

13^e édition

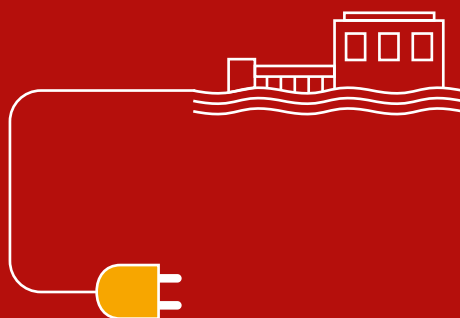
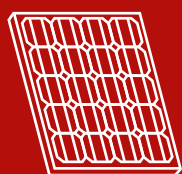


LE BAROMÈTRE 2022



DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Observ'ER



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

Il est téléchargeable en format PDF sur :

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



*Directeur de la publication : **Vincent Jacques le Seigneur***

*Directrice adjointe : **Diane Lescot***

*Rédacteurs : **Géraldine Houot, Hugo Haas 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 Guillier***

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

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



AVANT-PROPOS	4
ÉDITO	5
ÉOLIEN	8
PHOTOVOLTAÏQUE	19
HYDRAULIQUE	31
BIOMASSE SOLIDE	46
BIOGAZ	59
DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES	72
GÉOTHERMIE	82
ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES	91
SYNTHÈSE	105
DOSSIER DU BAROMÈTRE : LES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES ACTEURS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	119
PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE	128
LES RÉGIONS À LA LOUPE	136
LEXIQUE ET SOURCES	177

SOMMAIRE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Pour la treizième 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 derniers points d'actualité. 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

Source des données

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

Les indicateurs de puissances installées sont issus des données du Sdes (Service de la donnée et des études statistiques), d'Enedis, pour la partie 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 2022 : « Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération ». Ces chiffres sont des données provisoires sur la situation des filières en 2021. Pour l'éolien, les chiffres d'emploi sont issus de « L'observatoire de l'éolien 2022 », FEE – Capgemini Invent. Pour les énergies marines, les chiffres d'emploi et d'activité sont issus de l'étude « Les énergies de la mer » diffusée en juin 2022 par l'Observatoire des énergies de la mer.

Les indicateurs repris dans cette publication peuvent être soumis à des consolidations par les organismes qui les élaborent et les diffusent ; ils peuvent donc être corrigés a posteriori.

AVANT-PROPOS



Xavier Pintat

Président
de la FNCCR
– Territoire
d'énergie

Jamais les énergies renouvelables électriques n'auront été autant au centre des préoccupations qu'en 2022, année marquée par une crise énergétique inédite en Europe. La faible disponibilité du parc de production d'électricité existant et les tensions sur le marché du gaz pourraient même conduire à des scénarios de coupures d'alimentation ou de délestages subis par les acteurs économiques et les ménages français. Pour la FNCCR, ces énergies renouvelables électriques sont indispensables dans notre mix énergétique afin de renforcer notre indépendance énergétique et de relever les défis d'une transition énergétique décarbonée. Cet avènement des EnR électriques doit cependant s'accompagner d'un élan vers la

sobriété qui garantira, à l'avenir, des justes équilibres ainsi qu'un renforcement de la part d'énergie verte dans le mix énergétique.

Les débats manichéens voulant opposer ces énergies à d'autres risquent de s'avérer contre-productifs. Chaque source d'énergie et chaque mode de production présente ses propres atouts et contraintes. En outre, ces EnR permettent une véritable décentralisation énergétique, un rôle renforcé des territoires et des productions au plus près des usages. Le développement des énergies renouvelables électriques stimule les interactions entre les zones rurales et urbaines et façonne de nouvelles interdépendances, sources de solidarités territoriales.



ÉDITO

L'intermittence de production, notamment pour le solaire et l'éolien, demeure certes un problème important. Néanmoins, grâce à la montée en puissance des réseaux intelligents et des modèles prédictifs, cette contrainte s'amenuise et les EnR électriques effacent des modes de production plus polluants. Le foisonnement des installations à l'échelle européenne assure également un relatif équilibre de la part renouvelable dans la production totale.

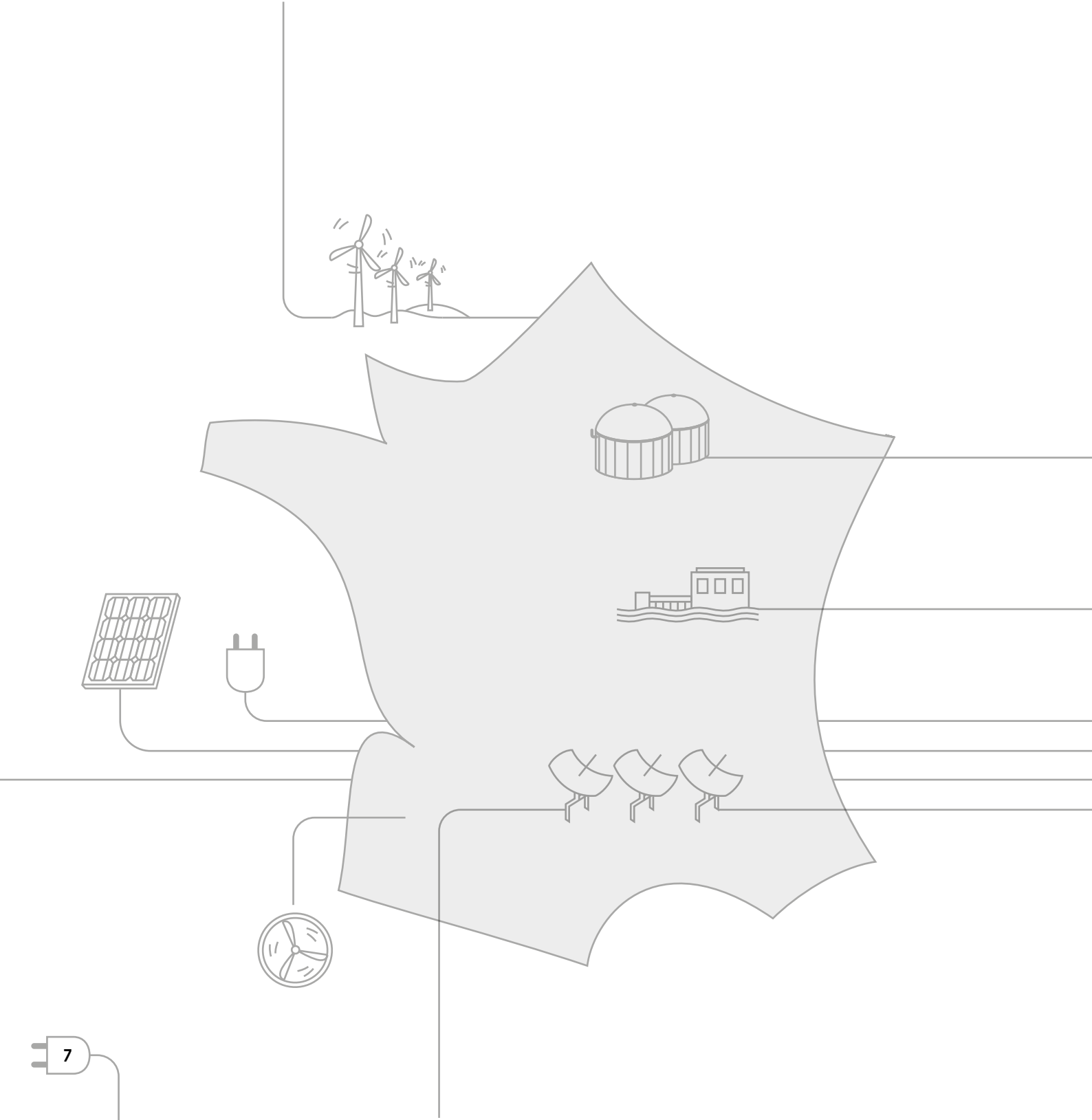
En outre, la FNCCR et ses adhérents misent sur la filière hydrogène, parfaitement en phase avec les enjeux des EnR électriques. L'hydrogène vert n'est ni plus ni moins que de l'électricité renouvelable transformée et stockée. Le stockage/déstockage de l'hydrogène vert constitue donc une réponse à l'intermittence, à l'image de l'hydroélectricité.

Dans un marché de l'énergie sous tension, la FNCCR défend notamment l'accès des collectivités aux contrats d'achat direct (PPA) leur permettant de contractualiser directement avec des producteurs, de sécuriser leur approvisionnement et d'avoir une visibilité tarifaire dans la durée.

Les adhérents de la FNCCR, notamment les grandes autorités organisatrices de la distribution d'énergie (Aode), sont des acteurs de premier plan pour le développement des énergies renouvelables électriques en France. Grâce à leurs mécanismes de solidarité et de mutualisation, les Aode permettent à tous les types de collectivités de se doter de systèmes de production vertueux et d'encourager, ainsi, les initiatives des entreprises et des habitants.

La FNCCR se félicite de l'élaboration du « Baromètre annuel des énergies renouvelables électriques » édité en partenariat avec Observ'ER et l'Ademe qui donne le « la » aux acteurs de la filière et constitue un rendez-vous majeur. Cet observatoire nous montre le chemin déjà parcouru en matière d'EnR électriques et les grands défis à relever pour répondre à nos ambitions communes pour le futur énergétique français.

Bonne lecture. ●



LES FILIÈRES RENOUVELABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Parc éolien d'Ally-Mercœur.
(Auvergne Rhône-Alpes)

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée à fin septembre 2022

19 953 MW

Production électrique en 2021

37 015 GWh

Objectif éolien terrestre à fin 2023

24,1 GW

Objectif éolien terrestre à fin 2028

33,2 – 34,7 GW

*Emplois directs et indirects
dans la filière en 2021*

19 305

Chiffre d'affaires de la filière en 2021

7 038
millions d'euros

Faute d'un rythme de croissance trop faible, c'est près de 4 GW qui risque de manquer à la filière éolienne fin 2023. Face aux mêmes obstacles qui ralentissent son développement depuis des années, l'éolien français peine à trouver un nouveau souffle.

FILIÈRE ÉOLIENNE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

DES OBJECTIFS 2023 QUI NE SERONT PAS ATTEINTS

Après une année 2021 très moyenne en termes de capacités supplémentaires raccordées (1 188 MW), la filière abordait 2022 avec la pression de voir ses chances d'atteindre son objectif à 2023 s'amenuiser encore davantage. C'est sans (bonne) surprise que le secteur a prolongé son rythme moyen

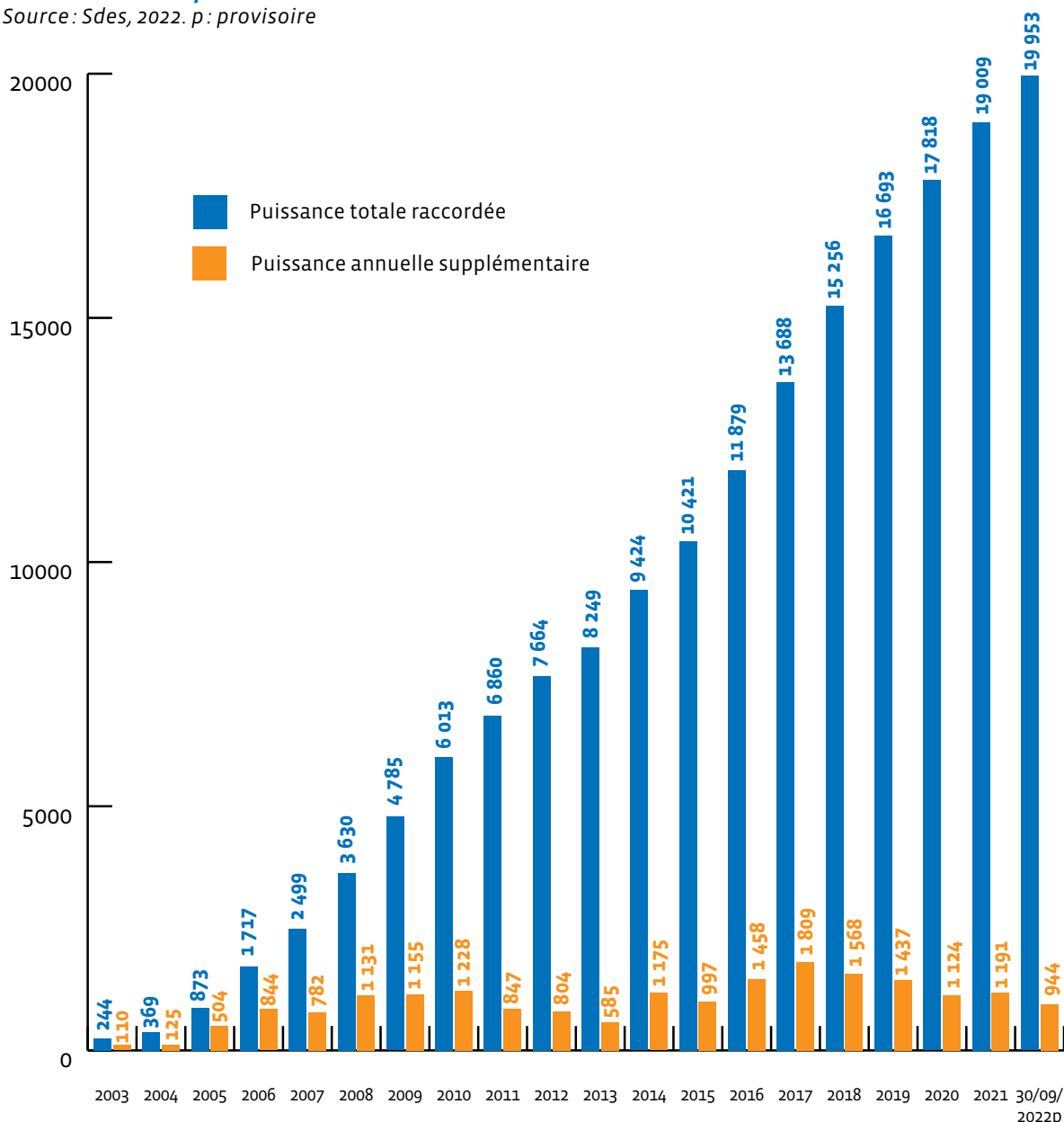
des années passées et enregistré, à fin septembre 2022, 944 MW d'éolien terrestre nouvellement raccordés dans l'année (pour un parc de 19 953 MW). Certes, ce chiffre est légèrement supérieur à ce qui avait été observé durant les neuf premiers mois de 2021 (726 MW), mais 2022 se dessine comme un nouveau millésime décevant, et ce sont au minimum



Graphique n°1

Évolution de la puissance éolienne raccordée en France en MW

Source : Sdes, 2022. p : provisoire



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

2 GW d'éolien terrestre qui manquent à l'appel pour que la filière puisse être en accord avec sa feuille de route. Cette puissance est d'ailleurs très proche des MW ayant une convention de raccordement signée mais en attente de raccordement (2 757 MW). Plus largement, si on totalise l'ensemble des installations de la file d'attente au 30 septembre 2022, on atteint une capacité de 11 073 MW, soit plus de la moitié du parc en service. Le secteur devrait atteindre un niveau compris entre 20,3 et 20,5 GW de puissance fin 2022, ce qui le placera au mieux à 3,6 GW de son objectif à fin 2023. Clairement, ce seuil ne sera pas atteint, sans parler des niveaux ciblés pour 2028, plus que jamais incertains. Côté production, la filière a généré en 2021 37 015 TWh d'électricité, soit environ 8% de la consommation nationale. Ce niveau de participation dans la consommation du pays est en baisse de 7,2% sur un an, alors même que la puissance raccordée a été en hausse de 6,7%. 2021 a été une année très peu ventée en France comme en Europe, et donc très basse au niveau de son productible.

