellement à Coca-Cola. Mais cette technologie ne fait pas l'unanimité en termes de lutte contre les émissions de GES et le groupe le sait. Il a donc récemment investi au capital de la société Hydrogenics, qui va construire un électrolyseur de 20 MW sur son site québécois de Bécancour, alimenté en électricité verte grâce à HydroQuébec. Cependant, la production d'hydrogène par électrolyse coûte aujourd'hui deux fois plus cher que par le craquage d'énergie fossile. Il va falloir faire un gros travail de réduction des coûts pour imaginer basculer totalement vers cette technologie. ●

### Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- ✓ [www.avere-france.org](http://www.avere-france.org)
- ✓ [www.avem.fr](http://www.avem.fr)
- ✓ [www.gireve.com](http://www.gireve.com)

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



# PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

**Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## Tableau n° 1

**Puissances régionales électriques renouvelables par source d'énergie renouvelable en 2018 (en MW)**

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

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Biomasse solide et déchets	Biogaz	Géo- thermie	Énergie marine	Total
Auvergne Rhône-Alpes	11 614	552	932	145	36	0	0,3	13 279
Bourgogne Franche-Comté	521	708	271	49	19	0	0	1 568
Bretagne	271	1 014	219	43	24	0	248,4	1 819
Centre-Val de Loire	93	1 092	271	63	13	0	0	1 532
Corse	223	18	153	0	2	0	0	396
Grand Est	2 306	3 373	488	159	58	1,5	0	6 386
Hauts-de-France	4	3 958	152	138	43	0	0	4 295
Île-de-France	20	70	99	224	76	0	0	489
Normandie	43	822	154	88	29	0	0	1 136
Nouvelle-Aquitaine	1 763	949	2 265	262	45	0	0,9	5 285
Occitanie	5 388	1 518	1 807	109	37	0	0	8 859
Pays de la Loire	9	911	496	36	35	0	0	1 487
PACA	3 255	48	1 223	263	29	0	0	4 818
<b>France métropolitaine</b>	<b>25 510</b>	<b>15 033</b>	<b>8 530</b>	<b>1 579</b>	<b>446</b>	<b>1,5</b>	<b>249,6</b>	<b>51 349</b>
Guadeloupe	11	26	70	60	5	15,0	0	187
Guyane	119	0	47	2	0	0	0	168
La Réunion	138	15	189	0	4	0	0	346
Martinique	0	1	66	4	1	0	0	72
Mayotte	0	0	15	0	0	0	0	15
<b>Total DROM</b>	<b>268</b>	<b>42</b>	<b>387</b>	<b>66</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>788</b>
<b>Total France</b>	<b>25 778</b>	<b>15 075</b>	<b>8 917</b>	<b>1 645</b>	<b>456</b>	<b>16,5</b>	<b>249,6</b>	<b>52 137</b>

## Tableau n° 2

### Puissances régionales électriques renouvelables par filière au 30 septembre 2019 (en MW)

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

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Biomasse solide et déchets	Biogaz	Géo- thermie	Énergie marine	Total
Auvergne Rhône-Alpes	11 639	552	1 021	145	38	0	0,3	13 395
Bourgogne Franche-Comté	522	793	288	52	21	0	0	1 676
Bretagne	275	1 047	233	43	28	0	248,4	1 874
Centre-Val de Loire	93	1 250	313	72	14	0	0	1 742
Corse	223	18	175	0	2	0	0	418
Grand Est	2 311	3 527	526	169	64	1,5	0	6 599
Hauts-de-France	4	4 215	160	139	45	0	0	4 563
Île-de-France	20	89	121	241	76	0	0	547
Normandie	30	836	175	89	31	0	0	1 161
Nouvelle-Aquitaine	1 764	1 007	2 421	261	45	0	0,9	5 499
Occitanie	5 393	1 619	1 995	109	37	0	0	9 153
Pays de la Loire	11	961	539	36	40	0	0	1 587
PACA	3 268	48	1 291	264	29	0	0	4 900
<b>Total métropole</b>	<b>25 553</b>	<b>15 962</b>	<b>9 258</b>	<b>1 620</b>	<b>470</b>	<b>1,5</b>	<b>249,6</b>	<b>53 114</b>
Guadeloupe	11	24	70	59,5	5	15,0	0	185
Guyane	119	0	46	2	0	0	0	167
La Réunion	138	17	192	0	4	0	0	351
Martinique	0	13	66	4,0	1	0	0	84
Mayotte	0	0	17	0	0	0	0	17
<b>Total DROM</b>	<b>268</b>	<b>54</b>	<b>391</b>	<b>66</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>804</b>
<b>Total France</b>	<b>25 821</b>	<b>16 016</b>	<b>9 649</b>	<b>1 686</b>	<b>480</b>	<b>16,5</b>	<b>249,6</b>	<b>53 918</b>

En 2018, les puissances électriques renouvelables raccordées en France ont augmenté de 5,2 % par rapport à 2017. Sur les trois premiers trimestres de 2019, la progression a été de 3,4 %. L'hydraulique reste la première filière de production d'électricité renouvelable, avec un peu plus de 48 % du parc, mais sa capacité totale ne progresse

pratiquement plus. L'éolien est le secteur qui s'est le plus développé en 2019, avec 941 MW nouvellement raccordés en neuf mois. Vient ensuite le photovoltaïque, avec 732 MW de puissance supplémentaire. Le premier parc régional français reste celui d'Auvergne Rhône-Alpes, essentiellement grâce à ses installations d'hydroélectricité.

## Tableau n° 3

### Productions régionales électriques renouvelables en 2018 (en GWh)

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

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Biomasse solide et déchets	Géo- thermie	Énergie marine	Total
Auvergne Rhône-Alpes	26 901	1 072	1 031	736	0	0	29 740
Bourgogne Franche-Comté	817	1 307	292	188	0	8	2 604
Bretagne	536	1 804	221	327	480	0	3 368
Centre-Val de Loire	142	1 998	308	345	0	0	2 793
Corse	641	13	184	9	0	0	847
Grand Est	6 825	6 292	552	748	0	0	14 417
Hauts-de-France	13	7 019	149	790	0	0	7 971
Île-de-France	40	120	87	830	0	0	1 077
Normandie	127	1 473	150	350	0	0	2 100
Nouvelle-Aquitaine	3 901	1 729	2 875	1 374	0	0	9 879
Occitanie	12 398	3 250	2 207	562	0	0	18 417
Pays de la Loire	20	1 627	537	315	0	0	2 499
PACA	10 778	99	1 622	961	0	0	13 460
<b>Total métropole</b>	<b>63 139</b>	<b>27 803</b>	<b>10 215</b>	<b>7 535</b>	<b>480</b>	<b>8</b>	<b>109 172</b>
Guadeloupe	40	52	95	67	0	107	254
Guyane	440	0	55	12	0	0	507
Martinique	0	1	90	40	0	0	131
La Réunion	601	13	253	211	0	0	1 079
<b>Total DROM</b>	<b>1 081</b>	<b>66</b>	<b>493</b>	<b>330</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>1 970</b>
<b>Total France</b>	<b>64 220</b>	<b>27 869</b>	<b>10 708</b>	<b>7 865</b>	<b>480</b>	<b>115</b>	<b>111 142</b>



## Tableau n° 4

### Productions régionales électriques renouvelables d'octobre 2018 à septembre 2019 (en GWh)

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

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Biomasse solide et déchets	Géo- thermie	Énergie marine	Total
Auvergne Rhône-Alpes	22 073	1 160	1 109	771	0	0	25 113
Bourgogne Franche-Comté	643	1 554	331	238	0	10	2 766
Bretagne	520	1 826	201	336	480	0	3 363
Centre-Val de Loire	41	2 374	324	389	0	0	3 128
Corse	352	9	217	7	0	0	585
Grand Est	7 222	7 014	627	802	0	0	15 665
Hauts-de-France	11	8 307	139	825	0	0	9 282
Île-de-France	62	146	80	826	0	0	1 114
Normandie	112	1 659	151	344	0	0	2 266
Nouvelle-Aquitaine	2 343	1 879	3 156	1 467	0	0	8 845
Occitanie	7 664	3 681	2 403	580	0	0	14 328
Pays de la Loire	16	1 843	513	332	0	0	2 704
PACA	8 245	106	1 815	718	0	0	10 884
<b>Total par filière</b>	<b>49 304</b>	<b>31 558</b>	<b>11 066</b>	<b>7 635</b>	<b>480</b>	<b>10</b>	<b>100 043</b>

En 2018, la production électrique d'origine renouvelable a été de 111 142 GWh pour l'ensemble des territoires français. Ce chiffre est en très nette augmentation par rapport à 2017 (+ 22 %), car cette dernière avait été marquée par une très mauvaise pluviométrie, qui avait limité la production de la filière hydroélectrique. 2018 a été une année plus proche de la normale du point de vue des précipitations. En revanche, 2019 s'annonce à nouveau comme une année aride. Il est probable que la production électrique renouvelable de l'ensemble de l'année se situe in fine aux alentours de 100 TWh.

118

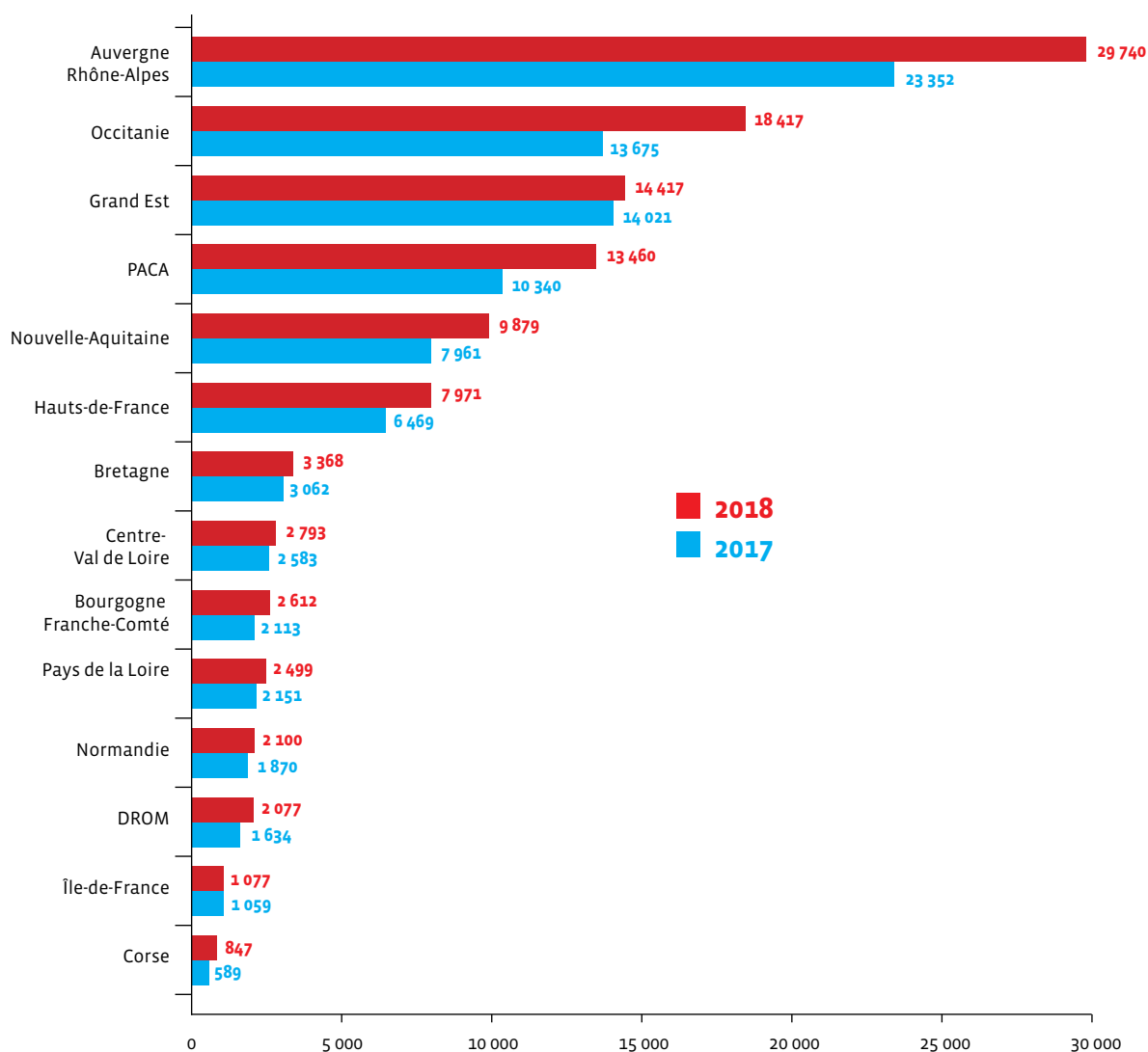
#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
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 2017 et 2018 (en GWh)**