POURQUOI TANT DE DIFFICULTÉS ?

Le contexte qui explique ce retard sans cesse grandissant est connu et les professionnels l'ont maintes fois dénoncé avec en premier lieu une réglementation complexe et changeante. En France, l'éolien est la seule filière renouvelable dont les sites relèvent d'une autorisation au dispositif des installations classées pour l'environnement (ICPE). Cette démarche est même unique en Europe. Selon le syndicat professionnel France énergie éolienne (FEE), le dépôt d'un dossier éolien pour autorisation auprès des services déconcentrés de l'État représente plus de 2 000 pages, incluant toutes les études environnementales sur la biodiversité ou les paysages. La

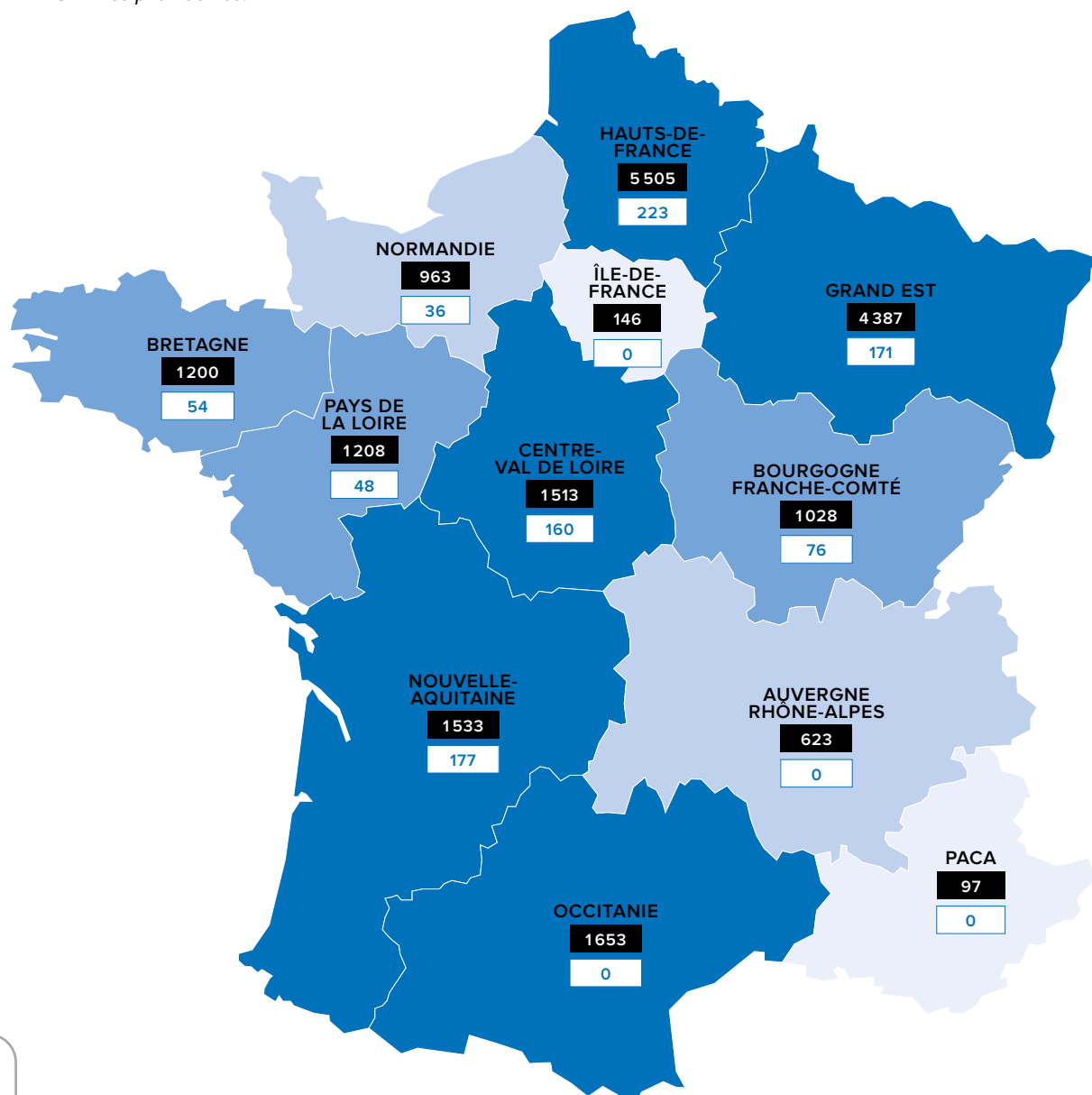
filière se développe donc dans un univers de procédures, certes complexes, mais avec lesquelles les professionnels ont appris à composer au fil des années et qui a permis d'avoir une grande exigence dans le développement des projets. Ce que dénonce le secteur, c'est qu'en complément de ce cadre juridique, il y a une surimposition de règles rédigées dans des guides, des chartes de collectivités territoriales ou des services déconcentrés de l'État qui s'inscrivent petit à petit dans la pratique et qui complexifient les choses. À cela s'ajoute une forme d'interprétation du cadre réglementaire, qui, dans certains endroits, est surinterprété, pour in fine aboutir à des temps de développement les plus longs d'Europe. Autre écueil souvent pointé : le sous-effectif chronique des services déconcentrés de l'État qui instruisent les dossiers. Cela crée un gigantesque goulot d'étranglement qui va une nouvelle fois ralentir le développement de la filière. Ce point avait d'ailleurs été souligné dans un avis du Conseil national de la transition écologique. Toujours en liaison avec le contexte réglementaire, la cohabitation des éoliennes et des radars civils ou militaires est également un sérieux obstacle au développement du secteur, les professionnels estimant que les règles très strictes appliquées en la matière bloquent de très nombreux projets. Dans le domaine militaire, alors que la règle obligeait les développeurs à soumettre une demande d'autorisation au ministère pour tout projet dans un rayon de 30 km autour d'un radar, cette distance est passée à 70 km en juin 2021 sur une instruction du ministère des Armées. Un nouveau texte de juin 2022 a ramené la norme à 30 km mais, une nouvelle fois, l'évolution des textes a fait perdre du temps à la filière.

Carte n°1

Cartographie de la filière éolienne terrestre en France*

Source : Sdes, 2022.

* Chiffres provisoires.

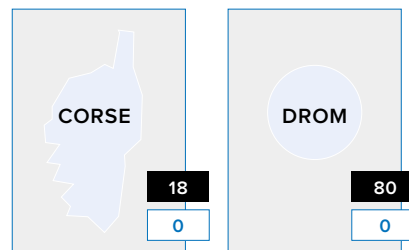


17 312 Puissance raccordée à fin septembre 2022 :

- < 500 MW
- 500 - 1000 MW
- 1000 - 1500 MW
- > 1500 MW

674

Puissance raccordée depuis le début de l'année 2022 en MW



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Une autre facette du contexte français est celle des oppositions faites aux projets en développement et, plus généralement, de l'acceptabilité sociale des nouveaux sites. Sans l'adhésion des populations, le développement des énergies renouvelables ne se fera pas de façon fluide. Mais comment faire accepter les projets d'infrastructures nouvelles – et leurs inévitables nuisances – à des populations habituées à l'invisibilité des énergies produites ailleurs? Comment dépasser les points de vue individuels pour aller vers l'intérêt collectif? Les oppositions faites en France à l'éolien sont de deux ordres. La première est dogmatique, elle provient d'un tissu d'associations anti-éolien qui s'organisent pour déposer systématiquement des recours au maximum de projets dans le but de ralentir, voire de stopper la filière. La seconde est le fait de citoyens ou de collectivités qui s'interrogent de façon légitime sur le devenir de leur territoire ou de leurs conditions de vie suite à l'arrivée d'un projet éolien. Les solutions renouvelables peuvent être imaginées a priori comme une écologie de proximité, or elles présentent souvent des caractéristiques industrielles de par leur taille imposante, leur nombre ou leur emprise foncière. Aussi l'impact de ces infrastructures sur les paysages et la biodiversité lèvent naturellement des craintes. Un rapport du Conseil économique, social et environnemental (Cese), publié en mars 2022, a précisément traité de ces questions en y apportant des pistes de solutions (voir encadré). Si les projets sont rarement annulés en justice, ils sont systématiquement ou presque attaqués devant la justice administrative et avec trois degrés de juridiction – tribunaux administratifs, cours administratives d'appel et Conseil d'État. Il faut compter entre cinq et sept ans pour réaliser un parc éolien terrestre en France (contre trois à quatre en Allemagne).

UNE LOI POUR ACCÉLÉRER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'éolien terrestre n'est pas dans le bon rythme de croissance et, comme la situation n'est pas meilleure dans le photovoltaïque où l'éolien en mer, le constat est sans appel: la transition énergétique française est en retard dans son ensemble. À fin 2021, le pays affichait un taux de 19,3 % de participation des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale alors que l'objectif à fin 2020 était de 23 %. Plus alarmant, l'objectif national inscrit dans la loi énergie-climat de 2019 est d'arriver à 33 % en 2030. Soit un gain de presque 14 points en une décennie, le double de ce qui a été réalisé durant les dix années précédentes. L'ampleur du problème a-t-elle été prise en compte au plus haut sommet de l'État lorsque Emmanuel Macron a déclaré, lors de l'inauguration du premier parc éolien marin français, «il faut aller deux fois plus vite»? Outre l'enjeu climatique, ce doublement du tempo est plus que jamais urgent, avec les conséquences de la guerre en Ukraine sur la sécurité et le coût des approvisionnements en hydrocarbures, le recul chronique de la production électro-nucléaire du fait du vieillissement du parc. Aussi, afin de tenter de rattraper le temps perdu, le gouvernement a élaboré un projet de loi d'accélération des énergies renouvelables qui a été présenté dans l'hémicycle en décembre 2022.

Le texte initial comprend 20 articles autour de mesures à la fois exceptionnelles et transitoires pour accélérer les procédures de développement des énergies renouvelables, en réduisant notamment les délais de recours paralysants. Pour l'éolien, l'accent est nettement mis sur des actions de simplification des procédures. Le texte prévoit notamment que les

Comment fédérer autour des projets énergies renouvelables

Vouées à se démultiplier, les infrastructures liées aux énergies renouvelables doivent être mieux acceptées par les citoyens. Mais comment dépasser les points de vue individuels pour aller vers l'intérêt collectif ? En partant de cette question, le Conseil économique, social et environnemental (Cese) a rendu en mars 2022 un rapport, à l'issue de plusieurs mois d'enquêtes et d'auditions auprès des acteurs de terrain et des collectivités locales, comme des pouvoirs publics, des experts des sciences sociales ou des énergéticiens. Pour avancer sur la question, le rapport s'est intéressé aux différents niveaux de prise de décision et préconise d'associer trois démarches susceptibles d'éclairer et de faire participer tous les publics.

La première démarche, descendante, consiste à définir un aménagement du territoire lisible et partagé. Pour le Cese, il doit comprendre une planification nationale de la massification des énergies renouvelables, nécessaire pour éviter le coup par coup. Cette planification pourrait également donner un aperçu de nos futurs consommations et modes de vie, notamment au travers d'un grand débat national sur la stratégie française énergie-climat. Une mesure indispensable pour clarifier la nature d'intérêt général des projets ainsi que leurs retombées pour les ménages, les régions et les acteurs économiques. La deuxième démarche serait ascendante. Elle s'appuierait sur des diagnostics sociaux, environnementaux, paysagers et patrimoniaux afin d'identifier des objectifs déclinés par conseil régional, puis par collectivité. Cette démarche pourra se mettre en place lors de concertations locales volontaires climat-énergie-paysages, avec les élus, les populations et les autres parties prenantes. Ces concertations seront aussi l'occasion de trancher entre plus ou moins d'énergie renouvelable ou de sobriété, de déterminer quels terrains pourraient accueillir des infrastructures ou quels moyens d'appropriation locale choisir : énergie citoyenne, société d'économie mixte, etc. La troisième démarche est celle d'un accompagnement socio-économique nécessaire pour assurer un partage équitable des retombées et des efforts entre les individus, ainsi qu'une compensation des déséquilibres entre les territoires induits par ces infrastructures. À ce titre, la fiscalité liée aux projets gagnerait à être revue. Une partie des taxes perçues sur les énergies renouvelables pourrait, par exemple, contribuer à la lutte contre la précarité énergétique.

projets d'énergies renouvelables puissent bénéficier d'une reconnaissance de raison impérieuse d'intérêt public majeur (RIIPM), dans la mesure où ils participent à la lutte contre les changements climatiques. Cela peut notamment leur permettre de bénéficier d'une dérogation Espèces protégées. Un décret en Conseil d'État permettra de qualifier les typologies de projets pouvant

bénéficier de cette reconnaissance. Bien évidemment, cette dérogation ne vaut pas autorisation de détruire. Elle impose, au contraire, des obligations strictes inscrites dans le code de l'environnement de « maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ». De telles déroga-

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

tions sont couramment accordées pour les projets d'aménagement et d'équipement.