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

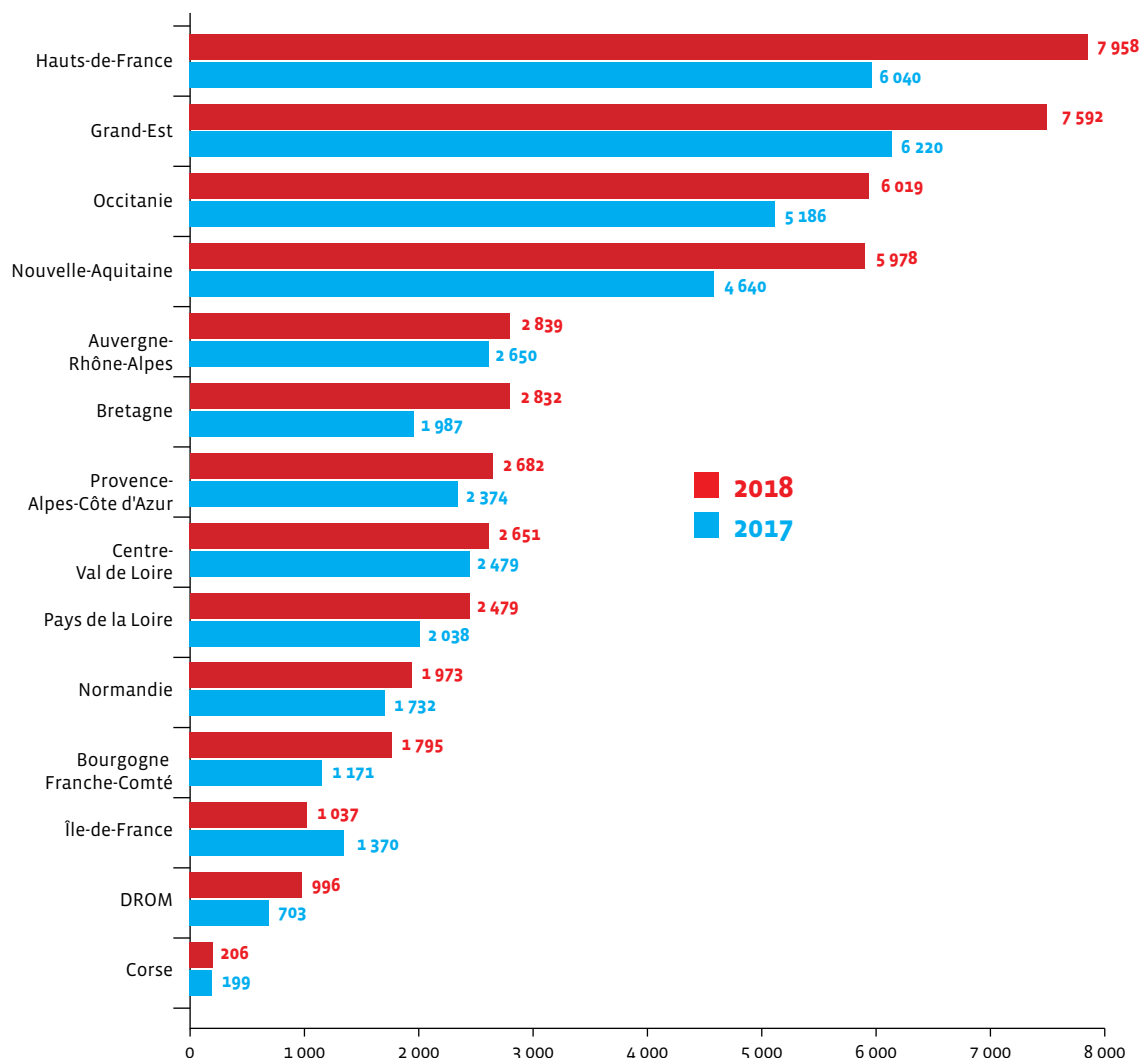


L'observation du classement des régions françaises sur la base des chiffres de production électrique, toutes filières confondues, confirme l'augmentation globale et le rôle de l'hydroélectricité comme principale influence des résultats nationaux.

## Graphique n° 2

**Classement des régions selon la production électrique renouvelable pour les filières éolienne, photovoltaïque, biomasse et géothermie pour les années 2018 et 2019<sup>1</sup> (en GWh)**

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



1. D'octobre 2018 à septembre 2019.

La filière hydroélectricité mise de côté, c'est la région Hauts-de-France 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.

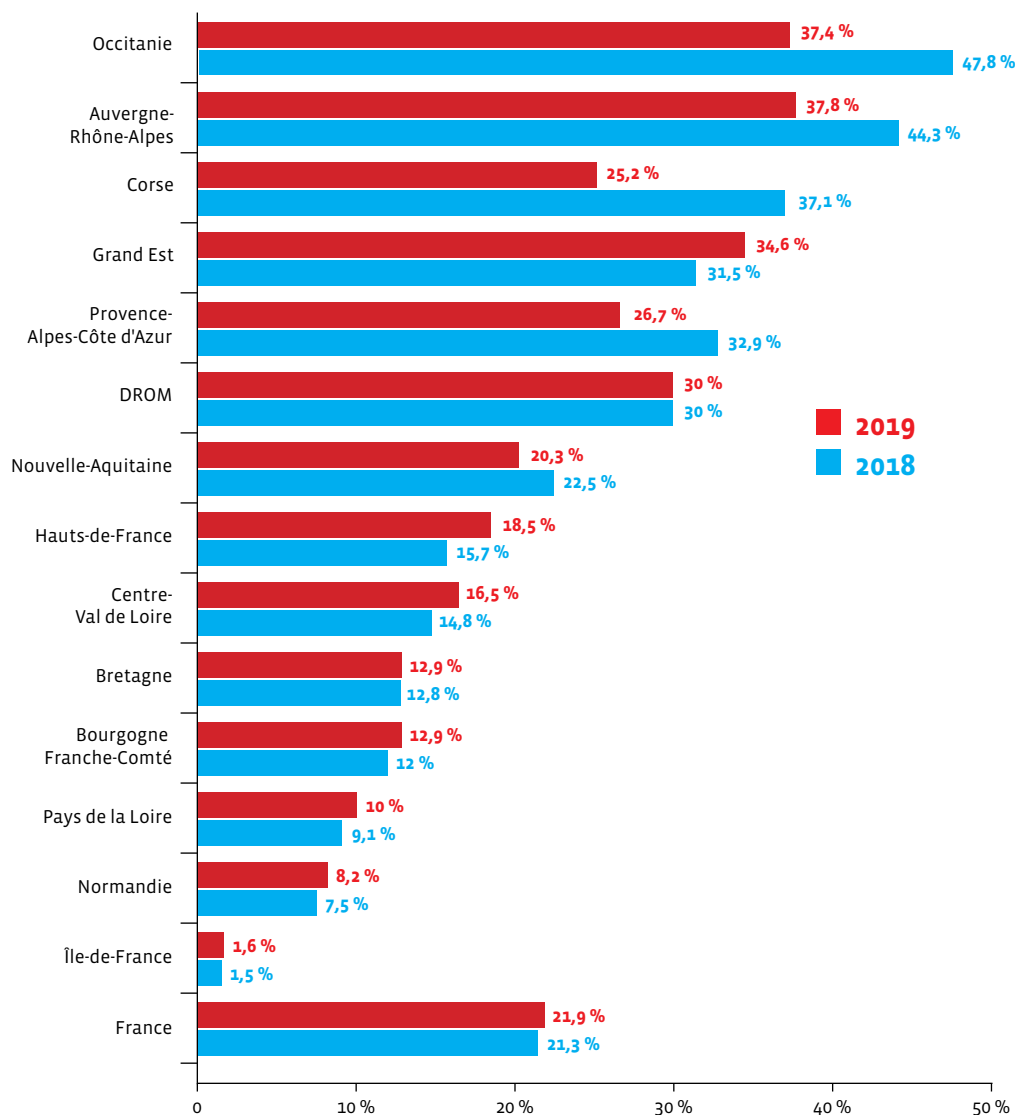
### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## Graphique n° 3

### Couverture de la consommation électrique par les filières renouvelables en 2018 et 2019<sup>1</sup>

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



1. D'octobre 2018 à septembre 2019.

En 2019, la part des filières renouvelables dans la consommation électrique du pays a très légèrement diminué, passant de 22,7 % à 21,9 %. Ce recul est le résultat de la baisse de la production de la filière hydroélectrique due aux périodes de sécheresse qui ont marqué l'année.

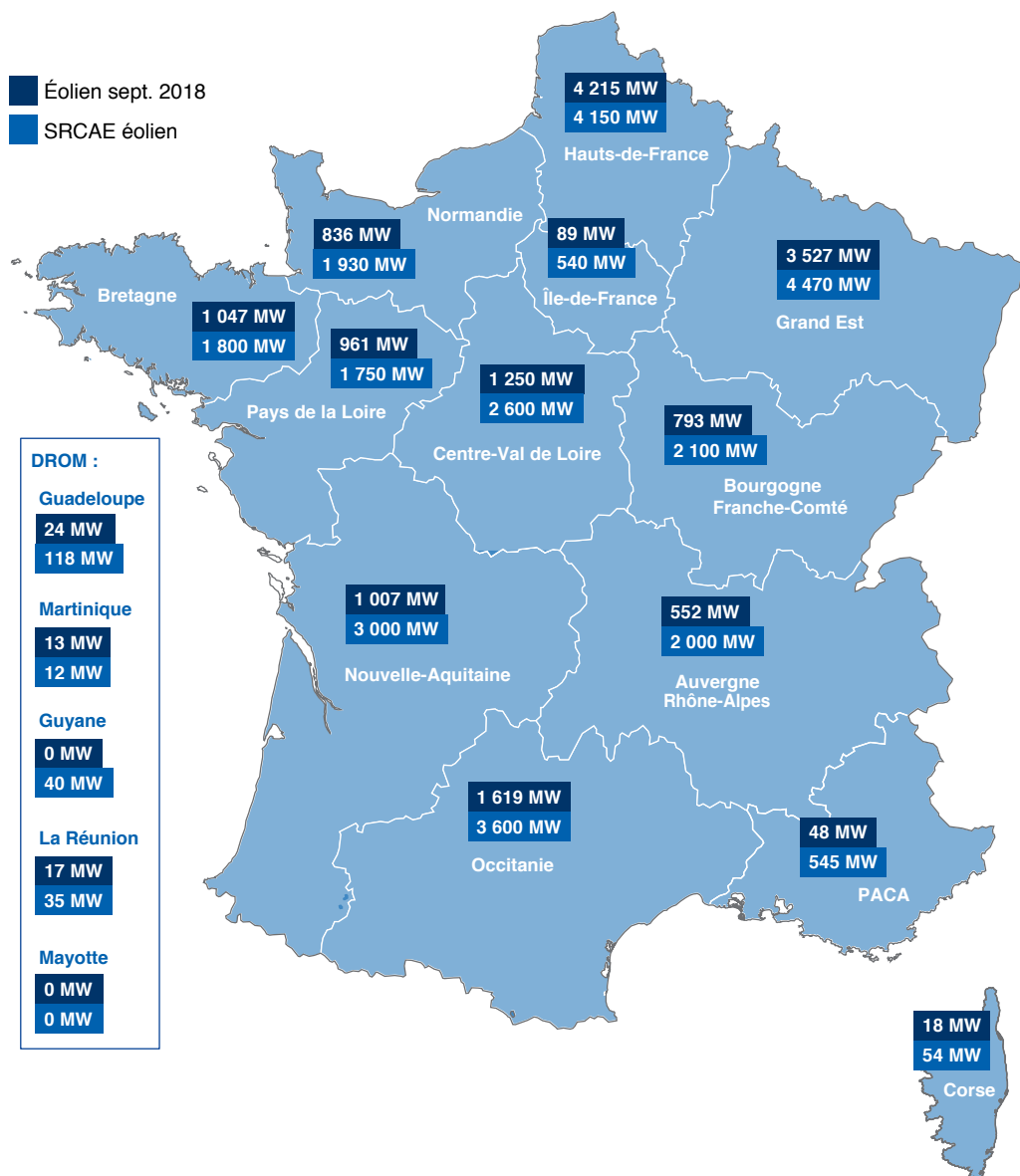
#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

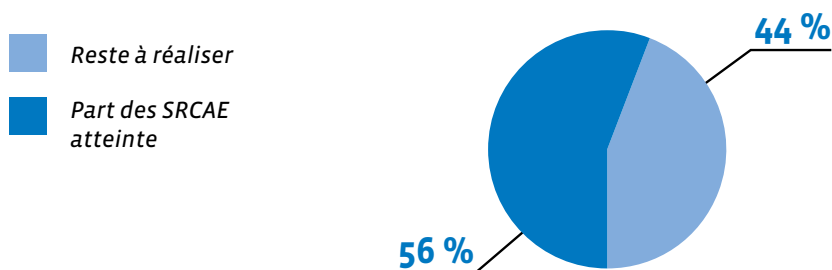
## Carte n° 1

**Comparaison de la puissance raccordée à fin septembre 2019 et des objectifs SRCAE 2020 pour la filière éolienne**

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



**État d'avancement des objectifs éoliens issus des SRCAE au 30 septembre 2019**



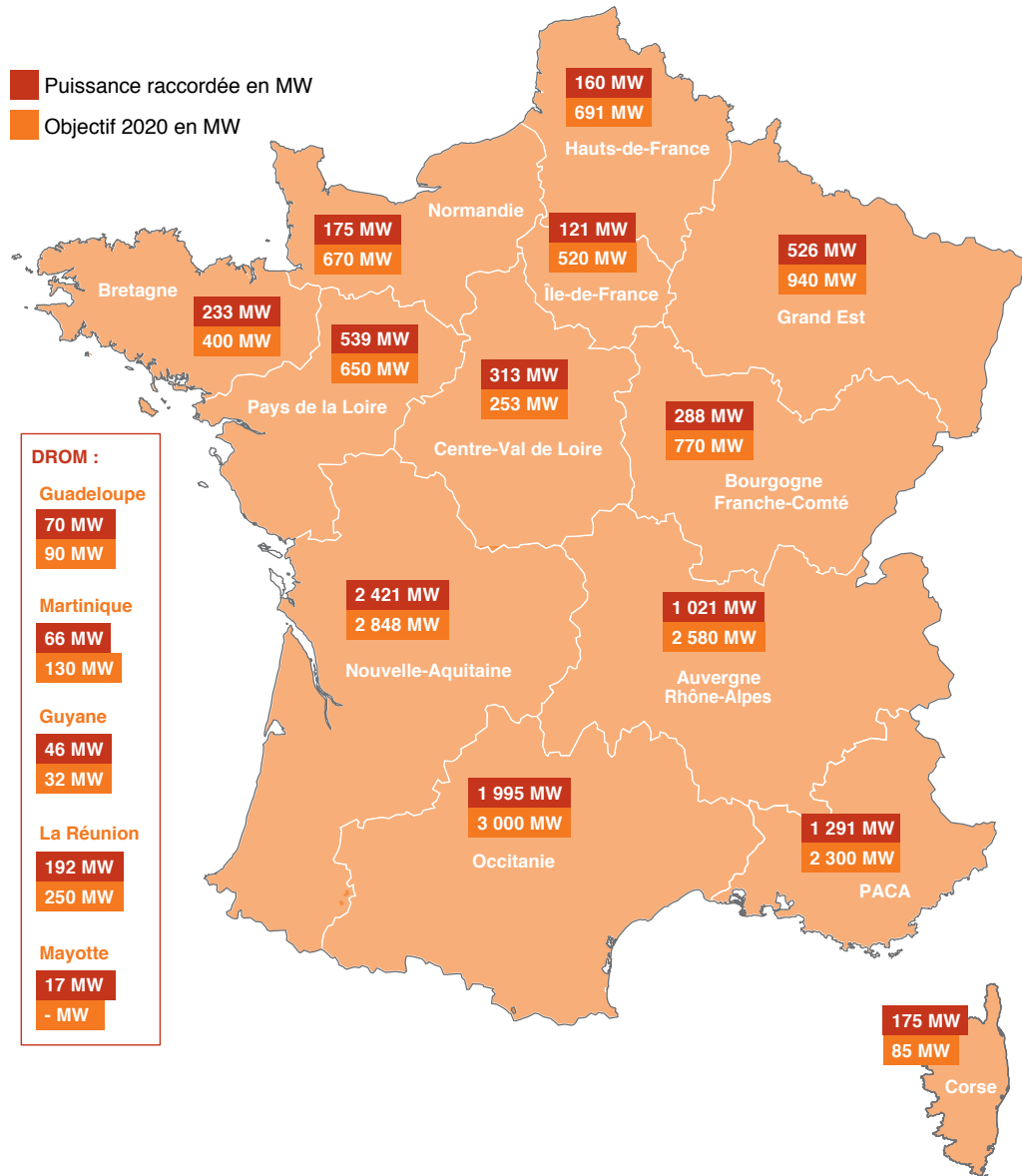
### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

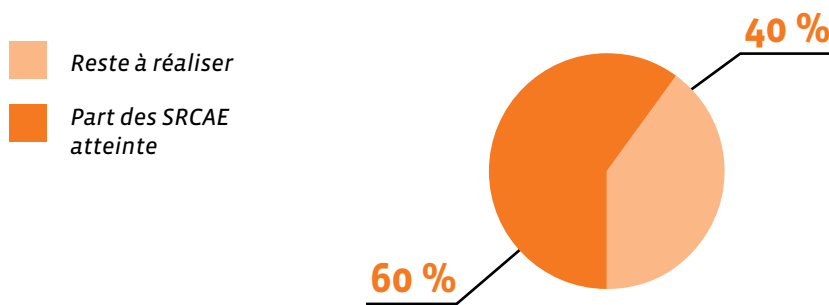
## Carte n° 2

### Comparaison de la puissance raccordée à fin septembre 2019 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 2019



#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



# 3 QUESTIONS

## de l'Observatoire des énergies renouvelables



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

### 1 Quel bilan la FNCCR tire-t-elle de l'année 2019 ?

L'année 2019 a mis en évidence la montée en puissance des autorités organisatrices de la distribution d'énergie (AODE), grands syndicats intercommunaux d'énergie et territoires métropolitains, dans tous les domaines de la transition énergétique. Lors de notre congrès triennal, à Nice en octobre 2019, j'ai été impressionné par la multiplicité des sujets abordés, des domaines d'intervention, des projets en cours et, fait significatif, des partenaires extérieurs. À titre d'exemple, nous avons organisé une dizaine de sessions pour aborder la production d'hydrogène à partir d'énergie renouvelable, alors que ce sujet était inexistant lors de notre congrès à Tours en 2016. Mobilité, efficacité énergétique, production, innovations..., il y a aujourd'hui un nombre croissant de projets et, ce point me semble important, de projets qui se développent, se construisent et portent leurs fruits. On a beaucoup parlé de transition énergétique : aujourd'hui, elle se construit dans

nos territoires, très souvent à l'initiative des syndicats intercommunaux d'énergie qui agissent en lien étroit avec les communes, les régions et, de plus en plus, les citoyens. Cela me semble particulièrement important parce que le foncier est rare et qu'il importe donc de le valoriser au bénéfice de ceux qui y habitent.

### 2 Le mouvement de création de SEM de production portées par les AODE se poursuit-il ?

Après plusieurs années de création de SEM, nous arrivons à une forme de plateau, avec une ou deux nouvelles SEM par an. On en compte une soixantaine aujourd'hui, ce qui assure déjà une excellente couverture du territoire, et celles-ci doivent désormais constituer un portefeuille de projets et, lorsque ceux-ci sont validés, les mener à bien. Je ne suis pas le seul à observer le dynamisme de ces SEM, qui sont très sollicitées par des acteurs privés, qui voient dans le partenariat avec un organisme public un moyen de mieux mener à bien leurs projets, notamment pour des raisons d'acceptabilité sociale. J'observe aussi que le modèle SEM peut être retenu pour développer un réseau d'infrastructures de mobilités : c'est ce que fait un grand syndicat intercommunal francilien pour construire un réseau de stations d'avitaillement en gaz naturel qui a vocation à distribuer une part croissante de bioGNV.

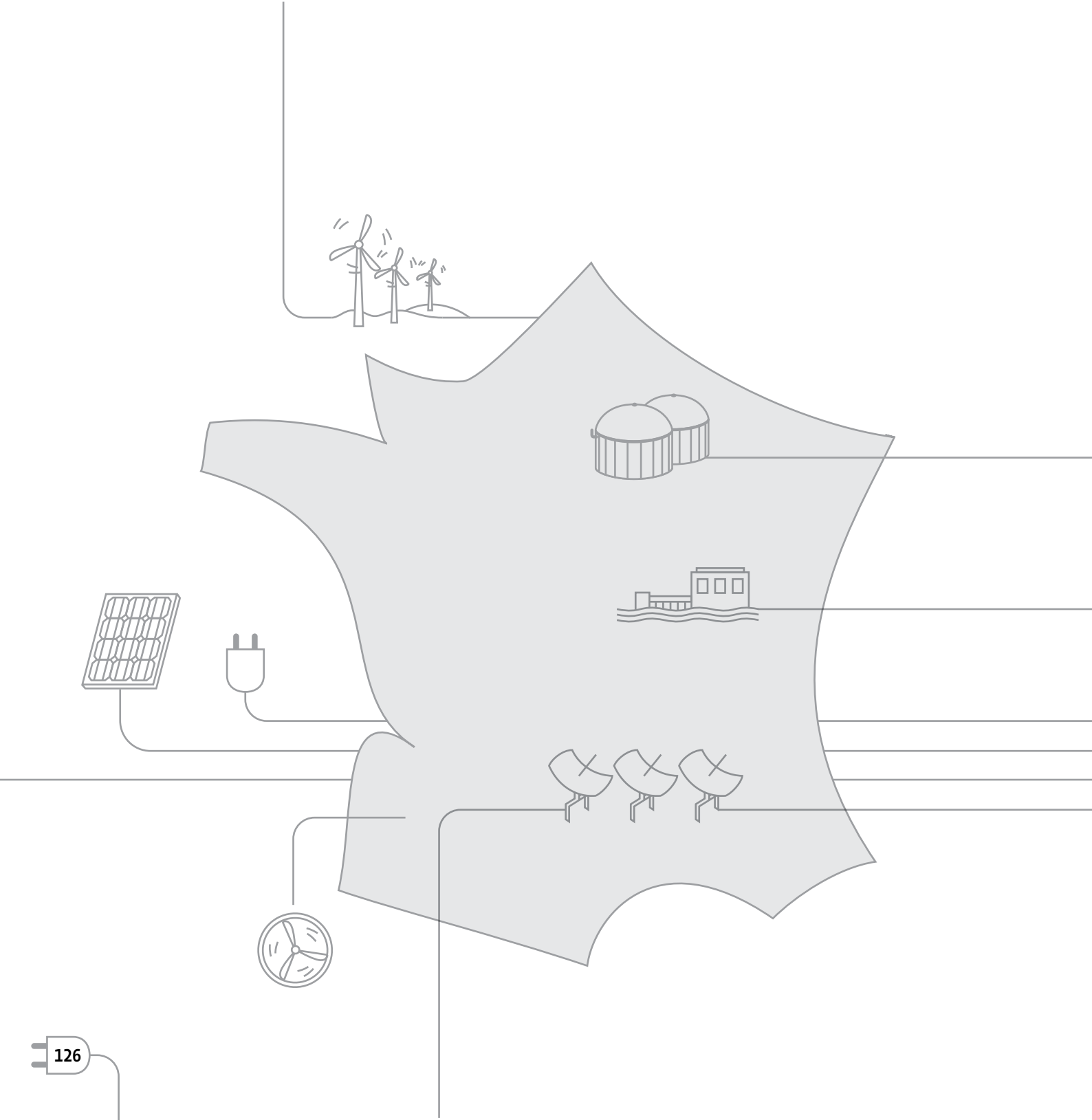
### 3 Les élections municipales se profilent... La transition énergétique est-elle un sujet de campagne ?

Au regard de l'urgence climatique, il est certain que la transition énergétique continuera





*d'alimenter les débats pendant plusieurs années. Il y a une manière de consensus politique à ce propos et l'on voit que les élus sont très attachés à valoriser leurs territoires avec des circuits énergétiques courts, tout en ayant conscience de l'importance de la solidarité nationale que figurent les réseaux de distribution d'électricité, de gaz et de chaleur. Il est très probable que ce mouvement de réappropriation de des enjeux énergétiques par les communes et leurs intercommunalités se renforce lors du prochain mandat. ●*



# RÉGIONS À LA LOUPE

**Observ'ER**  
Le Baromètre 2019  
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 et Enedis

Taux de couverture EnR de la consommation électrique



Sources : RTE et Enedis

Puissance EnR raccordée 2010-2018



Sources : SDES, RTE et Enedis

### PUISSANCES ET PRODUCTIONS AU 30/09/19

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



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

Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



Sources : RTE et Enedis

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

### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

Objectif régional éolien 2020

Objectif régional 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.

127



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.

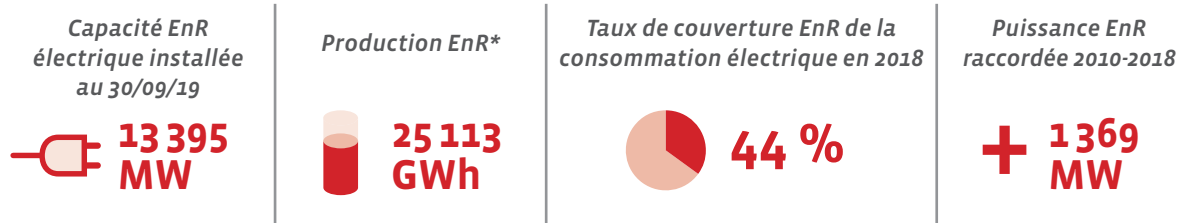
**Note :** Les données disponibles pour Mayotte n'étaient pas suffisantes pour pouvoir réaliser une fiche régionale.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

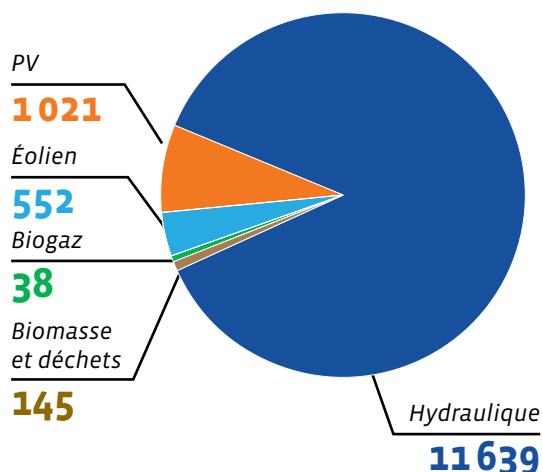
## AUVERGNE RHÔNE-ALPES

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

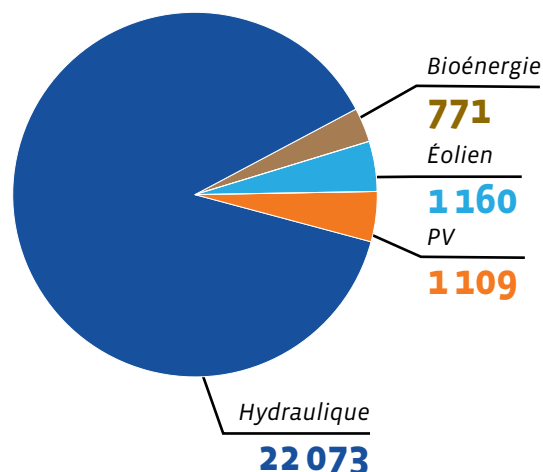


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

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



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

**11 890 MW**

Objectif régional 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 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### **Aduhme (Association pour un développement urbain harmonieux par la maîtrise de l'énergie<sup>1</sup>)**

[www.aduhme.org](http://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](http://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](http://www.hespul.org)

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



### **Rhônealénergie-Environnement (RAEE)**

[www.auvergnerhonealpes-ee.fr](http://www.auvergnerhonealpes-ee.fr)

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**

[enr-oser.fr](http://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](http://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).