Ces dispositions auraient dû permettre de gagner deux à trois mois par rapport à la situation actuelle. Cependant, les choses ont totalement changé lors du passage du texte devant le Sénat qui a introduit une dimension de planification territoriale du secteur. Cela a causé beaucoup de frustration au sein des professionnels car cette approche de planification change les instruments d'encadrement de l'implantation des éoliennes en France (voir Trois question à Fabrice Cassin). La filière est désormais très inquiète car elle pense que la mise en place des outils nécessaires à cette planification (vis-à-vis de la protection de la biodiversité ou à l'impacts sur les paysages) va prendre des années pour déboucher en réalité sur un ralentissement de développement de l'éolien terrestre.

25 500 EMPLOIS DANS LE SECTEUR DE L'ÉOLIEN EN FRANCE

Plusieurs études récurrentes suivent l'emploi dans l'éolien. La plus détaillée est celle réalisée chaque année par le cabinet Capgemini Invent pour le compte du syndicat France énergie éolienne (FEE). Intitulé « Observatoire de l'éolien », ce travail dis- sèque l'activité de l'ensemble des régions françaises pour chacune des étapes de la chaîne de valeur du secteur. Cependant, les 25 500 emplois recensés pour l'année 2021 portent à la fois sur le segment du terrestre et sur celui de l'offshore. Une autre étude de référence est celle de l'Observatoire des énergies de la mer, qui recensait à fin 2021 6 590 emplois équivalents temps plein (ETP) dans le domaine des énergies marines, dont 94 % portaient sur l'éolien en mer posé ou flottant. Le rapprochement de ces deux

études a permis de réaliser la carte suivante, qui distingue pour chaque région les ETP relevant de l'éolien terrestre de ceux rela- tifs à l'éolien en mer. L'Île-de-France reste la principale région en raison de ses nombreux sièges sociaux et bureaux d'étude, mais on observe une forte croissance du nombre d'emplois en Normandie (+ 115 %) ou dans les Pays de la Loire grâce au développement de plusieurs chantiers autour de parcs en mer. Ces emplois s'appuient sur environ un millier de sociétés présentes sur toutes les activi- tés de la filière et constituent de ce fait un tissu industriel diversifié. Ces sociétés sont de taille variable, allant de la TPE au grand groupe industriel.

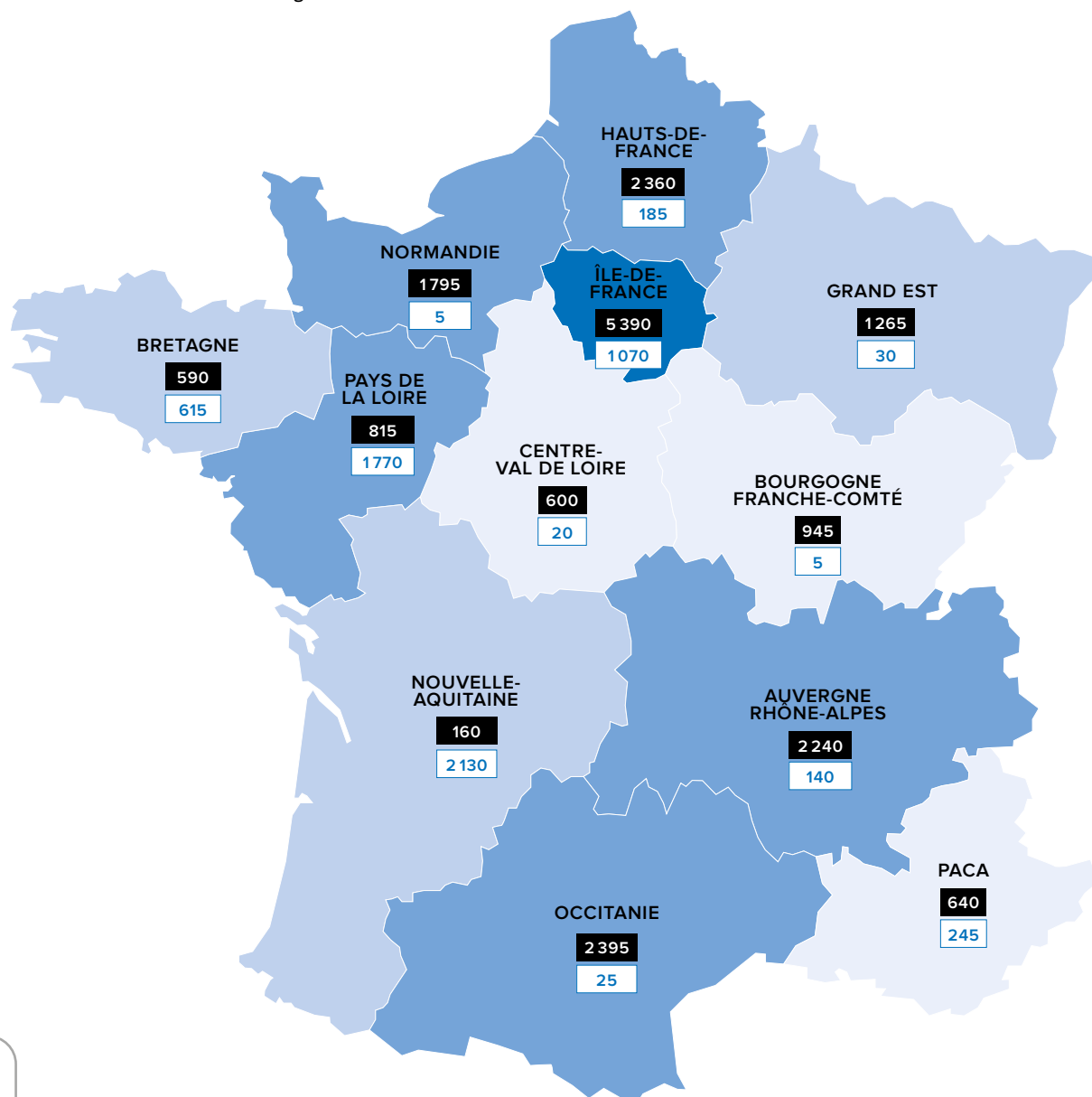
Concernant l'activité économique, c'est l'étude « Marché et emplois » réalisée par le cabinet In numeri pour le compte de l'Ademe qui cette fois est la plus précise sur l'éolien terrestre. Pour 2021, le marché total de l'éolien terrestre français est évalué à près de 5,7 milliards d'euros (voir graph n° 2), un chiffre en baisse de 5 % par rapport à 2020 (6 milliards). La décomposition de l'acti- vité 2020 (année la plus récente disponible pour ce détail) montre que c'est le poste lié à l'exploitation des sites en opération qui génère la plus grande part du chiffre d'aff- aires du secteur (3 588 millions d'euros, 60 % de l'ensemble). En complément du marché intérieur, le volume des exportations atteint 777 millions et représente 13 % de l'activité totale du secteur.

Pour la partie offshore, l'Observatoire des énergies de la mer avance le chiffre de 1 347 millions d'euros d'activité pour 2021. Il est en nette hausse par rapport à celui de 2020 (+ 65 %). 2021 a en effet été une année marquée par la montée en puissance de plusieurs sites,

Carte n°2

Répartition des emplois dans l'éolien (terrestre et en mer) en 2021

Source: Observ'ER d'après données de l'Observatoire de l'éolien, FEE 2022, et du rapport 2022 de l'Observatoire des énergies de la mer.

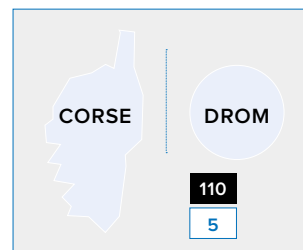


19 370 Emplois éolien terrestre

6 245 Emplois éolien en mer

Total par région

- < 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 5000
- > 5000



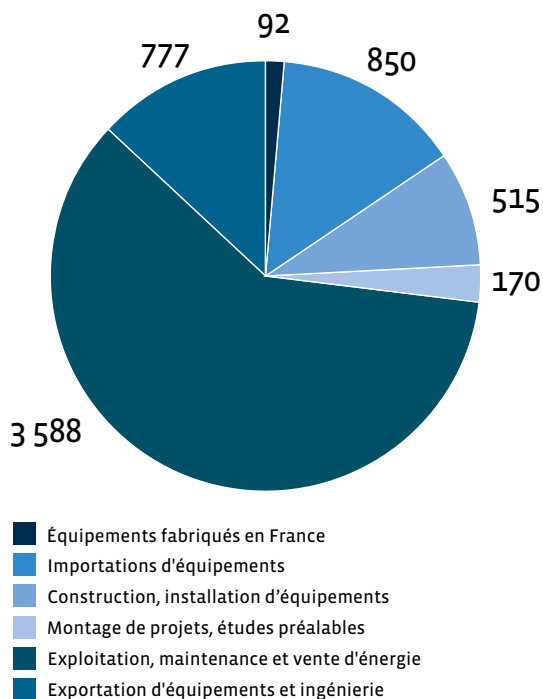
Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 2

Répartition de l'activité éolienne terrestre en 2020 (en millions €)

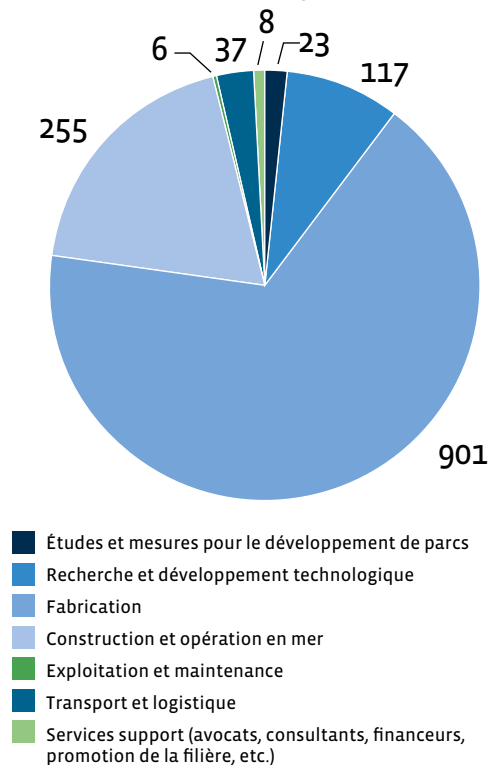
Source : Ademe, 2022.



Graphique n° 3

Répartition de l'activité éolienne en mer en 2021 (en millions €)

Source : Observatoire des énergies de la mer, 2022.



avec le début du chantier du parc éolien de Courseulles-sur-Mer, l'installation des premières fondations en mer à Saint-Nazaire, les travaux de câblage et raccordement à terre à Fécamp, ainsi que les travaux en mer au large de Saint-Brieuc. ●

Quelques sites pour aller plus loin :

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

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Fabrice
Cassin,**

associé au cabinet
LPA-CGR avocats,
spécialiste en droit
de l'énergie

1 Quel est votre regard sur le texte de la future loi d'accélération sur les énergies renouvelables concernant le secteur de l'éolien terrestre ?

Au préalable, il faut noter qu'il y avait des attentes très fortes à l'égard de cette loi car c'est la première fois que le Parlement était saisi d'un texte portant exclusivement sur les énergies renouvelables en France. Dans sa première version rendue publique fin juillet, il y avait des dispositions intéressantes d'accélération procédurale, notamment par le biais de dérogations en matière d'évaluation environnementale ou de participation du public, comme la possibilité de lancer l'enquête publique alors que les consultations ne sont pas totalement achevées. Cette dernière disposition aurait pu permettre de gagner deux à trois mois dans l'instruction des dossiers par rapport à la situation actuelle. Cependant, les choses ont changé lors de la discussion parlementaire. Le texte a pris une autre dimension au Sénat avec une orientation de planification territoriale du secteur, conduisant à changer les instruments d'encadrement

de l'implantation des éoliennes en France. La politique de développement de l'éolien et de l'énergie en général renvoie à des décisions nationales. En effet, l'équilibre offre-demande d'électricité se fait aux niveaux national et européen. De plus, planifier le secteur en fonction de considérations locales tenant à la protection de la biodiversité ou à l'impact sur le paysage peut paraître légitime mais se heurte au bon sens dès lors qu'il s'agit en réalité de se prononcer sur l'exploitation d'une production électrique à partir du vent. C'est le foisonnement des vents qui fait la force de la filière éolienne puisqu'il y a toujours du vent quelque part en Europe pour alimenter le réseau. La loi ne cherche donc pas à maximiser le gisement français et il y a nécessairement une frustration de la filière car un potentiel énergétique ne se mesure pas à l'échelle d'une commune. Alors qu'il y a d'importantes tensions sur la sécurité en approvisionnement électrique du pays, la loi en débat ne prend pas la mesure de l'urgence de la situation, du moins concernant l'éolien. En outre, l'organisation de cette planification va prendre des années et n'accélérera pas le développement de la filière en France. Elle produira même l'effet contraire.

2 L'exercice de cartographie de zones éoliennes demandé aux préfets ressemble aux ZDE ou aux anciens schémas régionaux éoliens ? Que peut-on attendre de ces nouvelles cartographies ?