129



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 2019 des énergies renouvelables électriques en France

# LES RÉGIONS À LA LOUPE



## **Eborn**

[www.averre-aura.org/fr/veille-regionale/reseaux-de-recharge/eborn.html](http://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](http://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](http://www.energiesrhonevallee.com)

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



## **Energies citoyennes en Auvergne Rhône-Alpes**

[www.energie-partagee.org/nous-decouvrir/les-reseaux-regionaux/energie-citoyenne-en-auvergne-rhone-alpes](http://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](http://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](http://www.es-seyssel.com)

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



## **Retprod**

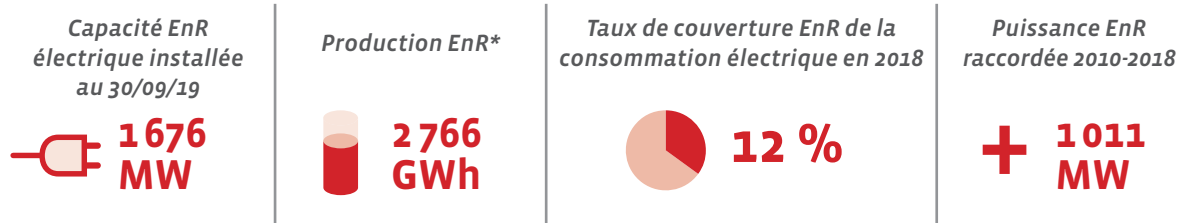
[www.ret.fr](http://www.ret.fr)

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

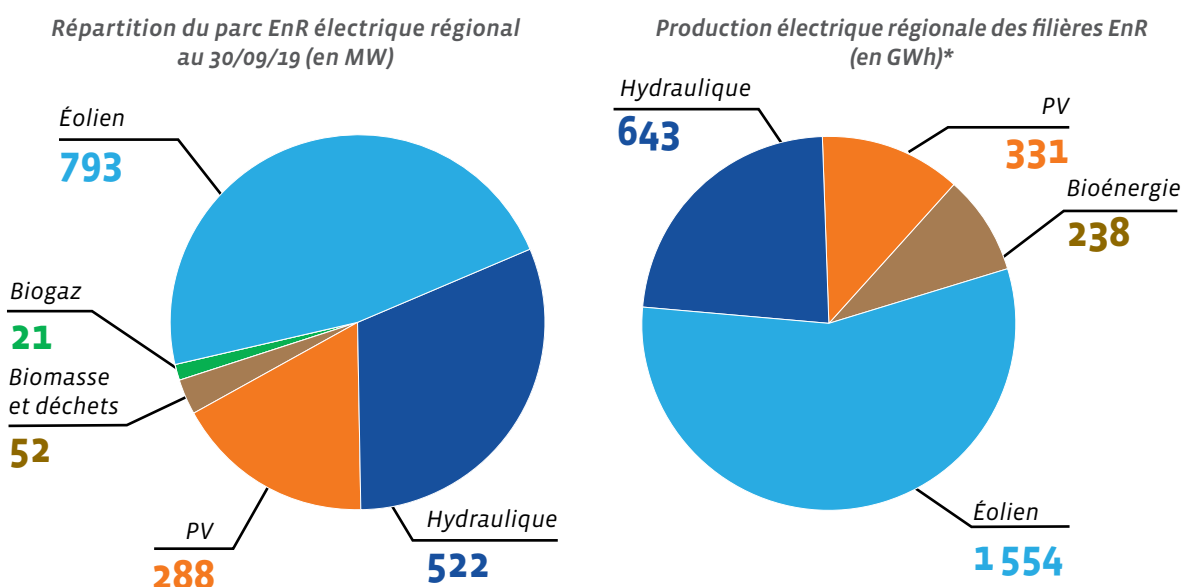


## BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

### 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 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France



## LA RÉGION EN ACTION



### **Alterre Bourgogne (Agence pour l'environnement et le développement soutenable<sup>1</sup>)**

[www.alterrebourgognefranche-comte.org](http://www.alterrebourgognefranche-comte.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".

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



### **L'Observatoire bourguignon des métiers de l'économie verte**

[www.cpie-pays-de-bourgogne.com](http://www.cpie-pays-de-bourgogne.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 électrique**

[www.bfcme-asso.fr](http://www.bfcme-asso.fr)

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



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

[www.opteer.org](http://www.opteer.org)

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



### **Nièvre énergie**

[www.sieeen.fr](http://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](http://www.siceco.fr)

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

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

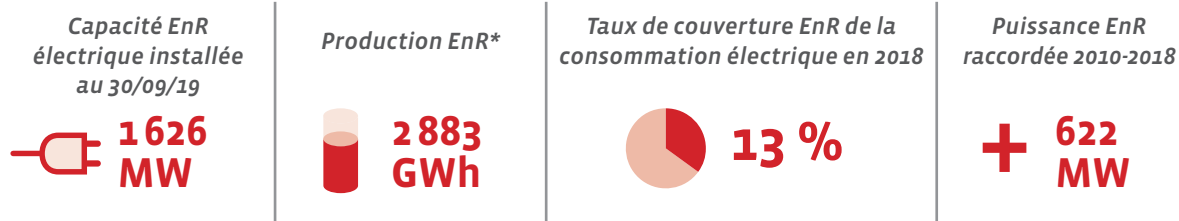
### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

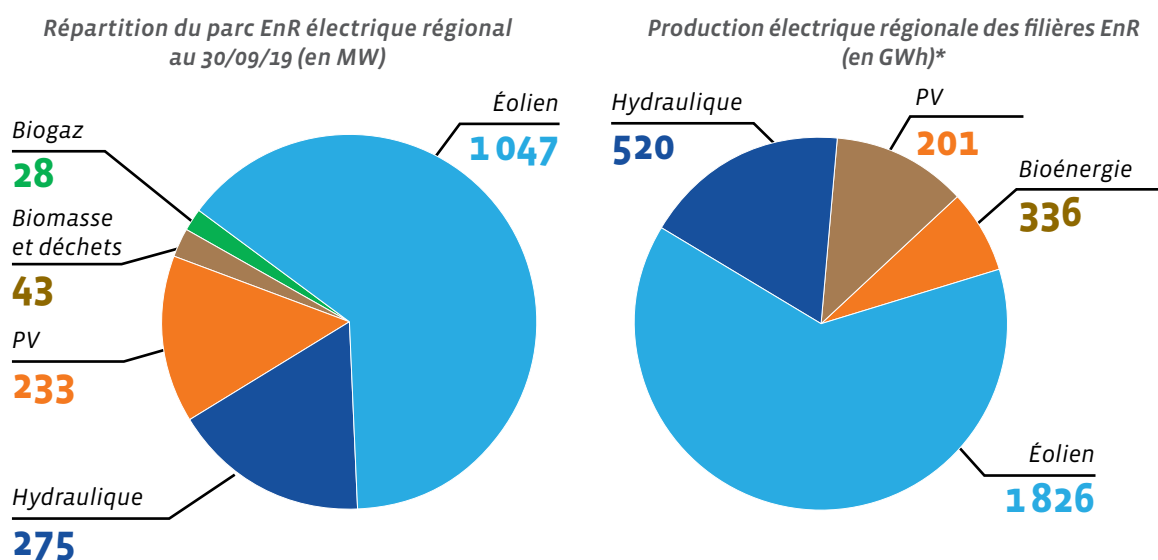
# LES RÉGIONS À LA LOUPE

## BRETAGNE

### 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 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
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](http://www.bretagne-environnement.org)



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

[www.aile.asso.fr](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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.



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 2019 des énergies renouvelables électriques en France

# PANORAMA RÉGIONAL



## **Liger**

[www.liger.fr](http://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.



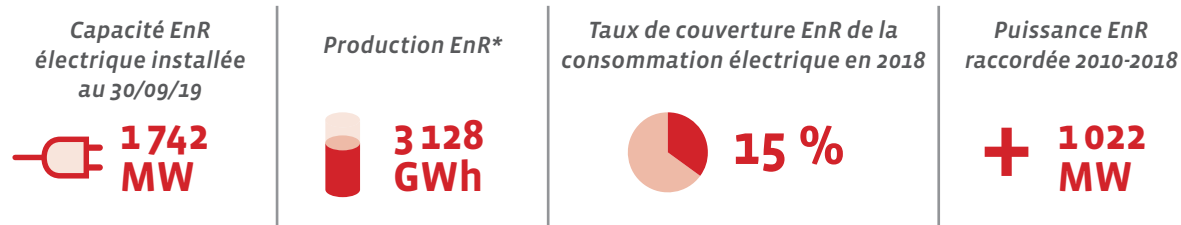
135

### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

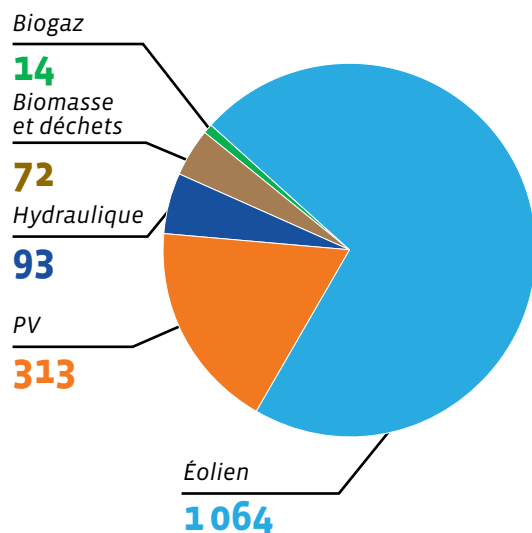
## CENTRE-VAL DE LOIRE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

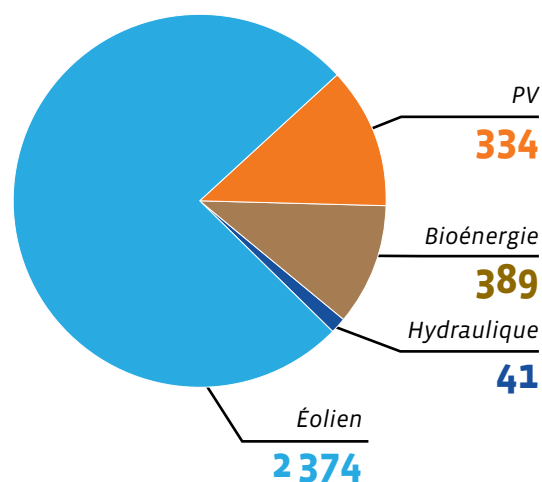


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/19 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique, biomasse et biogaz 2020

**217 MW**

Objectif régional éolien 2020

**2 600 MW**

Objectif régional 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 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Observatoire des énergies en région Centre

[www.observatoire-energies-centre.org](http://www.observatoire-energies-centre.org)

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



### S2E2 Smart Electricity Cluster

[www.s2e2.fr](http://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](http://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](http://www.energie-partagee.org)

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

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

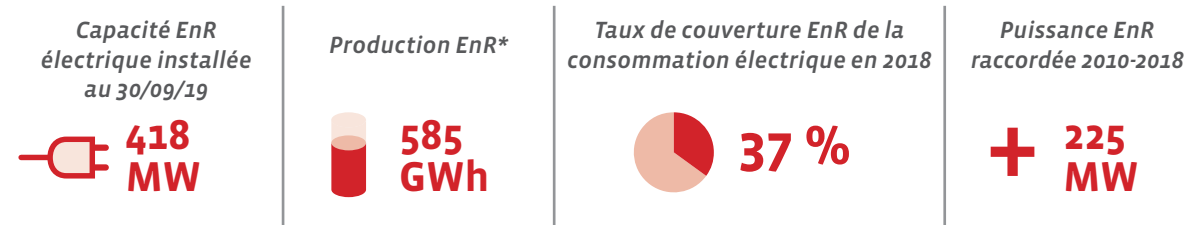
### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

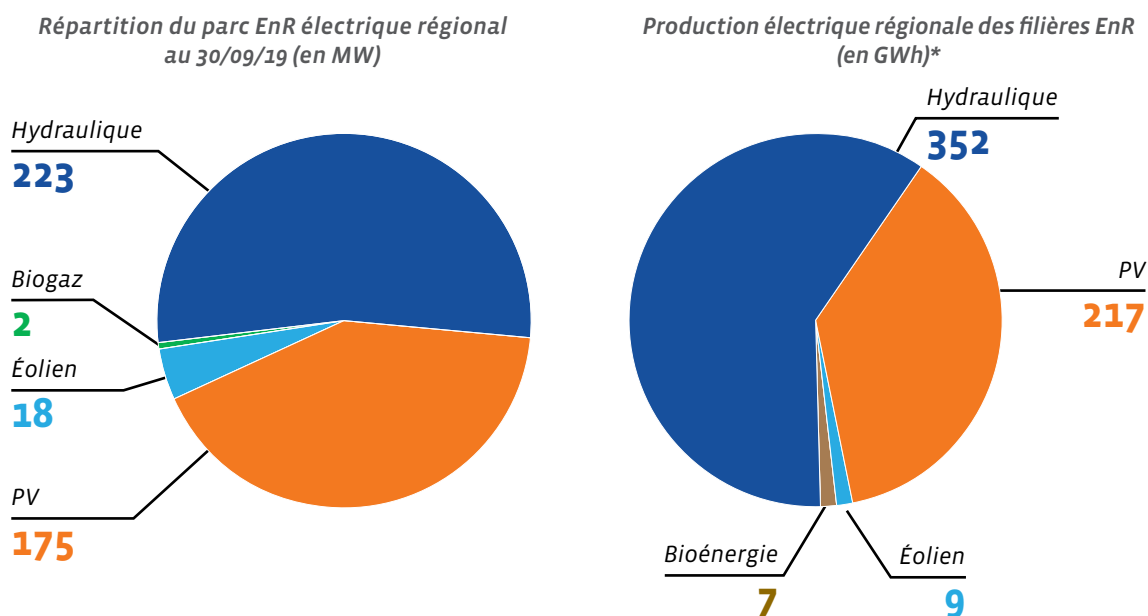
# LES RÉGIONS À LA LOUPE

## CORSE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



### PUISSANCES ET PRODUCTIONS



### OBJECTIFS\* ET GISEMENTS

Objectif régional éolien 2020

**54 MW**

Objectif régional PV 2020

**85 MW**

(Objectif atteint)

\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
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](http://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](http://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](http://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

139



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

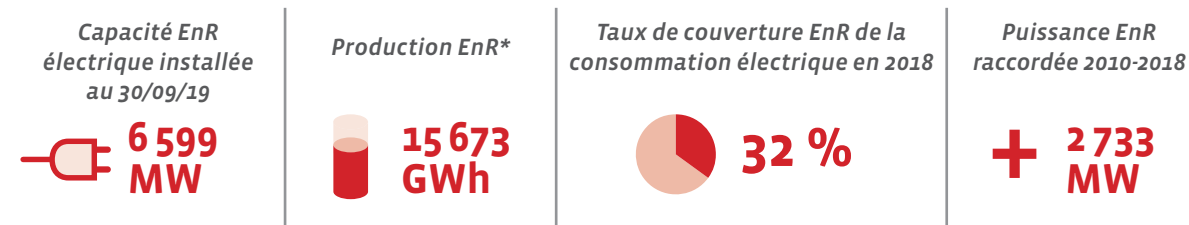
### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

# LES RÉGIONS À LA LOUPE

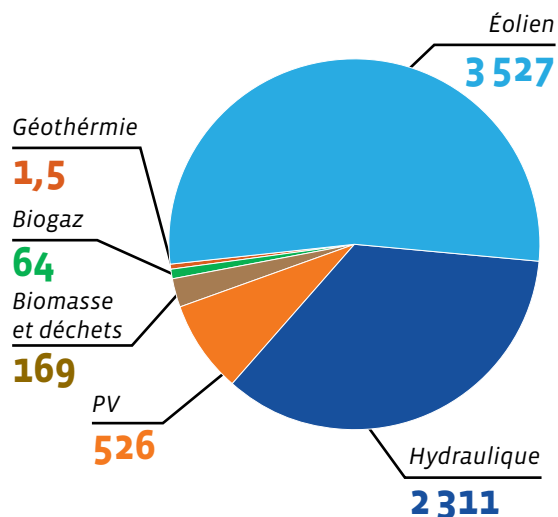
## GRAND EST

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

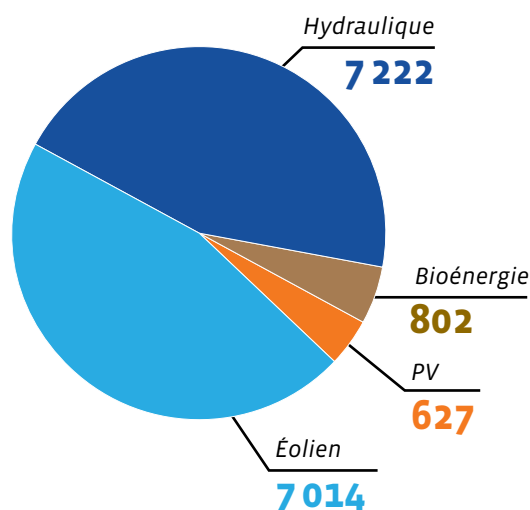


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/19 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

**2 392 MW**

Objectif régional éolien 2020

**4 470 MW**

Objectif régional PV 2020

**940 MW**

 Gisement hydraulique 2050


**3 000 MW**

 Gisement éolien 2050

**16 000 MW**

 Gisement PV au sol 2050

**3 600 MW**

 Gisement PV sur toiture 2050

**35 200 MW**

\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Pôle de compétitivité Energivie<sup>1</sup>

[www.energivie.info](http://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](http://energivie.info).*



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

[www.aleo8.org](http://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'économie mixte du bassin lorrain) - Grand Est énergies nouvelles

[www.lesepl.fr/annuaire/sebl](http://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](http://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](http://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 électrique

[http://www.aver-france.org/Site/Article/?article\\_id=7362](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.

141



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



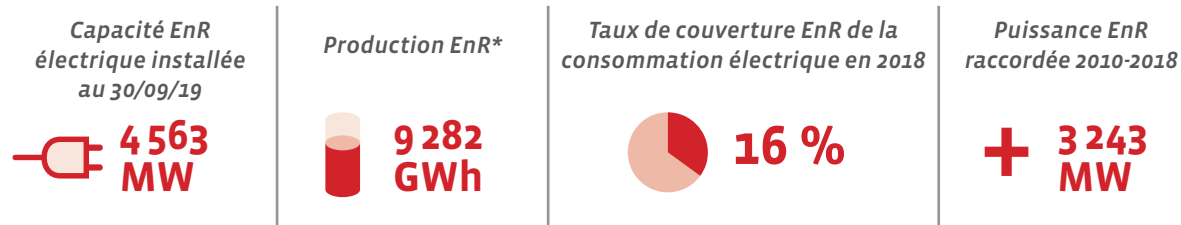
Réseaux citoyens

### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

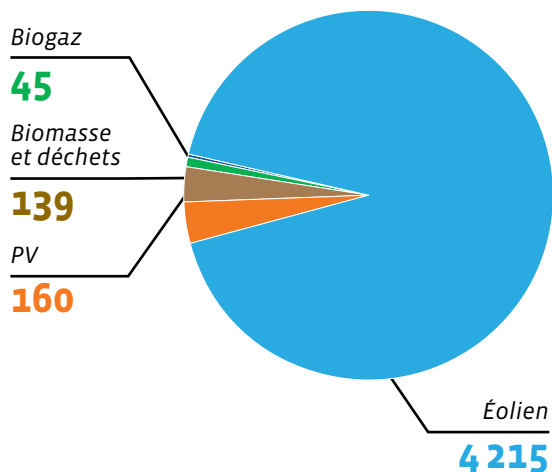
## HAUTS-DE-FRANCE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

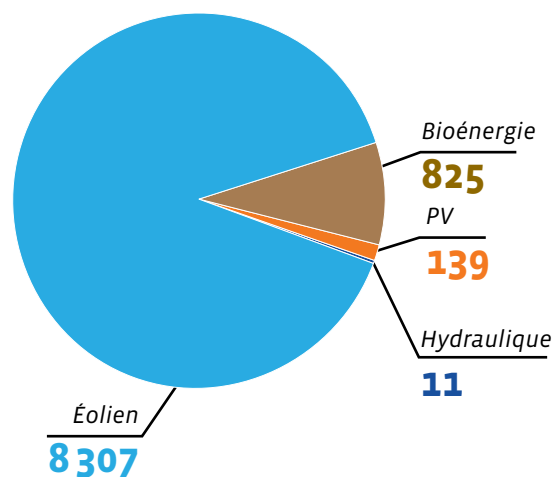


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/19 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020\*\*

**129 MW**

Objectif régional éolien 2020\*\*\*

**4 150 MW**

Objectif régional PV 2020

**691 MW**


(Objectif atteint)

 Gisement hydraulique 2050


**0 MW**

 Gisement éolien 2050

**10 800 MW**

 Gisement PV au sol 2050

**2 500 MW**

 Gisement PV sur toiture 2050

**31 800 MW**

\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

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

\*\*\* Fourchette haute entre deux options.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Centre ressource du développement durable (CERDD)

[www.cerdd.org](http://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](http://www.cap3ri.com)

Société d'investissement dédiée à la troisième révolution industrielle. Une partie du fonds régional est spécifiquement orientée 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-chercheurs de l'Université de Lille qui s'intéressent 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](http://www.cigales-hautsdefrance.org)

Réseau d'investisseurs citoyens pour une économie locale solidaire.

143



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



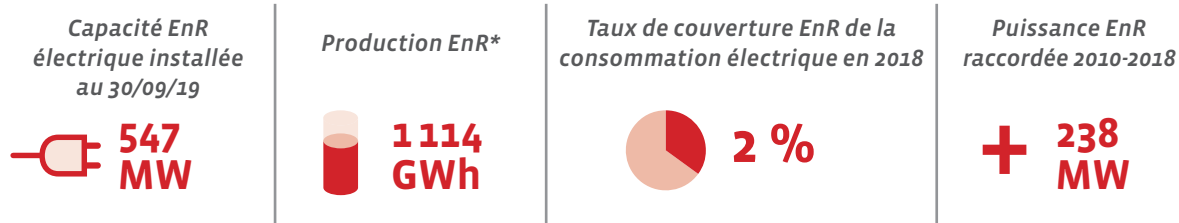
Réseaux citoyens

### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

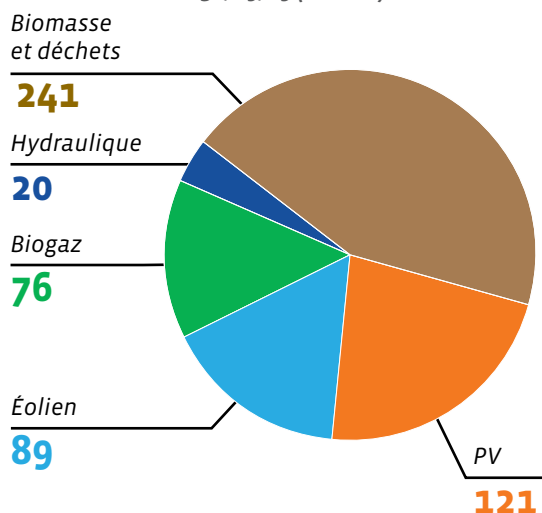
## ÎLE-DE-FRANCE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

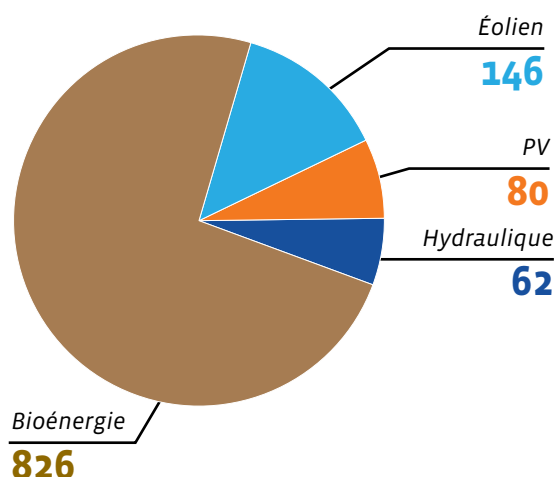


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/19 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS




 Gisement hydraulique 2050


**0 MW**

 Gisement éolien 2050

**4 500 MW**

 Gisement PV au sol 2050

**1 500 MW**

 Gisement PV sur toiture 2050

**27 200 MW**

\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

\*\* Fourchette haute entre deux options.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



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

[www.roseidf.org](http://www.roseidf.org)

Panorama énergétique d'Île-de-France et bonnes pratiques en matière 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](http://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](http://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 bornes 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](http://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](http://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 techniques, juridiques et financiers du projet.

145



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 2019 des énergies renouvelables électriques en France



# LES RÉGIONS À LA LOUPE



## **Énergie partagée en Île-de-France**

[www.energie-partagee.org](http://www.energie-partagee.org)

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

146

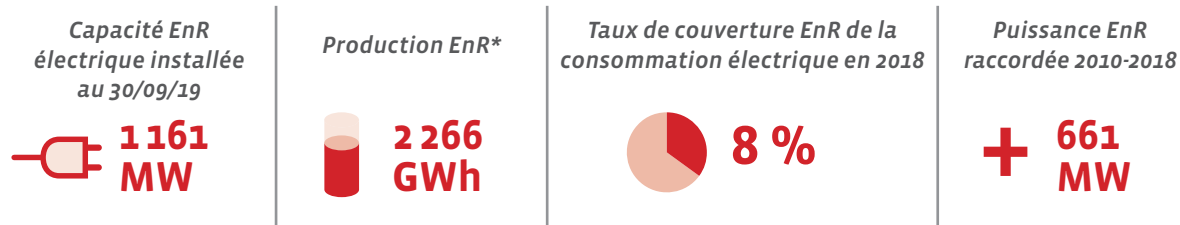
### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

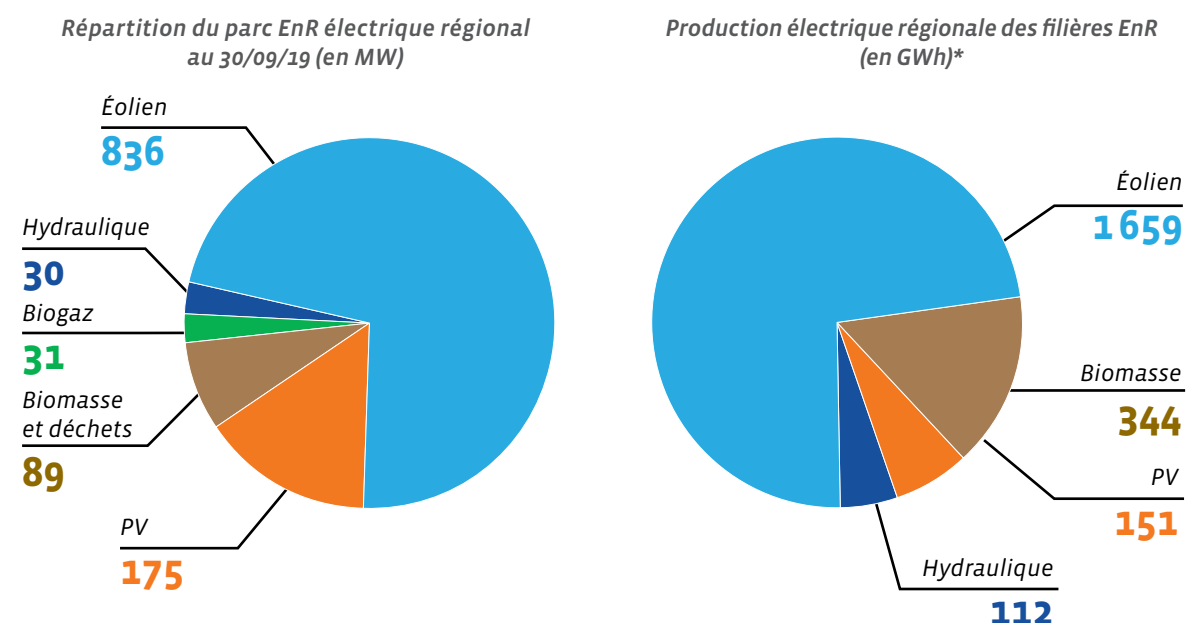
# LES RÉGIONS À LA LOUPE

## NORMANDIE

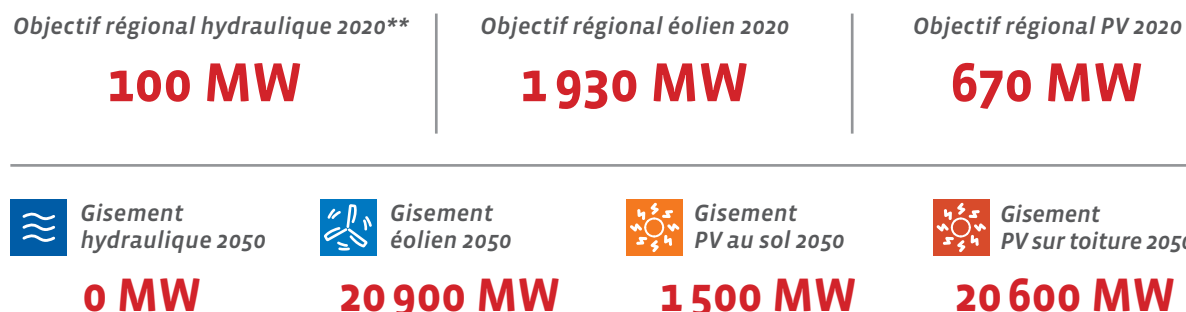
### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



### PUISSANCES ET PRODUCTIONS



### OBJECTIFS ET GISEMENTS



\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

\*\* Fourchette haute, ne comprend que les hydroléniennes.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Observatoire régional énergie climat air de Normandie

[www.orecan.fr](http://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.