L'instruction du 26 mai 2021 faite aux préfets de réaliser des cartographies des zones propices à l'implantation de sites éoliens fait effectivement écho à des exercices anciens comme les zones de développement de l'éolien (ZDE) ou les schémas régionaux éoliens



(SCE) qui datent de 2003. Depuis vingt ans, on tente de faire des cartographies des zones éoliennes mais sans succès, car des outils qui intégreraient l'ensemble des servitudes aboutiraient à des documents extrêmement lourds. Les aspects relatifs au paysage, à la biodiversité, aux impacts sonores, à la qualité des gisements de vent ou à l'accès au réseau électrique, sans parler des radars militaires, sont très difficiles à réunir, à synthétiser à large échelle et à suivre dans leurs évolutions. Ainsi, les ZDE ont été créées en 2005 et devait être opérationnelles en 2007 mais, dans les faits, en 2010 certaines n'étaient toujours pas prêtes car l'exercice est très compliqué. Les ZDE ont été enterrées en 2013, essentiellement parce que les communes ne prenaient pas l'initiative de la création, manquaient d'expertises ou prévoyaient des zones trop étroites. Alors que ces cartographies sont présentées comme des outils qui in fine doivent accélérer le développement de l'éolien, cela se révèle toujours être un frein.

lérer le traitement des dossiers» d'installation de projets d'énergies renouvelables. L'ensemble des blocages ont alors été parfaitement identifiés. Les Dreal comme les préfets ont les outils nécessaires au traitement des demandes qui leur sont faites. Et pourtant il y a 10 GW de projets qui sont bloqués alors qu'ils remplissent toutes les conditions légales. Les textes disent qu'un dossier d'instruction doit être traité dans un maximum de neuf mois, or nous avons des projets qui sont en attente de décision depuis trois ans ou plus. Les services déconcentrés de l'État sont en sous-effectif mais surtout ils ne cherchent pas le plus souvent à résoudre les difficultés. Par exemple, si un futur parc est implanté sur un couloir migratoire, c'est en collaboration avec les services de l'État que l'opérateur peut trouver des solutions de détection des oiseaux et de bridage ou d'arrêt du parc à certaines périodes. Mais trop souvent, les décisions ne sont pas recherchées ou prises par absence de volonté politique. ●

3 Quelles seraient, selon vous, les décisions à prendre pour tenter de remettre l'éolien terrestre français sur les rails de la croissance?

Surtout ne plus légiférer, conserver le régime juridique actuel, l'appliquer et faire en sorte que ceux qui doivent prendre des décisions, notamment les préfets pour délivrer les autorisations, le fassent. Tout est dans l'instruction du 16 septembre 2022 par laquelle, pour faire face à la crise énergétique, quatre ministres – dont ceux de l'Intérieur, de la Transition écologique et de la Transition énergétique – ont demandé aux services déconcentrés de l'État de «mettre en place toutes les actions requises afin de faciliter et d'accé-

Centrale de Merysol
(Savoie).

CHIFFRES CLÉS

Puissance à fin septembre 2022

15 847 MW

Production électrique en 2021

15 092 GWh

Objectif à fin 2023

20,1 GW

Objectif à fin 2028

35,1 GW – 44 GW

Emplois directs dans la filière fin 2021¹

19 990

Chiffre d'affaires dans la filière en 2021

8 381
millions d'euros

Après une année 2021 record du point de vue des nouvelles puissances raccordées, la filière s'est heurtée en 2022 à un nouveau ralentissement. Alors que l'autoconsommation reste plébiscitée par les particuliers, les professionnels espèrent que la loi d'accélération des énergies renouvelables donne un nouvel élan au secteur en 2023.

TotalEnergies

FILIÈRE PHOTOVOLTAÏQUE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

2021 avait été une très bonne année du point de vue de l'extension du parc solaire français, avec 3 102 MW de capacités supplémentaires. Ce chiffre, jamais atteint par le marché français jusqu'alors, avait rassuré les professionnels du secteur qui désespéraient de voir la filière un jour franchir la barre des 2 GW annuels. Il était devenu impérieux de changer de rythme car le photovoltaïque français cumulait un retard certain sur ses objectifs à 2023 et plus encore à 2028. Toutefois, l'embellie n'a été que de courte durée et, au fil des résultats trimestriels, 2022 s'est confirmée comme un millésime décevant. Sur le premier semestre, ce sont 1 113 MW qui ont été installés, un chiffre en recul de 40 % par rapport à celui du premier semestre 2021. À la fin des neuf

premiers mois de 2022, il y avait 1 764 MW nouvellement raccordés, soit un recul de 22 % par rapport à 2021.

Après avoir redressé la barre en 2021, le photovoltaïque français dévie à nouveau de sa trajectoire, qui doit atteindre 20,1 GW à fin 2023 puis se situer entre 35,1 et 44,0 GW à fin 2028. La prolongation du rythme actuel placerait le parc national aux alentours de 19 GW à fin 2022, et seul un marché annuel de 3,5 GW au cours des cinq années suivantes pourrait permettre le respect de la fourchette basse des objectifs à fin 2028.

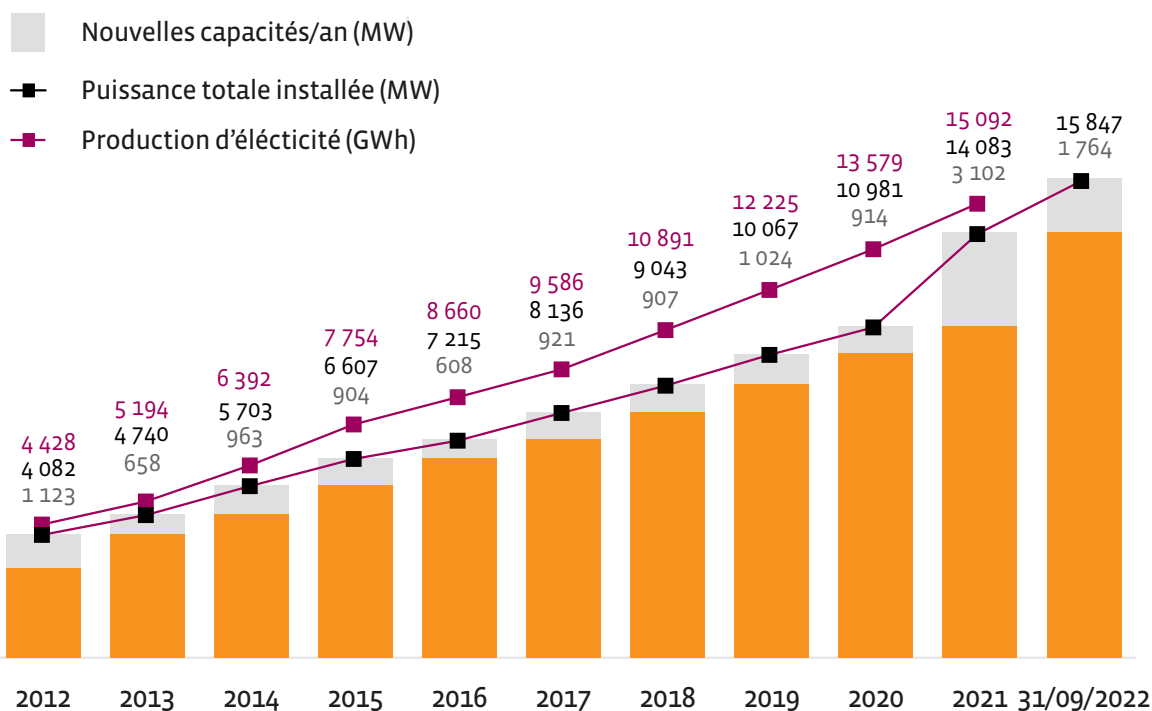
Si on se penche sur la dynamique de certains segments de marché en particulier (voir graphique n° 2),



Graphique n° 1

Parc total photovoltaïque et production d'électricité annuelle en France

Source : Observ'ER d'après les chiffres du Sdes.



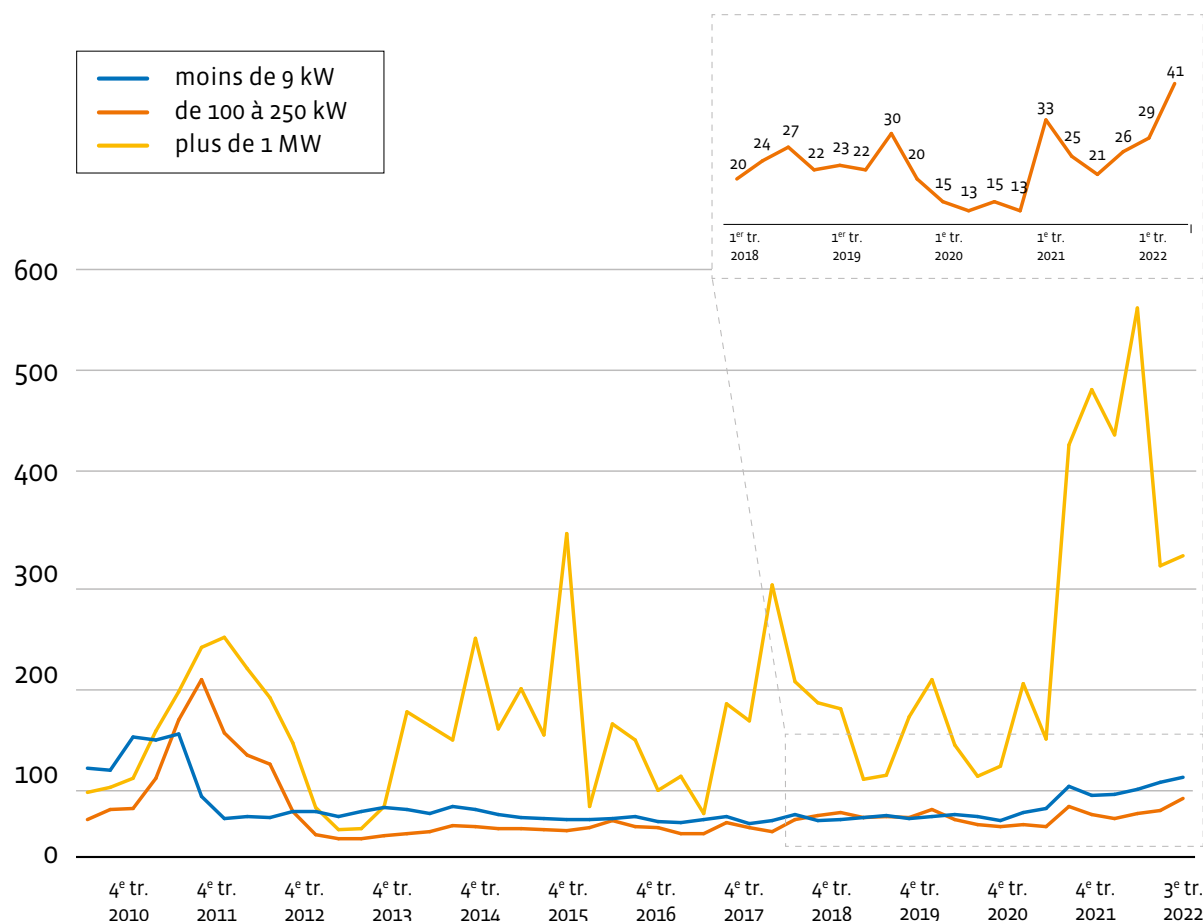
Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 2

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

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



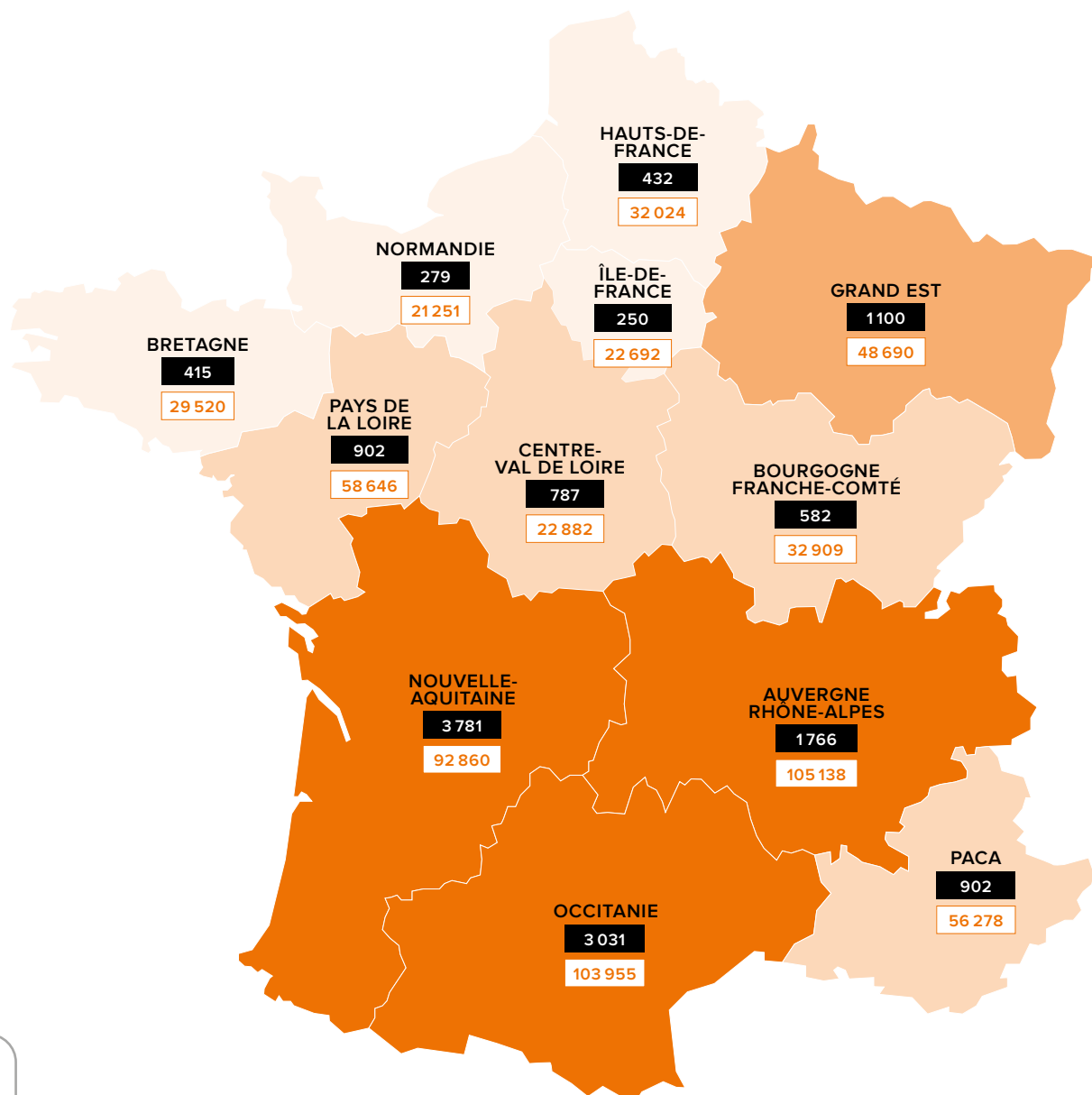
on peut observer la forte croissance des raccordements sur le créneau des installations de 1 MW et plus en 2021, avant qu'une sévère chute n'apparaisse en 2022. 554 MW ont été connectés au premier semestre 2022 contre 839 un an auparavant. En 2021, le segment avait profité d'un volume de centrales dont la mise en service avait été décalée par la pandémie de 2020. Cet effet passé, le segment retrouve une dynamique moins élevée. En revanche, le segment des installations jusqu'à 9 kW reste très actif, avec 119 MW raccordés sur les six premiers mois de 2022. Cette partie du marché, qui renvoie essentiellement à des installations

faites chez des particuliers, continue d'être portée par le fort engouement pour l'auto-consommation, qui représente plus de 90% des opérations faites sur ce segment. Enfin sur la tranche des grandes toitures de 100 à 250 kW, la dynamique est également bonne. Ce segment profite notamment de deux mesures inscrites dans un plan de soutien au secteur annoncé en novembre 2021 : l'obligation de mettre du solaire sur les entrepôts, hangars et parkings nouvellement construits ainsi que le rehaussement de 100 à 500 kW du seuil du guichet ouvert pour les bâtiments, hangars et ombrières. Concrètement,