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

[www.are-normandie.fr](http://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.



### Biomasse Normandie

[www.biomasse-normandie.org](http://www.biomasse-normandie.org)

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



### West énergies

[www.west-energies.fr](http://www.west-energies.fr)

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.

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



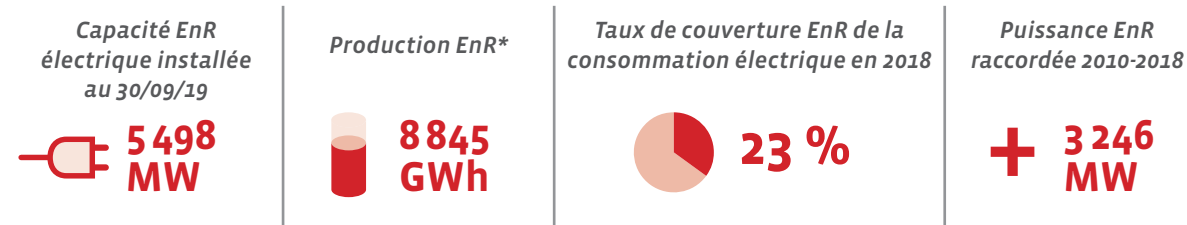
Réseaux citoyens

### Observ'ER

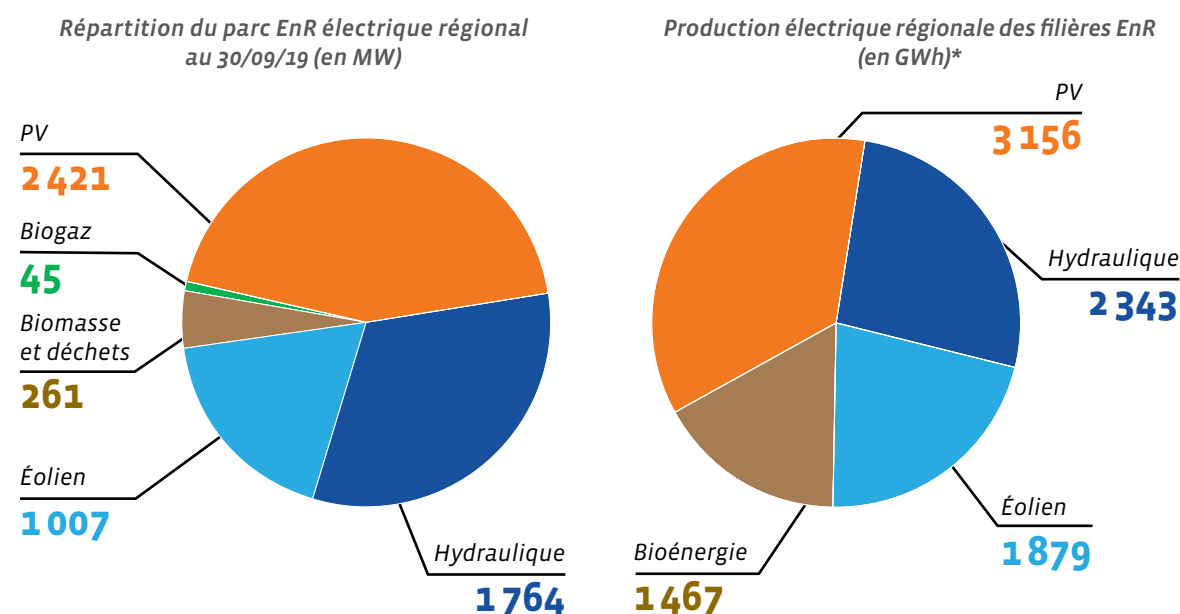
Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

## NOUVELLE-AQUITAINE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



### PUISSANCES ET PRODUCTIONS



### OBJECTIFS ET GISEMENTS



\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 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](http://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](http://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](http://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](http://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 recharge dans cinq départements de la région. L'objectif est un réseau de 700 bornes de recharge en service à la fin de 2018. Une application permet de géolocaliser les bornes disponibles.



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 2019 des énergies renouvelables électriques en France



## Observatoire régional énergie gaz à effet de serre (Oreges)

[www.arecpc.com](http://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.



## Cirena

<https://energie-partagee.org/outils/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.



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

[www.observatoire-environnement.org](http://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.



## Terra énergies

[www.terra-energies.fr](http://www.terra-energies.fr)

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



## Observatoire régional énergie changement climatique air Aquitaine (Orecca)

[www.orecca.fr](http://www.orecca.fr)

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



## 3D ÉNERGIES

[www.3denergies.fr](http://www.3denergies.fr)

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



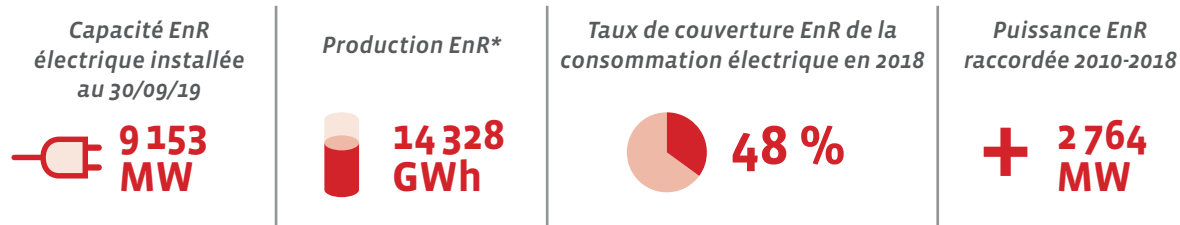
## SEM Sergies

[www.sergies.fr](http://www.sergies.fr)

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

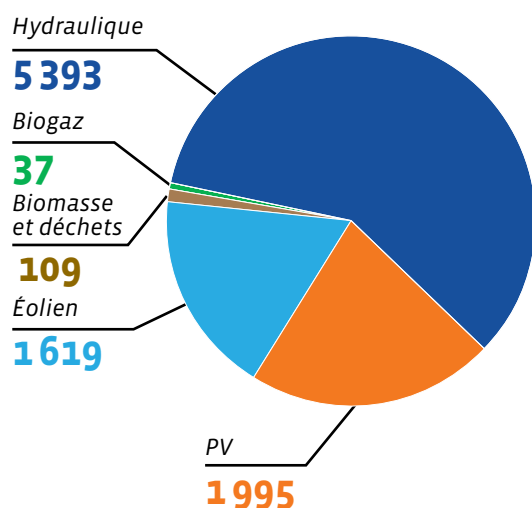
## OCCITANIE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

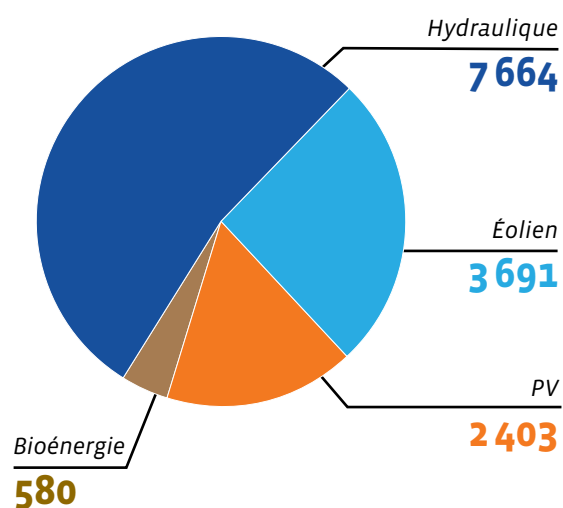


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/19 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS



\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## LA RÉGION EN ACTION



### Observatoire régional de l'énergie en Midi-Pyrénées (Oremip)

[www.oremip.fr](http://www.oremip.fr)

Observation de la situation énergétique régionale, concertation entre les acteurs régionaux de l'énergie et de la communication, accompagnement des politiques énergétiques régionales.



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

[www.pole-derbi.com](http://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](http://www.reveocharge.com/fr)

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



### Arec Occitanie, Agence régionale énergie climat

[www.arec-occitanie.fr](http://www.arec-occitanie.fr)

L'Arec accompagne les collectivités dans la lutte contre le changement climatique, la réduction de la précarité énergétique et le développement des énergies renouvelables.



### MPEI (Midi-Pyrénées énergies infrastructures)

[www.mpei-sas.fr](http://www.mpei-sas.fr)

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



### Catalis

[www.catalis.coop](http://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](http://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.

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



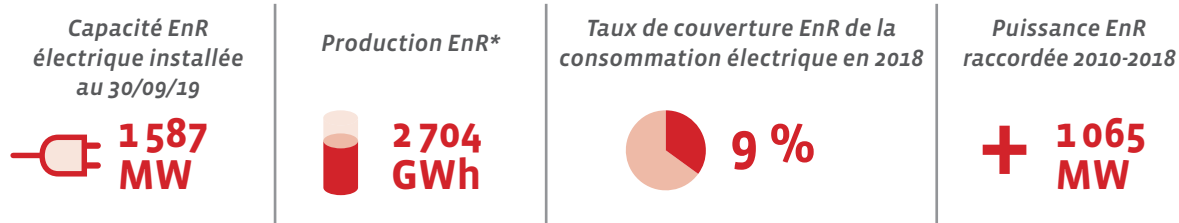
Réseaux citoyens

### Observ'ER

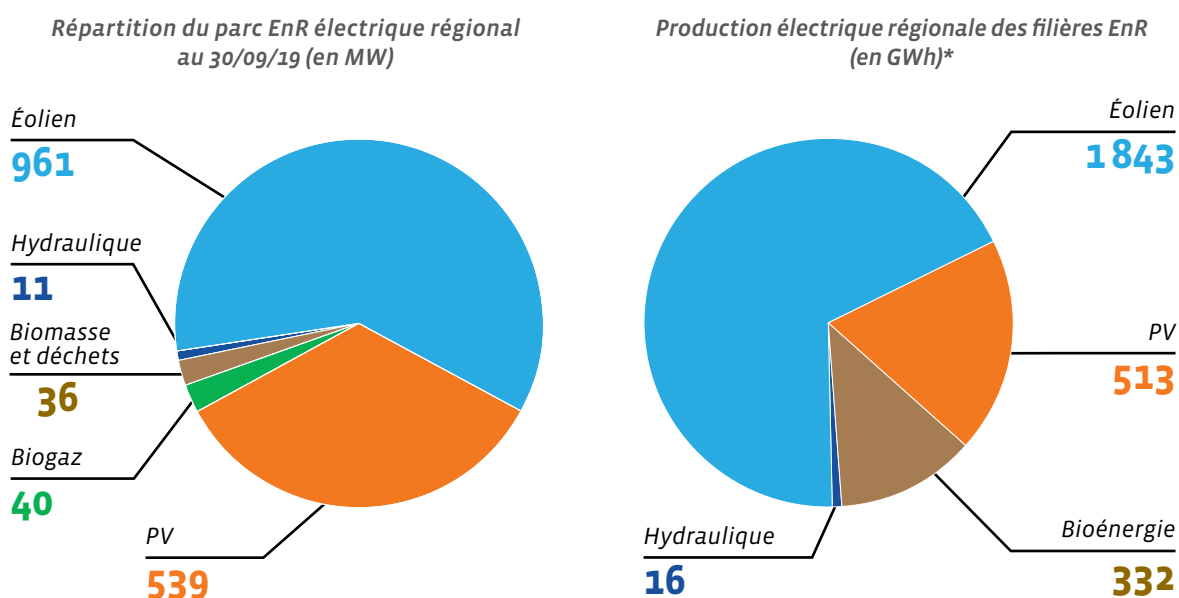
Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