Carte n°1

Cartographie du photovoltaïque en France à fin septembre 2022

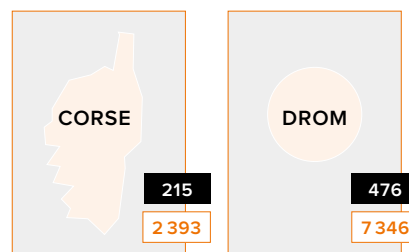
Source : Sdes.



10 597 Puissance raccordée à fin septembre 2022 :

- < 500 MW
- 500 - 1000 MW
- 1000 - 1500 MW
- > 1500 MW

476 473 Nombre d'installations



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

ces installations ne sont plus concernées par la procédure de mise en concurrence via les appels d'offres, ce qui a libéré bon nombre de projets qui attendaient cette évolution annoncée de longue date.

LES CAUSES DU RALENTISSEMENT IDENTIFIÉES

Les causes de ce nouveau ralentissement sont identifiées. D'un côté, une conjoncture économique mondiale tendue qui a conduit à une augmentation du prix des équipements solaires. La hausse du prix de certaines matières premières a été un phénomène largement partagé par de nombreuses filières industrielles françaises ou européennes. Ainsi, sur les marchés mondiaux, le prix du polysilicium est passé de moins de 7,5 euros (8 dollars) le kilogramme début 2021 à près de 33 euros (35 dollars). Dans le même temps, la politique chinoise qui impose désormais aux provinces le respect strict de quotas d'émissions de CO₂ a également eu un impact, puisque les provinces qui dépassaient ces niveaux se voyaient appliquer des réductions drastiques de fonctionnement pour leurs usines, voire des arrêts. Plusieurs étapes dans la conception des panneaux solaires ont directement été impactées par ces mesures, notamment celle de la production de polysilicium, mais également de verre et d'aluminium. En conséquence, le prix des panneaux est revenu à son niveau de 2018, brisant la tendance baissière qui avait caractérisé le prix des modules photovoltaïques ces quinze dernières années. De plus, l'inflation des matières premières n'a pas eu d'impact seulement sur les panneaux mais bien sur tous les constituants d'un projet solaire : les onduleurs, les structures porteuses des panneaux, les câblages ont eux aussi été

touchés par ces envolées. Entre l'été 2020 et début 2022, le cours de l'acier a presque triplé tandis que celui du cuivre a plus que doublé. À la fin du troisième trimestre 2022, la filière recensait environ 3,4 GW de projets dotés d'un permis de raccordement mais qui ne pouvaient être mis en chantier car la hausse des coûts des matériaux les avait rendus non rentables au regard des tarifs d'achat d'électricité fixés.

PROJET DE LOI D'ACCÉLÉRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Afin de rattraper les MW en retard, le gouvernement a lancé en août 2022 une « large consultation » autour d'un projet de loi d'accélération des énergies renouvelables qui a été présenté à l'Assemblée nationale en décembre 2022. Le texte comprend 20 articles portant sur des mesures à la fois exceptionnelles et transitoires pour accélérer les procédures de développement des énergies renouvelables, en réduisant notamment les délais de recours paralysants. Pour le photovoltaïque, l'une des mesures phares est la libéralisation du foncier en proposant de mobiliser en priorité les terrains déjà artificialisés, dégradés ou sans difficultés patrimoniales comme les parkings, les friches ou les bordures d'autoroute. Le texte attaque ainsi l'une des points de tension grandissants du secteur, celui du foncier. Une bonne part des nouvelles capacités de la filière provient de grandes installations puisque, au cours des neuf premiers mois de 2022, 52 % du parc nouvellement raccordé l'avait été sur le segment de plus de 250 kW. L'accès aux terrains est de plus en plus disputé à mesure que les sites gagnent en taille, et l'utilisation des sites déjà artificialisés est donc un enjeu

Agrivoltaïsme, de quoi parle-t-on ?

L'injonction de baisse des coûts faite au photovoltaïque rend les grandes centrales au sol incontournables. Cependant, si l'espace ne manque pas en France, le foncier disponible est très disputé. Aussi les solutions en agrivoltaïsme représentent un enjeu important : l'idée est que l'ombrage des panneaux photovoltaïques apporte un service à l'agriculture en réponse à un besoin agronomique justifié. En cela, il doit permettre de maintenir une production agricole, voire l'améliorer, et il ne faut pas une diminution des revenus agricoles. En avril 2022, l'Ademe a publié une étude destinée à mieux cerner la notion d'agrivoltaïsme à travers ses différentes formes. Pour cela, l'agence a défini trois critères de qualification des synergies entre photovoltaïque et agriculture.

Le premier critère est le service apporté par le volet solaire à la production agricole en réponse à un besoin identifié. Cela peut être d'ordre agronomique, par exemple répondre à un besoin d'adaptation au changement climatique ou améliorer le bien-être animal. Il peut aussi s'agir d'apporter un outil agricole à l'exploitant comme une serre photovoltaïque. Le deuxième critère évalue si le système photovoltaïque modifie la production agricole en termes de quantité et qualité. Le troisième critère porte sur les revenus issus à la fois de la production agricole et de l'activité solaire. L'étude identifie ainsi des « couplages d'intérêts potentiels » qui permettent un équilibre entre production photovoltaïque et agricole puis propose une méthodologie d'évaluation au cas par cas sur la base de dix critères. L'objectif est d'outiller les parties prenantes de ce secteur – chambres d'agriculture, services de l'État, porteurs de projet – pour les aider à mieux concevoir/évaluer ces projets. L'étude est disponible sur le site de l'Ademe.

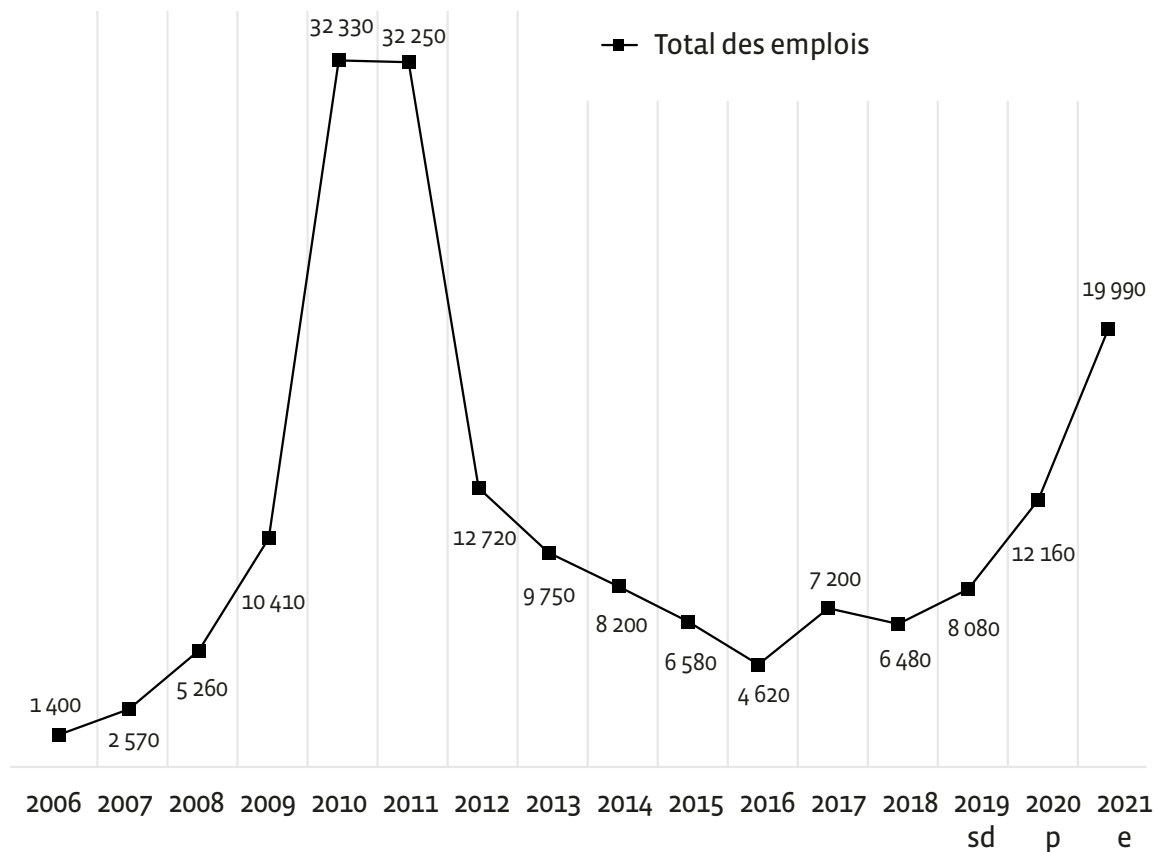
essentiel. Le texte de loi a également été l'occasion de poser un cadre clair à l'agrivoltaïsme (voir encadré). Un domaine au potentiel très prometteur mais où l'équilibre entre production d'énergie et souveraineté alimentaire du pays est délicat à trouver. En octobre 2022, la proposition de loi avait retenu une définition proche de celle présentée par l'Ademe et qui mettait notamment en avant le principe de base qu'un projet ne pourra être qualifié d'agrivoltaïque s'il ne permet pas à la production agricole d'être « l'activité

principale de la parcelle agricole ». Il reste à savoir quel sera l'étalon de cette hiérarchisation, sachant que les revenus issus des centrales solaires peuvent parfois se révéler supérieurs à ceux de l'agriculture. En revanche, il existe dans ce projet de loi d'accélération un trou béant que les professionnels se sont empressés de pointer : l'autoconsommation. Aucune mesure n'y est consacrée, alors que ce mode est plébiscité en France. À l'été 2022, un communiqué du gestionnaire de réseau de

Graphique n° 3

Emplois dans la filière photovoltaïque française

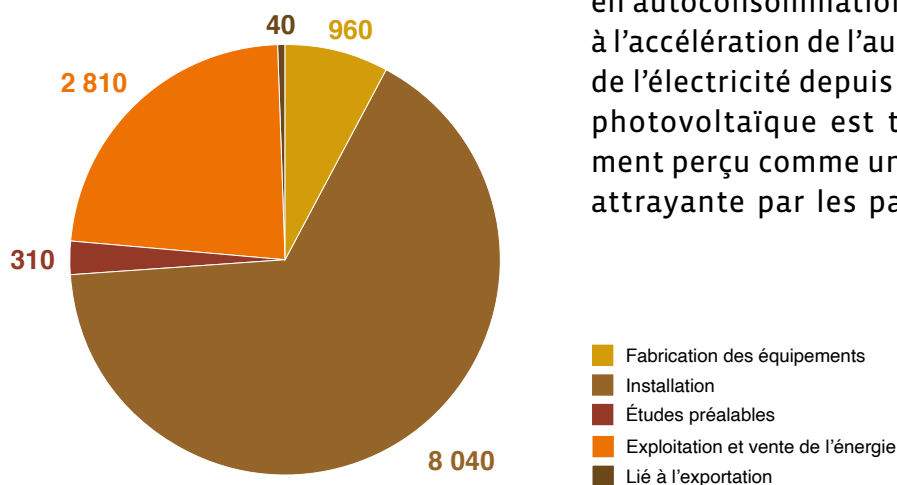
Source : « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », Ademe, 2022. sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



Graphique n° 4

Répartition des emplois 2020 selon la chaîne de valeur (ETP)

Source : Ademe, 2022.



distribution d'électricité (Enedis) est venu saluer le franchissement de la barre du GW pour la puissance des installations en autoconsommation individuelle. Face à l'accélération de l'augmentation du prix de l'électricité depuis septembre 2021, le photovoltaïque est très nettement perçu comme une solution attrayante par les particuliers.

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Le photovoltaïque, une bonne affaire pour l'État

À l'été 2022, le think tank France territoire solaire (FTS) a publié une étude sur la place stratégique du photovoltaïque dans l'avenir énergétique du pays. Intitulé « Une nouvelle ère énergétique » et réalisé par le cabinet EY, ce travail comporte un volet destiné à évaluer les retombées financières pour l'État, notamment à travers le mécanisme de reversement d'une partie des profits faits par les producteurs sous contrat de complément de rémunération. Le dispositif est simple : un prix de rémunération est fixé entre le producteur et l'État sur le long terme. Si l'énergie vendue sur les marchés est à un prix inférieur au niveau de rémunération de référence, l'État compense la différence. Dans le cas contraire, c'est le producteur qui reverse le surplus à l'État. La crise énergétique de 2022 ayant conduit à de très fortes hausses des prix de transaction de l'électricité, cela s'est soldé par des versements massifs de la part des producteurs solaires. Il ressort de l'étude de FTS qu'à partir d'un prix de marché de 108 € par MWh, la filière photovoltaïque française compense les subventions versées par l'État sur l'année. En 2021, ce prix était en moyenne de 110 € pour bondir à 211 € en janvier 2022 puis 500 à 600 € en octobre. De plus, la CRE anticipe des niveaux de prix semblables aux niveaux actuels jusqu'en 2025, puis de l'ordre de 92 € par MWh par la suite. Dans ces conditions, l'investissement de l'État auprès de la filière devrait permettre de générer entre 2,7 et 3,6 Md€ de contribution annuelle à horizon 2030, soit entre 31,5 Md€ et 34 Md€ de recettes publiques sur l'ensemble de la période 2012-2030. Ainsi, 1 € investi par l'État se sera traduit par 4,20 € de recettes publiques (taxes et cotisations) sur cette période.

Au cours des six premiers mois de 2022, ce sont plus de 6 210 installations en autoconsommation (avec ou sans injection du surplus) pour une puissance de 172 MW qui se sont ajoutés au parc français. Pour les acteurs du solaire, il est donc nécessaire que l'État renforce le développement de ce segment. Le syndicat professionnel Enerplan souhaite rendre l'autoconsommation accessible même aux foyers précaires et demande que les installations puissent être financées via les certificats d'économie d'énergie « précarité » et que le taux de TVA réduit soit appliqué aux installations de moins de 36 kW. Même discours sur l'au-

toconsommation collective, dont les opérations sont encore beaucoup trop rares en France. Avec une série de mesures bien ciblées, Enerplan avance qu'il est possible d'installer 1,5 GW en autoconsommation chaque année d'ici 2024.

PRÈS DE 20 000 EMPLOIS FIN 2021

Dans son étude publiée à l'automne 2022, « Marché et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », l'Ademe affiche les dernières évaluations des agrégats socio-économiques du photovoltaïque en France. En termes d'emplois, le

PHOTOVOLTAÏQUE

secteur afficherait quasiment 20 000 équivalents temps plein en 2021, un chiffre en forte progression par rapport à celui de 2020 (12 160, + 64 %), qui lui-même avait augmenté de 80 % par rapport à 2020 (voir graphique n° 3). Après un pic au tournant des années 2010 porté par le fort développement d'installations individuelles, le secteur a subi un sévère recul. Le segment des installations individuelles ayant fortement chuté au début des années 2010, les installateurs se sont détournés du secteur. Le photovoltaïque s'est ensuite beaucoup plus orienté vers des opérations de plus en plus puissantes où le ratio d'emploi par MW installé est beaucoup plus faible.

En termes de détail par maillon de chaîne de valeur, la décomposition la plus récente disponible est celle de 2020 (voir graphique n° 4). Le segment de l'installation reste le principal en termes d'emplois directs (66 % du total), devant celui de l'exploitation des sites et de la vente de l'énergie produite (23 %).

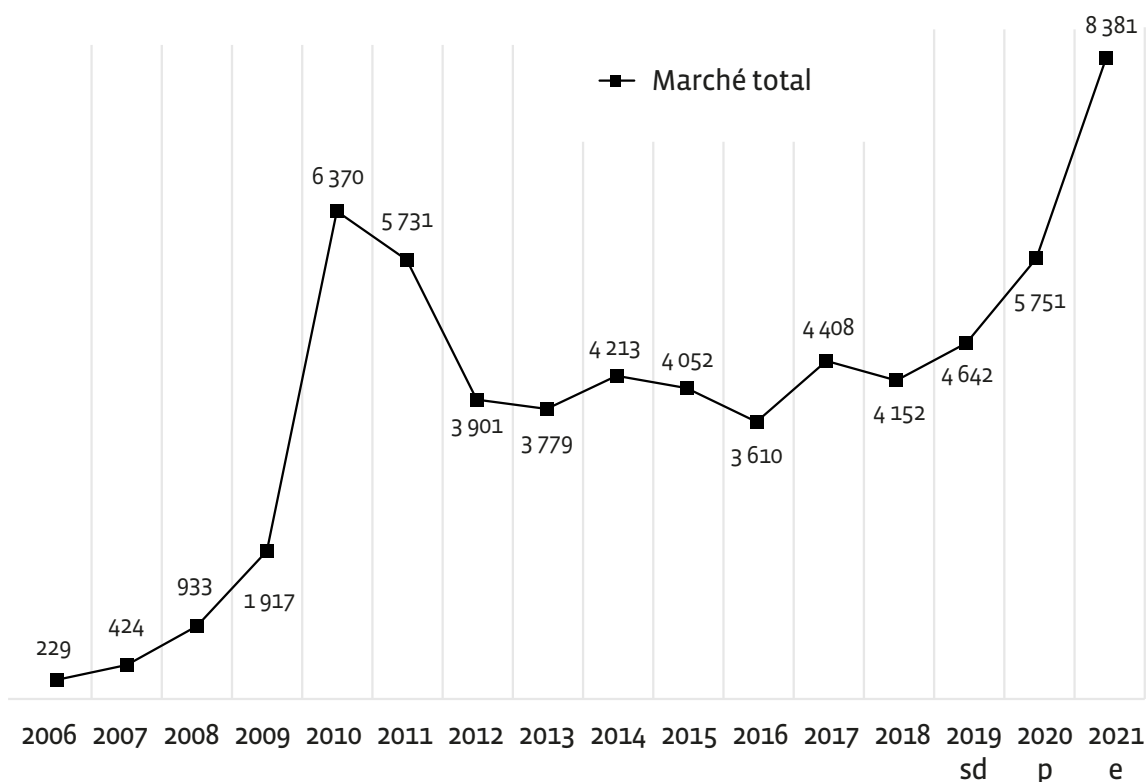
Sur le volet de l'activité économique, le chiffre d'affaires du photovoltaïque français est évalué à 8,38 milliards d'euros en 2021. À l'instar de la dynamique des emplois, l'activité a marqué en 2021 une nette croissance par rapport au niveau de 2020 (+ 46 %), établissant un record pour le secteur. Ces bons résultats sont

Graphique n° 5

Chiffre d'affaires de la filière photovoltaïque française (en M€)

Source : « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », Ademe, 2021.

sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

la conséquence logique de la très bonne année 2021, qui a vu plus de 3 GW de puissance supplémentaire raccordée.

La décomposition du chiffre d'activité 2020 (année la plus récente pour laquelle ce détail est disponible) montre que le poste de l'exploitation des sites et de la vente de l'énergie est le plus important (3 828 millions d'euros, 67 % de l'ensemble). Le deuxième poste est celui des importations d'équipements en France (908 millions, 11 %). Vient ensuite la partie ingénierie et installation (757 millions, soit 9,8 %). ●

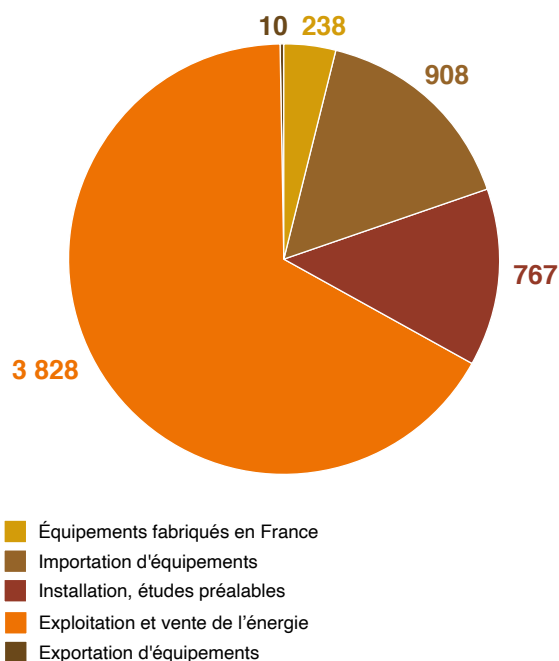
Quelques sites pour aller plus loin :

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

Graphique n° 6

Répartition de l'activité 2020 selon la chaîne de valeur (ETP)

Source : Ademe, 2022.





3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Antoine Huard**,
président de
France territoire
solaire¹

1 Quelle est la position de FTS vis-à-vis de la loi d'accélération des EnR ? Y a-t-il des manques d'ores et déjà identifiés ?

En l'état actuel du texte, la loi laisse un sentiment mitigé. Certaines mesures vont évidemment dans le bon sens, comme l'ouverture à la solarisation des délaissés routiers ou ferroviaires, ou des friches dégradées en zone littorale. Saluons également la définition de l'agrivoltaïsme, même si le législateur n'a pu résister à la tentation de complexifier le dispositif en conditionnant toute installation agrivoltaïque à la solarisation préalable des toitures de l'exploitation... Enfin, on peut se réjouir que le texte confirme que les énergies renouvelables répondent bel et bien à une raison impérieuse d'intérêt public majeur – même si on peut regretter qu'il ait fallu une crise énergétique sans précédent pour que l'on se décide à inscrire cette évidence dans la loi ! Mais d'autres

mesures font peser le risque d'un allongement des délais de développement, voire d'un coup d'arrêt à certains projets. Citons par exemple la mise en place des zones dites « d'accélération », dont le mécanisme tel qu'il est actuellement prévu est particulièrement kafkaïen et risque de conduire à un gel des projets dans l'attente de la définition desdites zones, ce qui prendra des mois sinon des années. Citons également l'interdiction de tout projet solaire qui nécessiterait une autorisation de défrichement, mesure particulièrement mal calibrée car incluant dans le même sac tous les projets sans distinction, et ne laissant aucune latitude aux services instructeurs locaux pour apprécier la pertinence de chaque projet. Tout cela peut encore évoluer d'ici la promulgation du texte, et bien sûr en fonction de la publication des décrets et arrêtés. Un suivi détaillé sera publié dans notre « Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque », qui paraît chaque trimestre.

2 La dynamique de l'autoconsommation a été très forte en France en 2022, comment aller encore plus loin, notamment dans le collectif ?

L'autoconsommation est véritablement en train de décoller en France, avec une capacité cumulée de près de 1 GW raccordés et 25 000 nouvelles installations sur le seul 3^e trimestre 2022, ce qui est sans précédent. Il faut certainement y voir les premiers effets de la crise énergétique, mais pour l'essentiel l'impact reste à venir. L'objectif de la PPE de 200 000 installations en 2023 a été atteint fin septembre 2022. Un objectif atteint est suffisamment rare pour être souligné, même si les fédérations professionnelles considéraient

1. Les propos ont été recueillis le 4 janvier 2023, soit avant le vote de la loi d'accélération des EnR.



cet objectif comme peu ambitieux! Les facteurs conjoncturels sont actuellement favorables à l'autoconsommation, mais cela n'interdit pas d'imaginer des mesures structurelles pour aller plus loin. Enerplan propose ainsi 50 mesures pour libérer l'autoconsommation et atteindre un rythme de croisière de 1,5 GW/an. Il s'agit essentiellement de simplifier le cadre existant, par exemple en n'exigeant plus le consuel en dessous de 10 kW ou en basculant en procédure déclarative pour les projets en dessous de 100 kW. Un des principaux freins réside dans les difficultés à obtenir des polices d'assurance; on pourrait donc prévoir un fonds de garantie et de réassurance publique pour contre-garantir les assurances responsabilité civile décennale et dommages ouvrages. Enfin, plus spécifiquement dans le collectif, on pourrait libérer l'autoconsommation dans les copropriétés en considérant que lors d'une assemblée générale des copropriétaires, les absents seraient désormais réputés favorables. On pourrait également favoriser l'acceptabilité locale des projets en autorisant les collectivités à allouer les surplus non autoconsommés à des résidents de la commune, par exemple des foyers en situation de précarité énergétique.

3 Malgré un développement plus soutenu en 2021 et 2022, le secteur PV ne va probablement pas atteindre l'objectif 2023 de la PPE (20,1 GW). Avez-vous déjà une visibilité sur les objectifs de la prochaine PPE ?

Il est difficile à ce stade d'avoir de la visibilité sur les objectifs de la prochaine PPE. En revanche, nous en avons sur la stratégie nationale bas carbone, qui fixe comme objectif la neutralité carbone en 2050. À partir de là, les scénarios établis par RTE sont très clairs: il faudra entre 70 et 214 GW de capacités photovoltaïques selon les scénarios, c'est-à-dire un rythme annuel de déploiement de 2 à 7 GW par an. Le scénario fixé par le président de la République lors du discours de Belfort, et dont on peut penser qu'il servira de base de travail pour la prochaine PPE, prévoit une multiplication par 10 d'ici 2050 des capacités installées en 2021, qui étaient de 14 GW. La filière propose de viser 100 GW en 2033, soit un rythme annuel de 10 GW pour induire une mobilisation autour de l'industrie et des compétences. Un tel déploiement ne présente aucun caractère insurmontable; l'Europe prévoit d'augmenter ses capacités solaires de 650 GWc d'ici à 2030. Mais pour y parvenir, fixer des objectifs dans la PPE ne suffira sans doute pas: il faudra véritablement disposer d'un cadre de développement qui soit cohérent avec cet objectif, notamment en déverrouillant en profondeur les procédures de développement de projets, tous segments confondus. À cet égard, la loi actuellement débattue au Parlement ne saurait être autre chose qu'un premier pas. ●

Centrale hydroélectrique
de Floiras (Lot)

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée fin 2021

25 983 MW

Production totale en 2021

58 860 GWh

Objectif 2023

25,7 GW

*Objectif 2028
Puissance installée*

26,4 GW - 26,7 GW

Emplois directs dans la filière en 2021

12 060

Chiffre d'affaires dans la filière en 2021

3 281
millions d'euros

Première des énergies renouvelables électriques françaises, l'hydroélectricité a connu une année 2022 marquée par la sécheresse exceptionnelle qu'a rencontré le pays. La filière cherche à valoriser son potentiel, notamment au travers de sa flexibilité, son meilleur atout pour progresser.