## PAYS DE LA LOIRE

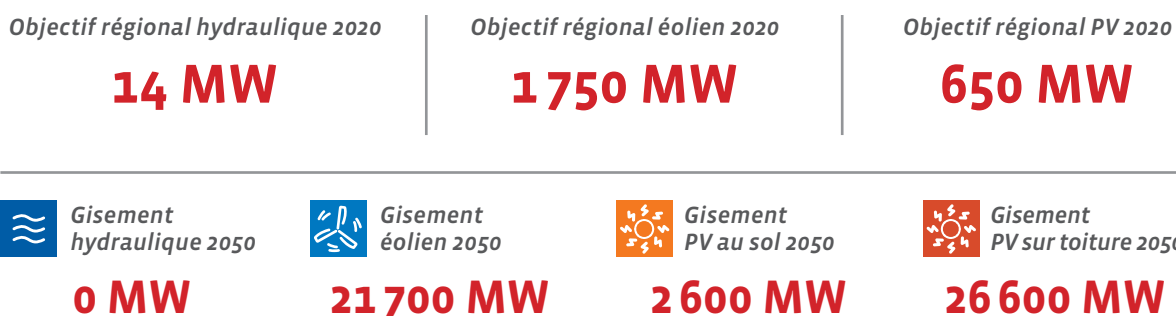
### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



### PUISSANCES ET PRODUCTIONS



### OBJECTIFS ET GISEMENTS



\* Production au 30 septembre 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### S2E2 Smart Electricity Cluster

[www.s2e2.fr](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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



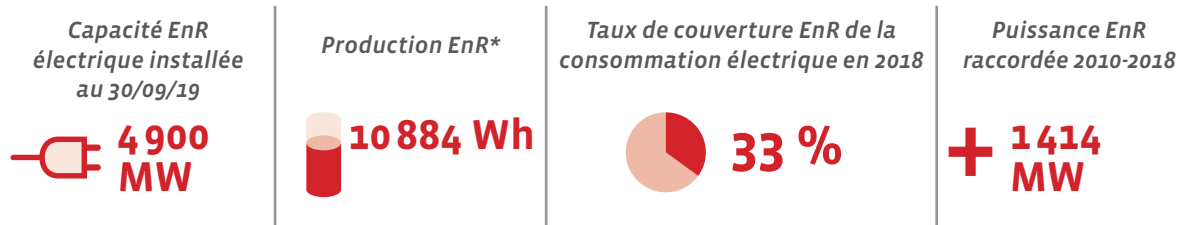
Réseaux citoyens

### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

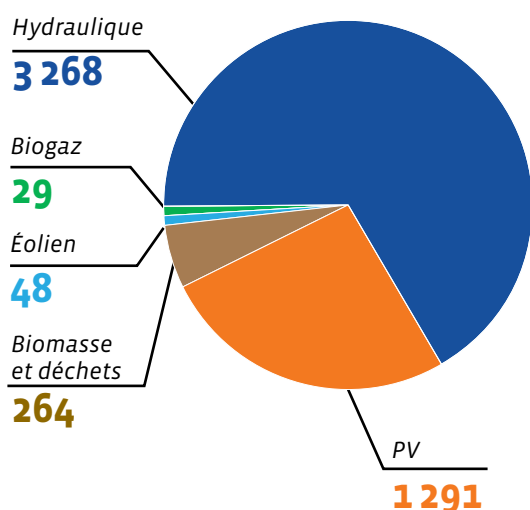
## PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

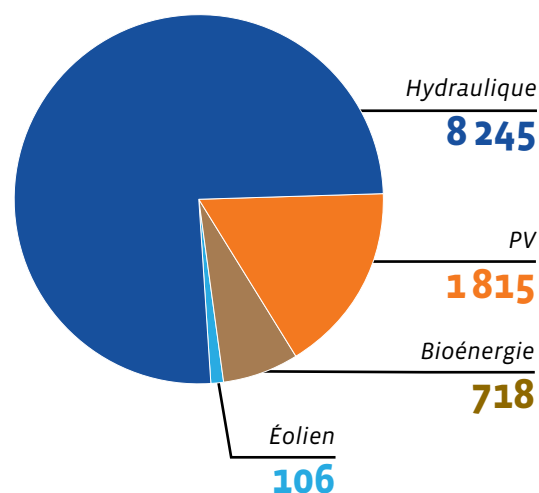


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS

Répartition du parc EnR électrique régional au 30/09/19 (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)\*



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020


**3 275 MW**

Objectif régional éolien 2020

**545 MW**

Objectif régional 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 2019 sur les douze mois précédents.

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Observatoire régional de l'énergie (Oreca)

[oreca.regionpaca.fr](http://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](http://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](http://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](http://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'expérimentations, dont celles spécialisées dans les énergies marines renouvelables.



### Pôle de compétitivité Capenergies

[www.capenergies.fr](http://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](http://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](http://www.energie-partagee.org)

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



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



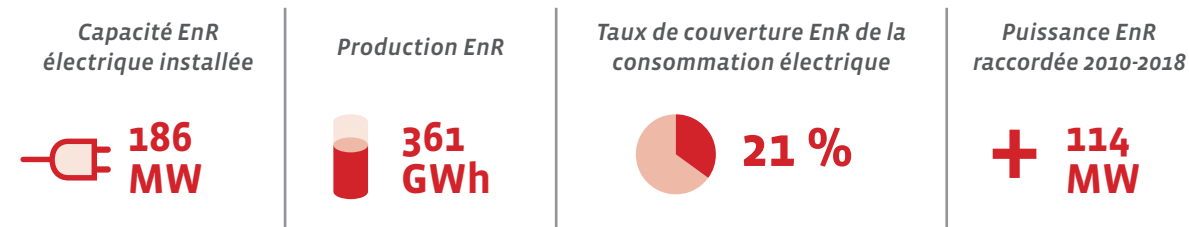
Réseaux citoyens

### Observ'ER

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

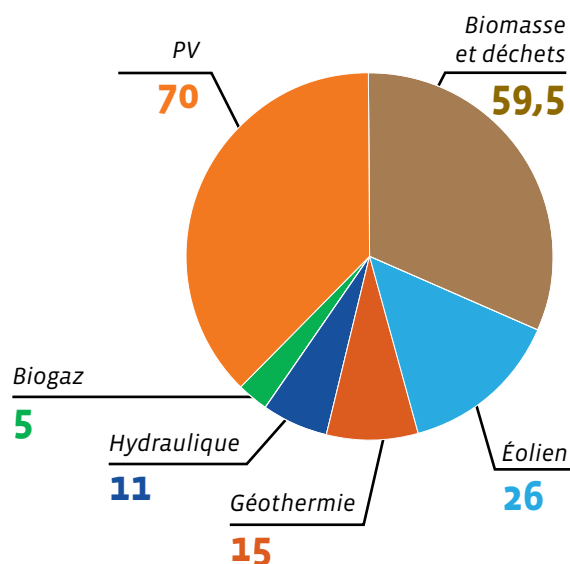
## GUADELOUPE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE EN 2018

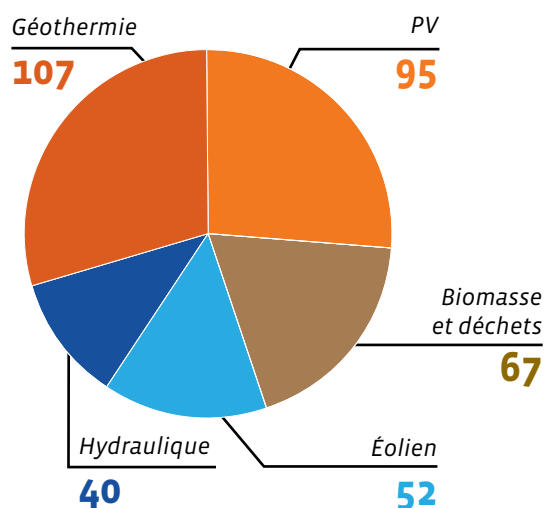


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS EN 2018

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

**14 MW**

Objectif régional éolien 2020

**66 MW**

Objectif régional PV 2020

**90 MW**

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

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Politique énergétique en Région Guadeloupe

[www.guadeloupe-energie.gp](http://www.guadeloupe-energie.gp)



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

[www.guadeloupe-energie.gp](http://www.guadeloupe-energie.gp)

Observatoire au service des politiques publiques, notamment lors de l'élaboration et de 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).



### Drive

[www.guadeloupe-energie.gp/2018/06/19/inauguration-du-dispositif-de-recharge-dedf-d-r-i-v-e/](http://www.guadeloupe-energie.gp/2018/06/19/inauguration-du-dispositif-de-recharge-dedf-d-r-i-v-e/)

Inauguré en juin 2018, Drive est un programme de déploiement de bornes de recharge électrique 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](http://www.symeg.net)

Développée 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.



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

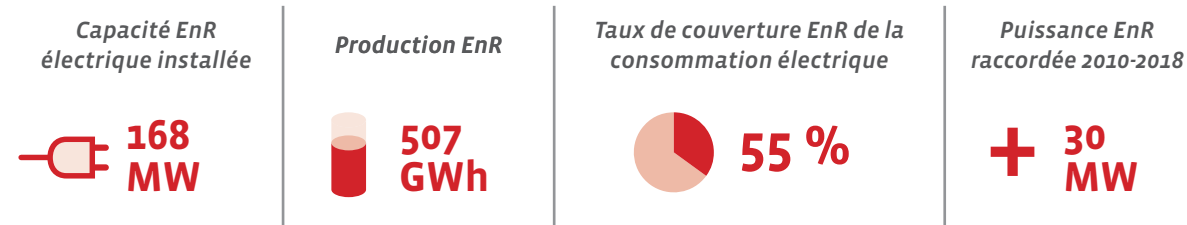
Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France



# LES RÉGIONS À LA LOUPE

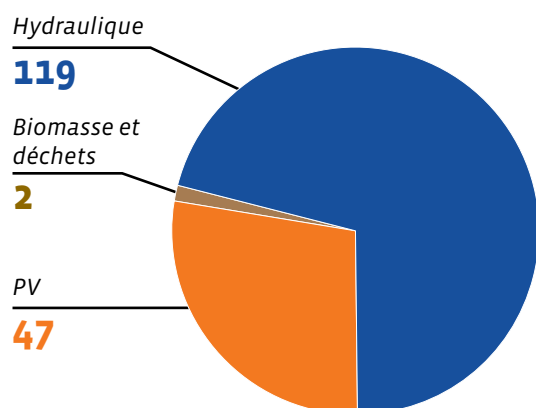
## GUYANE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE EN 2018

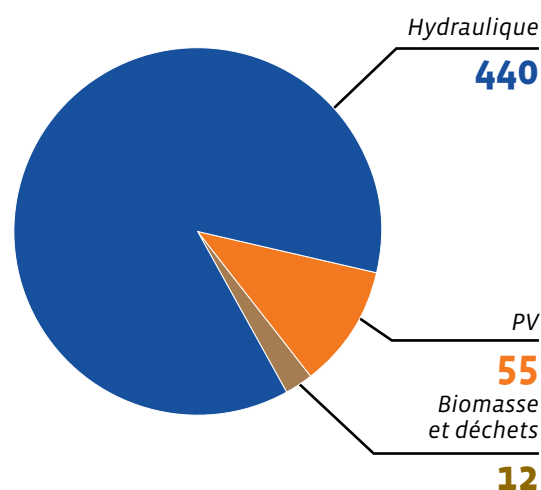


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS EN 2018

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

**130 MW**

Objectif régional éolien 2020

**40 MW**

Objectif régional PV 2020

**32 MW**

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

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION

---



### **Groupement des entreprises en énergies renouvelables de Guyane (Generg)**

[www.aquaa.fr](http://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](http://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.

161



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



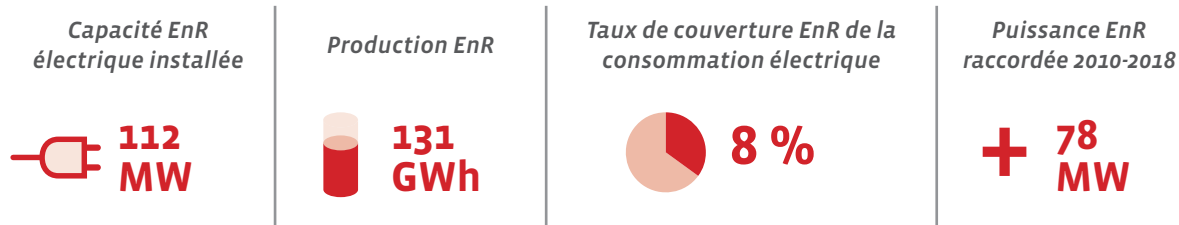
Réseaux citoyens

### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019 des énergies renouvelables électriques en France

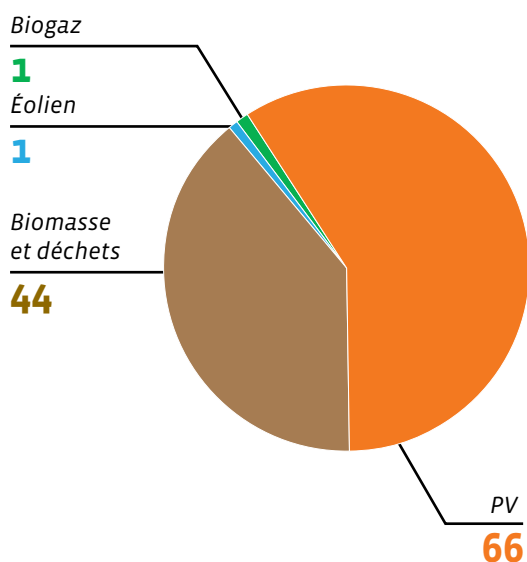
## MARTINIQUE

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE EN 2018

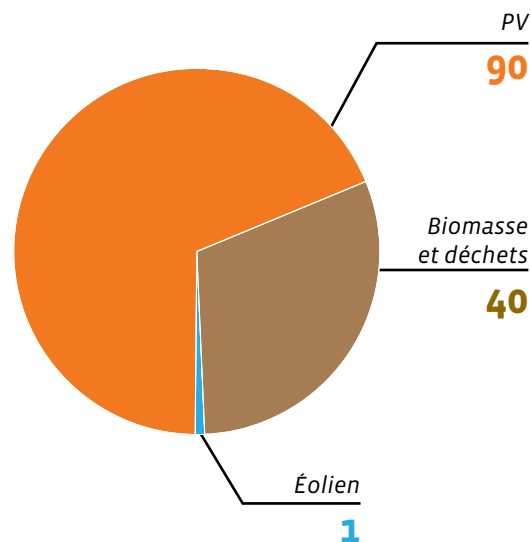


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS EN 2018

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

**0,5 MW**

Objectif régional éolien 2020

**40 MW**

Objectif régional PV 2020

**130 MW**

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

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
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](http://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.