31

FILIÈRE HYDRAULIQUE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

L'HYDROÉLECTRICITÉ, PREMIÈRE ÉNERGIE RENOUVELABLE ÉLECTRIQUE EN FRANCE

Avec une capacité installée de 25 983 MW à fin 2021, la filière hydraulique reste la première source de production électrique renouvelable dans le mix énergétique français. En 2021, le secteur a produit 58,86 TWh (11,8 % de la consommation nationale annuelle), contre 37,03 TWh pour l'éolien et 15,1 TWh pour le photovoltaïque. Il existe plus de 2 300 centrales hydroélectriques sur l'ensemble du territoire français, dont moins d'une centaine (95 sites) sont des grands barrages ayant une puissance comprise entre 50 et 600 MW. Géographiquement, deux zones se distinguent pour l'implantation des sites : les Alpes et les Pyrénées. Les trois principales régions que sont l'Auvergne Rhône-Alpes,

l'Occitanie et la Provence-Alpes-Côte d'Azur représente 80 % de la puissance hydroélectrique du pays.

QUATRE GRANDES TECHNOLOGIES

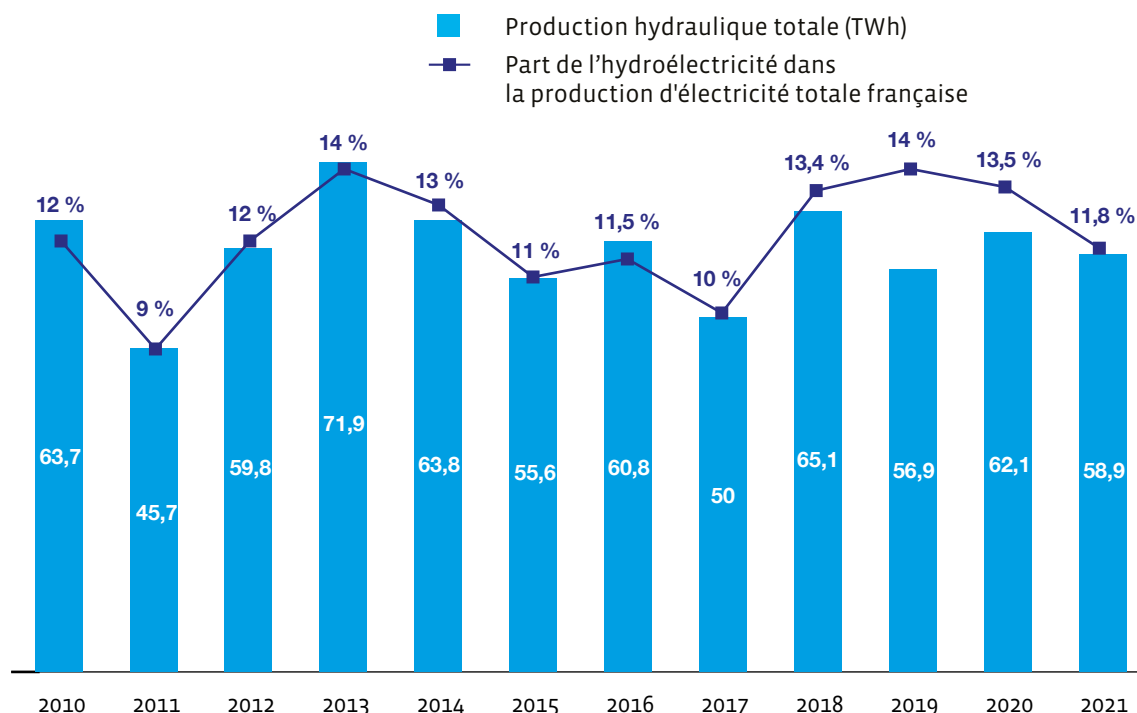
Le potentiel hydroélectrique français est valorisé par quatre grandes technologies : les centrales au fil de l'eau, les centrales de lac et d'écluse et les stations de transfert d'énergie par pompage (Step).

Les centrales au fil de l'eau sont les plus nombreuses sur le territoire (environ 1 900) et produisent plus de 50 % de la production hydraulique, mais, du fait de leur petite puissance nominale, elles ne représentent que le deuxième type d'aménagement en termes de puissance (environ 6 700 MW). Non équipées de retenues d'eau, elles assurent une production en

Graphique n° 1

Production d'électricité hydraulique en France

Sources : RTE, Enedis et Sdes.



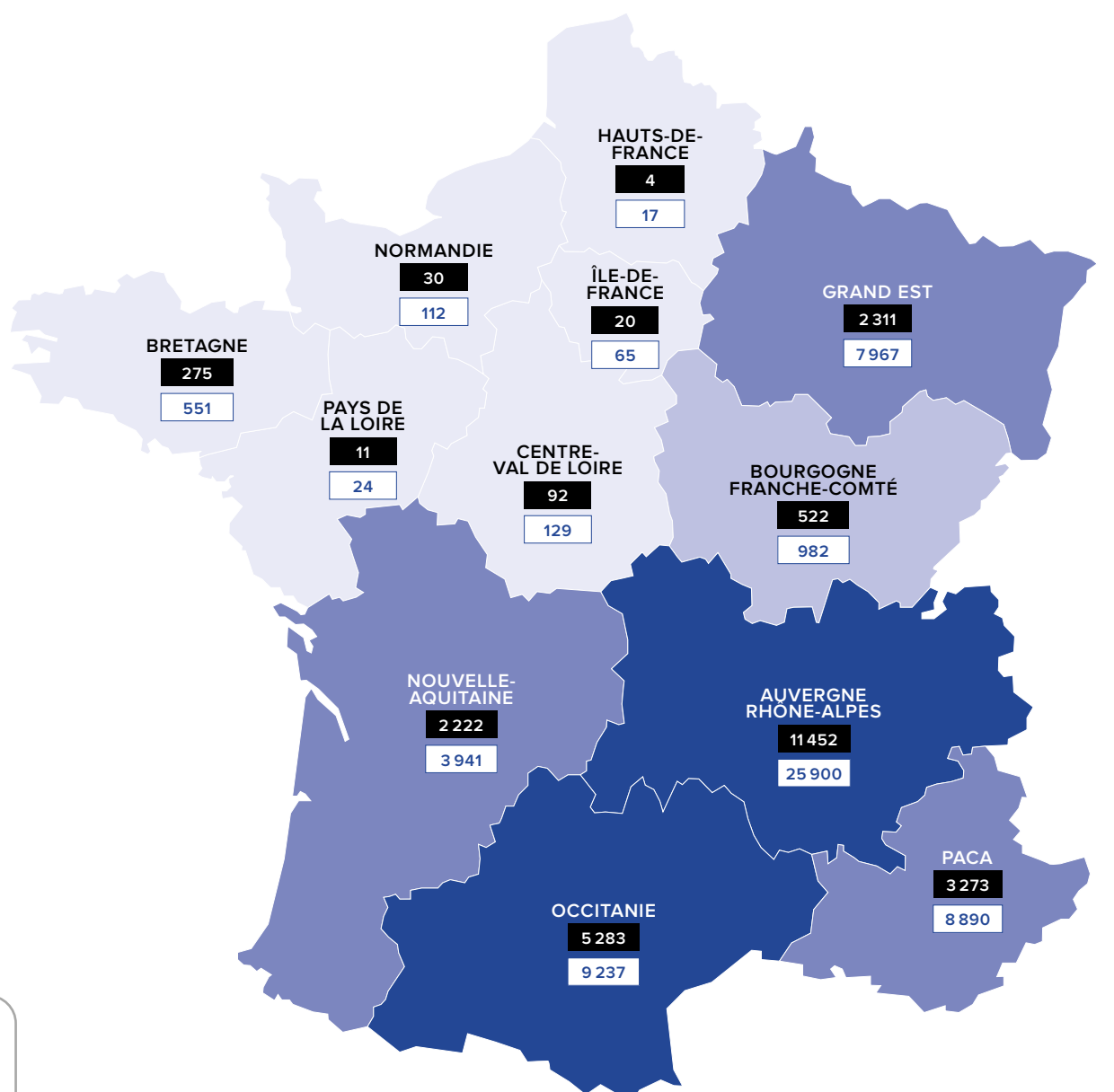
Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

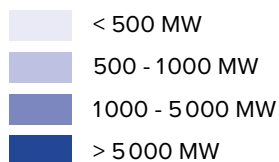
Carte n°1

Répartition du parc hydraulique français raccordé à fin 2021 et production

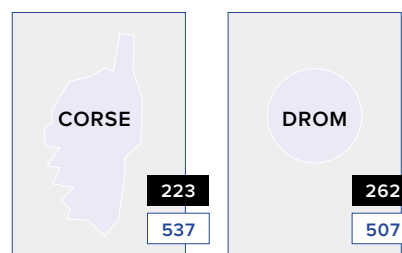
Source : « Panorama de l'électricité renouvelable en France », SER d'après données Enedis, RTE et EDF SEI.



25 983 Capacité (MW)



58 859 Production (GWh)



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

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. Elles constituent un tiers de la puissance installée (environ 10 300 MW) et, malgré un petit nombre d'installations (une centaine), ces ouvrages concentrent près de 60 % de la capacité de production nationale hydroélectrique. Cette technologie représente une puissance très rapidement mobilisable en période de pointe de consommation.

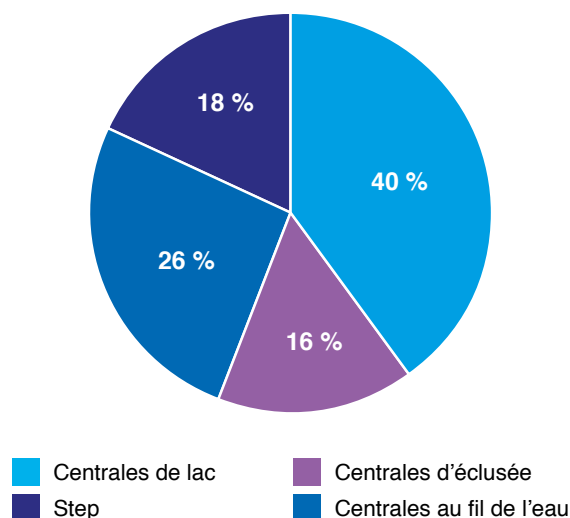
Les centrales d'éclusee, également dotées d'une retenue d'eau, permettent un stockage quotidien ou hebdomadaire de quantités moyennes d'eau disponible en cas de pic de consommation. Cette technologie représente environ 4 100 MW installés, pour 150 centrales, et un potentiel de production de 10,6 TWh.

Les stations de transfert d'énergie par pompage (Step) ne sont pas tout à fait considérées comme des sites de production ; elles constituent davantage des lieux de stockage d'énergie sous forme d'une eau pompée dans un réservoir amont et pouvant être turbinée en cas de besoin énergétique. L'Hexagone recense une dizaine de Step, pour une puissance cumulée de 4 600 MW.

Graphique n° 2

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

Source : « Panorama de l'électricité renouvelable en France au 30 septembre 2021 », SER, d'après données Enedis, RTE et EDF SEI.



nécessitent des chantiers de plusieurs années, et parfois de déplacer des populations. De plus, ces réalisations sont très capitalistiques et reposent sur un modèle économique qui se projette sur le très long terme (plusieurs dizaines d'années). Dans ce contexte, il est difficile d'envisager de nouveaux projets en France.

Pour la petite hydraulique (jusqu'à 12 MW), la situation est différente. En effet, en matière de développement, le segment dispose d'un réel potentiel qui a déjà été plusieurs fois identifié. En 2014, un travail a été mené par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et les producteurs. Il en était ressorti un potentiel estimé à 11,7 TWh de production supplémentaire, réparti entre des installations nouvelles (10,3 TWh par an)

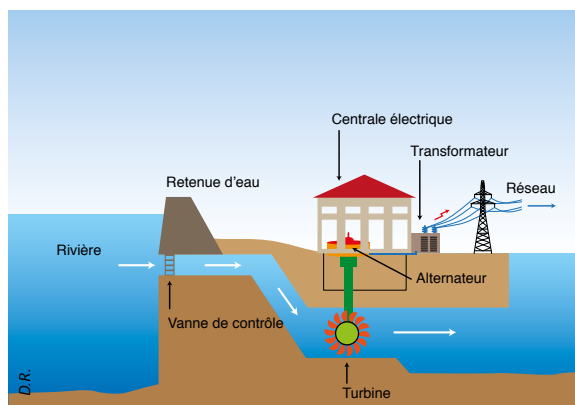
UN POTENTIEL ENCORE EXPLOITABLE

Le parc de puissance hydroélectrique français évolue très peu, et ce depuis de nombreuses années. Le segment des grands barrages n'offre pratiquement plus de possibilité d'accroissement sur le territoire, car tous les sites exploitables ont été équipés au cours du siècle dernier. Ces infrastructures sont complexes à réaliser sur le plan technique et impliquent des impacts environnementaux importants. Ces barrages

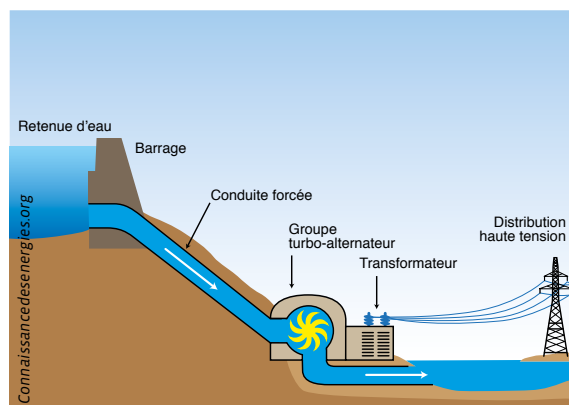
Schéma n° 1

Schémas des différentes technologies d'ouvrages hydroélectriques

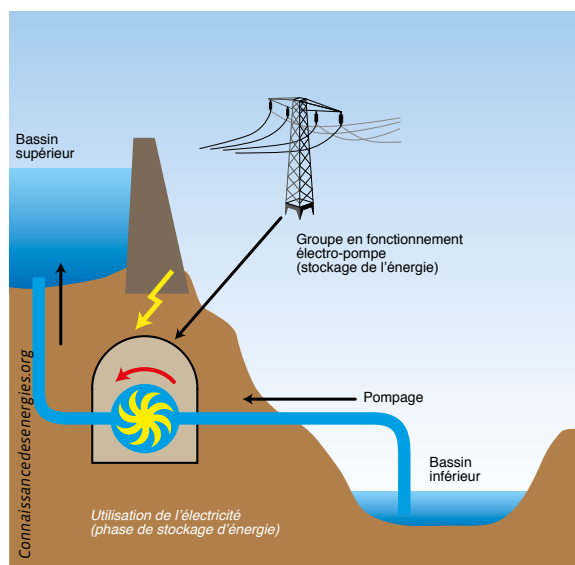
Source : Observ'ER, 2015.