163



*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*

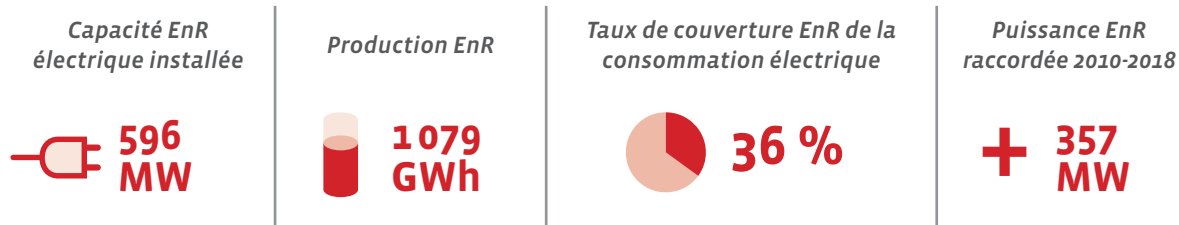
### **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

# LES RÉGIONS À LA LOUPE

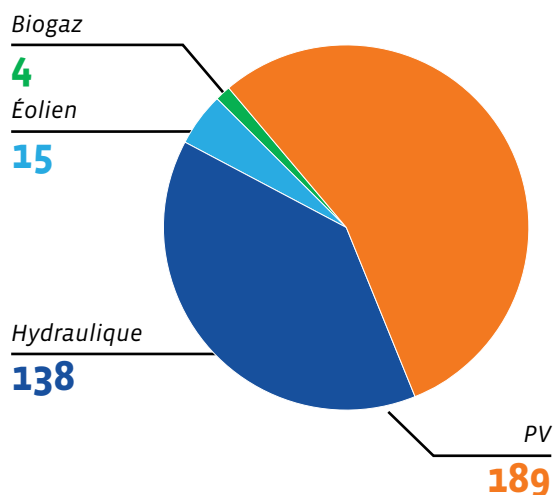
## RÉUNION

### CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE EN 2018

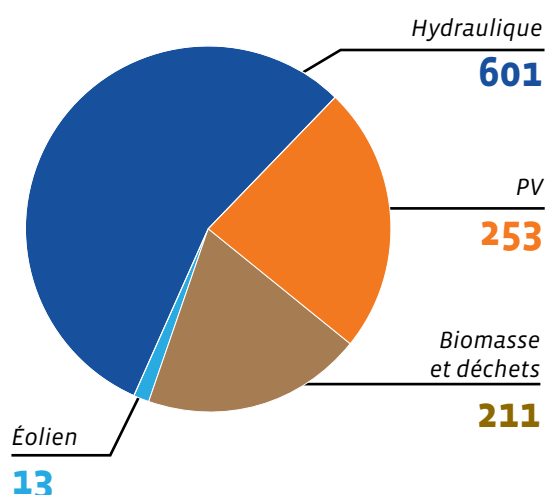


### PUISSANCES ET PRODUCTIONS EN 2018

Répartition du parc EnR électrique régional (en MW)



Production électrique régionale des filières EnR (en GWh)



### OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2020

**180 MW**

Objectif régional éolien 2020

**35 MW**

Objectif régional PV 2020

**250 MW**

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

#### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## LA RÉGION EN ACTION



### Agence régionale de l'énergie Réunion (Arer)

[www.arer.org](http://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](http://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](http://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.



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



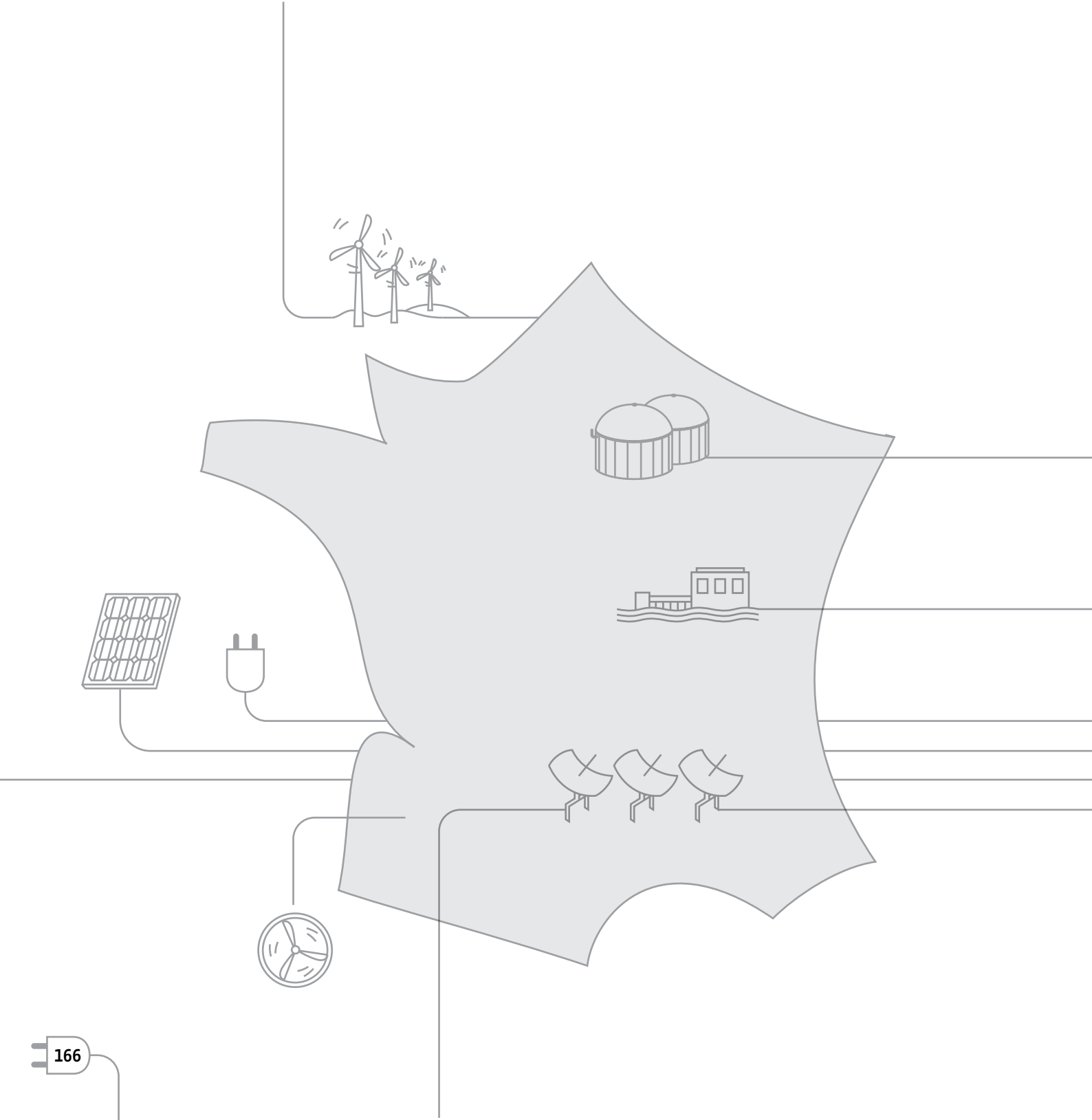
Sociétés d'économie mixte  
ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



# LEXIQUE ET SOURCES

**Observ'ER**  
Le Baromètre 2019  
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)**

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.

# LEXIQUE

## **Observ'ER**

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **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. Les centrales basse chute sont, elles, 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.

## **Repowering**

Le repowering correspond au démantèlement d'un parc éolien existant, afin de remplacer l'ensemble des anciennes éoliennes par des machines récentes. On conserve ainsi le site en développant une puissance plus importante.

## **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 le temps nécessaire à une installation EnR pour produire 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.

## **Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet)**

Le Sraddet est un schéma régional de planification qui fusionne plusieurs documents sectoriels ou schémas existants, soit le schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (SRADDT), le plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD), le schéma régional de l'intermodalité (SRI), le schéma régional climat air énergie (SRCAE) et le schéma régional de cohérence écologique (SRCE).

## **Substrat**

Type de déchets valorisés dans un processus de méthanisation pour la production de biogaz. Ceux-ci peuvent venir de l'agriculture (lisiers, fumiers), de l'industrie agro-alimentaire (résidus de distillation, marc, déchets de brasserie, graisse alimentaire), de stations 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 lancé 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<sup>er</sup> 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 34 ANS, LE JOURNAL DE RÉFÉRENCE !



LE FINANCEMENT PARTICIPATIF



ATLAS 2019 DES GRANDES CENTRALES SOLAIRES EN FRANCE



LES PRINCIPAUX ACTEURS DE L'ÉOLIEN EN FRANCE



numéros par an (dont 1 hors-série)  
Et chacun sa newsletter hebdomadaire dédiée !

**AVOIR LA BONNE INFO,  
C'EST ESSENTIEL !**

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE • PHOTOVOLTAÏQUE • GÉOTHERMIE • BIOMASSE  
SMART-GRID • ÉNERGIES RENOUVELABLES • HYDROÉLECTRICITÉ • BOIS-ÉNERGIE  
FORMATIONS • SOLAIRE THERMIQUE • ÉOLIEN ONSHORE & OFFSHORE  
ÉNERGIES MARINES • BIOGAZ • AUTOCONSOMMATION • STOCKAGE ÉLECTRICITÉ

*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 énergie éolienne)
- FNCCR (Fédération nationale des collectivités concédantes et régies)
- France énergies marines
- France hydroélectricité
- France territoire solaire
- Hespul
- Ifremer (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 Énergies
- 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 électricité)
- 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'électricité)
- Wind Europe

## LISTE DES SOURCES UTILISÉES

### Observ'ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France



## SITES INTERNET

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

- [www.pole-mer-bretagne.com](http://www.pole-mer-bretagne.com)
- [www.polemerpaca.com](http://www.polemerpaca.com)
- [www.promes.cnrs.fr](http://www.promes.cnrs.fr)
- [www.rte-france.com](http://www.rte-france.com)
- [www.sinoe.org](http://www.sinoe.org)
- [www.solarpowereurope.org](http://www.solarpowereurope.org)
- [www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)
- [www.ufe-electricite.fr](http://www.ufe-electricite.fr)
- [www.windeurope.org](http://www.windeurope.org)
- [www.zerowastefrance.org](http://www.zerowastefrance.org)

## PUBLICATIONS

### Toutes filières

- “Bilan énergétique de la France métropolitaine en 2018”, SDES, 2019
- “Chiffres clés de l’énergie. Édition 2018”, Commissariat général au développement durable, 2019
- “Étude du cadre législatif et réglementaire applicable au financement participatif des énergies renouvelables”, Ademe, 2015
- “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
- “Stratégie française pour l’énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l’énergie 2019-2023 et 2024-2028”, ministère de la Transition écologique et solidaire, 2018
- “Panorama de l’électricité renouvelable au 30 septembre 2019”, RTE, SER, ERDF, Adeef, 2019
- “Panorama de l’électricité renouvelable en 2018”, RTE, SER, ERDF, Adeef, 2019
- “Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050”, Ademe, 2015
- “Mix électrique 100% renouvelables à 2050. Évaluation macroéconomique”, Ademe, juin 2016

### Observ’ER

Le Baromètre 2019  
des énergies renouvelables  
électriques en France

## **Biomasse**

- “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 trimestriel du biogaz”, SDES

## **Déchets**

- “Déchets – Chiffres clés”, Ademe, 2019

## **Éolien**

- “Atlas 2019 des sites éoliens en France”, Journal de l'éolien n° 34, 2019
- “Étude sur la filière éolienne française : bilan, prospective, stratégie”, Ademe, 2017
- “Observatoire de l'éolien. Analyse du marché et des emplois éoliens en France en 2018”, FEE, Capgemini Invent, 2019
- “Tableau de bord de l'éolien”, SDES
- “Observatoire des coûts de l'éolien terrestre”, France énergie éolienne, Pöyry Managing, 2018
- “Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune”, LPO France, 2017

## **EMR**

- “Les énergies de la mer. Des emplois essentiels à la transition énergétique française”, Observatoire des énergies de la mer, 2019
- “Powering homes today, powering nations tomorrow”, Etip Ocean, 2019

## **Géothermie**

- “Market report, key findings”, Egec Geothermal, 2018

## **Hydroélectrique**

- “L'hydroélectricité à la croisée des chemins. Donnons un nouvel élan à la première des énergies renouvelables”, France hydro électricité, 2017

## **Solaire**

- “Atlas 2019 des pays photovoltaïques en France”, Journal du photovoltaïque n° 33, 2019
- “Observatoire de l'énergie photovoltaïque en France”, France territoire solaire, 2019
- “Tableau de bord trimestriel du photovoltaïque”, SDES
- “Étude 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 écologique et solidaire, 2018

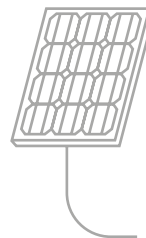
## **Mobilité**

- “Bilan transversal de l'impact de l'électrification par segment, projet E4T”, Ademe, 2018
- “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, 2019
- “Baromètre mensuel Avere-France”, Avere France, 2019



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

- [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)
- [www.fnccr.asso.fr](http://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

**E-MAIL**

[observ.er@energies-renouvelables.org](mailto:observ.er@energies-renouvelables.org)

**INTERNET**

[www.energies-renouvelables.org](http://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](http://www.energies-renouvelables.org)