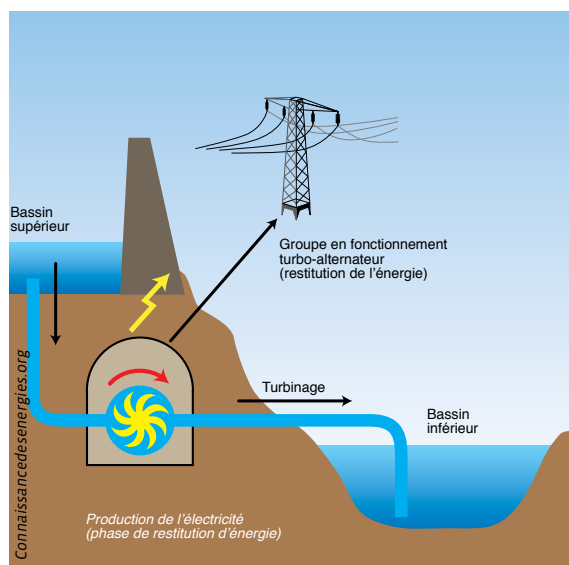
Centrale au fil de l'eau



Centrale de lac



Step en phase de stockage



Step en phase de production

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 de trois quarts de ce potentiel ne peuvent être exploités 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^{er} janvier 2014. Les « débits réservés » correspondent

Création des médiateurs de l'hydroélectricité

Les usages de l'eau, la continuité écologique, l'autonomie énergétique des territoires... nombreux sont les enjeux avec lesquels l'hydroélectricité doit composer. Pour répondre aux crispations et conflits régulièrement rencontrés sur certains territoires, la loi climat et résilience a introduit le concept de « médiateur de l'hydroélectricité », dont la première expérimentation va avoir lieu en Occitanie pour une durée de quatre ans.

Le décret n° 2022-945 du 28 juin 2022 est venu préciser sa mission : il peut être saisi par un exploitant ou un porteur de projet confronté à des litiges, et dispose de trois mois pour mener sa mission (et quarante-cinq jours supplémentaires avec l'accord des parties), à savoir rassembler les documents, enregistrer les témoignages des parties prenantes, et si l'issue est positive, détailler les mesures à prendre et fixer les délais nécessaires. Enfin, il réalisera chaque année un bilan des saisines de l'année. Le décret lance également le portail national de l'hydroélectricité, outil d'information notamment destiné aux porteurs de projet hydraulique, qui rassemblera les différents schémas directeurs régionaux, S3REnR, programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) et tous les documents utiles pour faciliter le développement des projets.

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. 2021 avait cependant été marquée par la victoire des promoteurs de la filière avec l'introduction d'une proposition de décret tendant à inscrire l'hydroélectricité au cœur de la transition énergétique et de la relance économique. L'article 5 du texte promouvait l'interdiction de la destruction des seuils des moulins pouvant potentiellement être équipés en hydroélectricité, mais également la possibilité de déclassement des cours d'eau de la liste 1 si les critères de classement ne sont pas réunis lorsqu'ils empêchent la réalisation d'un ouvrage hydroélectrique. Ainsi, selon la Fédération française des associations de sauvegarde de

moulins (FFAM), rien qu'en Normandie, entre 250 et 300 barrages avaient été détruits depuis 2008 pour des raisons notamment de continuité écologique. Saisi par des associations environnementales estimant que le décret de mai 2021 allait à l'encontre de la Charte de l'environnement, le Conseil constitutionnel a définitivement validé le texte.

UN PARC HYDROÉLECTRIQUE SOUS TENSION

Si la production hydroélectrique de 2021 s'était située dans la norme, cela ne sera pas le cas pour 2022. La sécheresse exceptionnelle de l'année va marquer le secteur et EDF, 1^{er} producteur hydraulique national, fait déjà les premiers constats. Au cours du premier trimestre, le recul a été de 23 % comparé à l'année précédente. Le point culminant a été le mois de juin, où le manque de précipitations a entraîné une chute de la production électrique

Une nouvelle centrale annoncée en Guyane

Effacer l'importation et la consommation de 6 millions de litres de gasoil chaque année! C'est le bénéfice financier et environnemental que devrait apporter à la commune de Maripasoula (Guyane) la mise en service d'une future centrale hydroélectrique de 2,9 mégawatts sur la rivière Inini, au lieu-dit Saut-Sonnelle. Le projet a été annoncé par l'opérateur Voltalia à l'été 2022 pour une mise en service prévue en 2026. La centrale alimentera une zone isolée, éloignée de la côte et non raccordée au réseau électrique, mais qui est en pleine croissance démographique et économique. Difficilement accessible, Maripasoula est actuellement alimentée en électricité par une centrale thermique dont le fioul est acheminé par camion puis par pirogue. Une fois active, la centrale hydraulique produira 12,7 gigawattheures par an qui feront l'objet d'un contrat d'achat par EDF SEI (Systèmes énergétiques insulaires) sur une durée de trente ans. Cette énergie alimentera les 11 000 habitants de la commune et permettra d'éviter l'émission de 18 000 tonnes de CO₂ par an. Comme pour tout projet hydroélectrique, la gestion de l'impact sur la biodiversité est intégrée au projet, puisque Voltalia investira 1,1 million d'euros dans un programme de préservation de la forêt environnante, la création d'une zone de frai de poissons et le suivi écologique de la faune, de la flore, des sédiments et de la qualité de l'eau en amont et en aval de l'ouvrage.

de 33 % comparé à juin 2021. Les Alpes du Sud sont particulièrement touchées, avec une baisse de 60 % sur le secteur Durance-Verdon entre janvier et juin. Le niveau du lac de Serre-Ponçon, un des plus grands barrages du pays, a diminué d'une dizaine de mètres et sa production hydroélectrique est à l'arrêt depuis février pour préserver les besoins en eau potable et d'irrigation de la région. Pas d'exception française cependant en la matière, puisque nos voisins italiens font le même constat, avec une baisse de 40 % de la production. Pour ne rien arranger, cette baisse est arrivée dans un contexte français déjà impacté par la crise énergétique européenne et une inédite série de mises à l'arrêt de la majeure partie des réacteurs nucléaires du pays pour des opérations de maintenance ou des problématiques de corrosion. Le système de production électrique national a passé un automne 2022 sous haute surveil-

lance ponctué par de fréquents messages du gouvernement invitant tous les consommateurs à une nécessaire sobriété.

Preuve de la tension qui s'exerce sur le parc hydraulique, la part de production hydroélectrique issue des barrages dits « au fil de l'eau » est passée d'un niveau moyen standard de 50 % à 75 %. Le recul de la production ayant été moins fort sur ce profil de centrale que sur les grands barrages (- 20 % contre - 45 %), ils ont assuré une quote-part plus importante dans l'ensemble des kWh générés par la filière en 2022. Le secteur espère que le niveau de pluviométrie de l'hiver viendra rééquilibrer les choses, mais cet indicateur est révélateur du stress hydrique qui a marqué 2022. Météo France s'attendait à des pluies plus abondantes sur cette période de l'année, avec la généralisation d'épisodes rapides

et violents. Il reste à connaître l'impact sur la production de la filière.

VALORISER LA FLEXIBILITÉ

Les ouvrages hydroélectriques 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 sur le plan économique et seules les Step, les centrales d'éclusées, les lacs de barrage ou les centrales au fil de l'eau sont capables de stocker un surplus d'électricité sur le réseau et d'y injecter rapidement de l'énergie en cas de besoin. Les sites contribuent également à la stabilisation de la fréquence de l'énergie sur les réseaux en temps réel. Cette flexibilité d'intervention rapide est un des volets centraux de la transition énergétique française puisque le pays a planifié une très forte pénétration des technologies renouvelables variables dans son mix électrique. Ainsi, les différents scénarios présentés par RTE pour l'horizon 2050 nécessitent au moins 61 GW de capacité de flexibilité, dont 8 GW pourraient être fournis par des stations de pompage hydrauliques (contre 5 GW aujourd'hui).

Par ailleurs, la PPE envisage la possibilité d'avoir 1,5 GW supplémentaire issu de l'hydraulique entre 2030 et 2035, et 3 GW d'ici 2050. 14 GW d'hydroélectricité sont déjà certifiés sur le registre du mécanisme de capacité. Il s'agit d'un dispositif instauré par les articles L. 335 et R. 335 du code de l'énergie visant à garantir une certaine sécurité

d'approvisionnement électrique. Concrètement, chaque fournisseur d'électricité doit prouver sa capacité (proportionnelle à la consommation de ses clients lors des périodes de pointes) via des garanties de capacité obtenues auprès de producteurs à la demande (comme les centrales hydroélectriques pilotables) ou d'opérateurs d'effacement. Les 4 100 MW de centrales d'éclusée ont la puissance de modulation de plusieurs milliers de batteries. Mais la filière appelle depuis de nombreuses années les pouvoirs publics à prendre en considération les besoins croissants de flexibilité du mix électrique français, et à mettre en place des mécanismes supplémentaires, plus fin, pour rémunérer la flexibilité offerte par les ouvrages hydrauliques qui, d'après une étude commandée par FHE au cabinet Compass lexecon, représenteraient près de la moitié de la flexibilité sur le réseau français. Cette étude a réalisé une simulation pour 2050 basée sur un mix électrique formé à 70 % par les filières variables, 10 % par l'hydroélectricité et 20 % par le nucléaire. Les besoins de flexibilité seraient multipliés par cinq, notamment sur 24 heures ou sur une semaine. L'hydraulique pourrait répondre pour une bonne part à ces défis d'équilibrage, mais le secteur a besoin pour cela d'un mécanisme rémunérateur pour ce service qui n'existe actuellement pas dans le système français. FHE s'est intéressé à des pistes expérimentées à l'étranger, notamment en Allemagne où des plateformes locales de marché de l'électricité mettent en rapport besoins et offre de flexibilité tout en définissant un prix pour ce service.

LA TENTATION DU MARCHÉ

Un autre phénomène a marqué l'année 2022, mais davantage sur l'aspect financier. La grande

Un point sur les appels d'offres

Depuis le 1^{er} janvier 2016, les appels d'offres sont devenus obligatoires pour les installations de plus de 1 MW qui souhaitent bénéficier d'un complément de rémunération. Lancé en avril 2017, l'appel d'offres de la CRE se compose de cinq phases (ou périodes) distinctes étalées dans le temps devant retenir chacune 35 MW pour un total de 175 MW au final. Au vu des résultats, cet objectif n'est atteint que sur la 2^e phase :

- 1^{re} période (résultats annoncés le 23 août 2018) : 14 lauréats avec une puissance totale de 36,9 MW ;*
- 2^e période (résultats annoncés le 26 juin 2019) : 13 lauréats avec une puissance totale de 36,7 MW ; prix moyen pondéré de 87,10 €/MWh ;*
- 3^e période (résultats annoncés le 29 janvier 2021) : 8 lauréats avec une puissance totale de 20 MW ; prix moyen pondéré de 81,50 €/MWh.*

Pour la quatrième phase, les premiers résultats rendus publics en août 2022 ont fait état d'une très faible participation, la CRE ne retenant finalement qu'une seule offre ! Pour expliquer ce phénomène de désertion des offres, la CRE avance un « durcissement des critères de conformité des dossiers candidats » depuis juin 2021 via l'introduction d'un document d'autorisation environnementale dans les pièces requises, « susceptible de décourager de nombreux candidats ».

majorité des centrales hydroélectriques de petite puissance françaises (jusqu'à 12 MW) émargent au dispositif de soutien des tarifs d'achat. Un contrat de très longue durée (vingt ans) est fixé entre le producteur et l'État pour l'achat de la totalité de sa production sur la période. Les centrales vendant leur production directement sur le marché étant généralement des sites arrivés au terme de ce type de contrats d'achat sans en avoir reconduit un nouveau. Toutefois, en 2022, devant l'emballement du marché européen de l'électricité et du prix du kWh, la tentation a été forte pour certains de sauter le pas, quitte à rompre le contrat d'achat signé avec l'État. Avec des prix de deux à deux fois et demie ceux des contrats d'achat, des exploitants y ont, en effet, vu l'occasion de rattraper les fortes baisses de leur productible électrique. Ainsi, pour les producteurs hydrau-

liques bénéficiant du tarif d'achat datant du printemps 2007 conclu sur vingt ans et qui ne comprenait pas de pénalité de résiliation de contrat, l'aubaine est tentante. Vendre leur production pendant trois ans sur le marché aux conditions actuelles équivaldrait à dix années de revenus issus de l'obligation d'achat¹. Ce mouvement n'est pas propre à l'hydroélectricité, puisqu'il a été également observé dans l'éolien. L'État ne compte pas observer placidement la situation, puisqu'il a introduit une clause dans les contrats stipulant qu'en cas de résiliation anticipée, les producteurs devront reverser une indemnité égale à la somme actualisée des montants perçus depuis le début

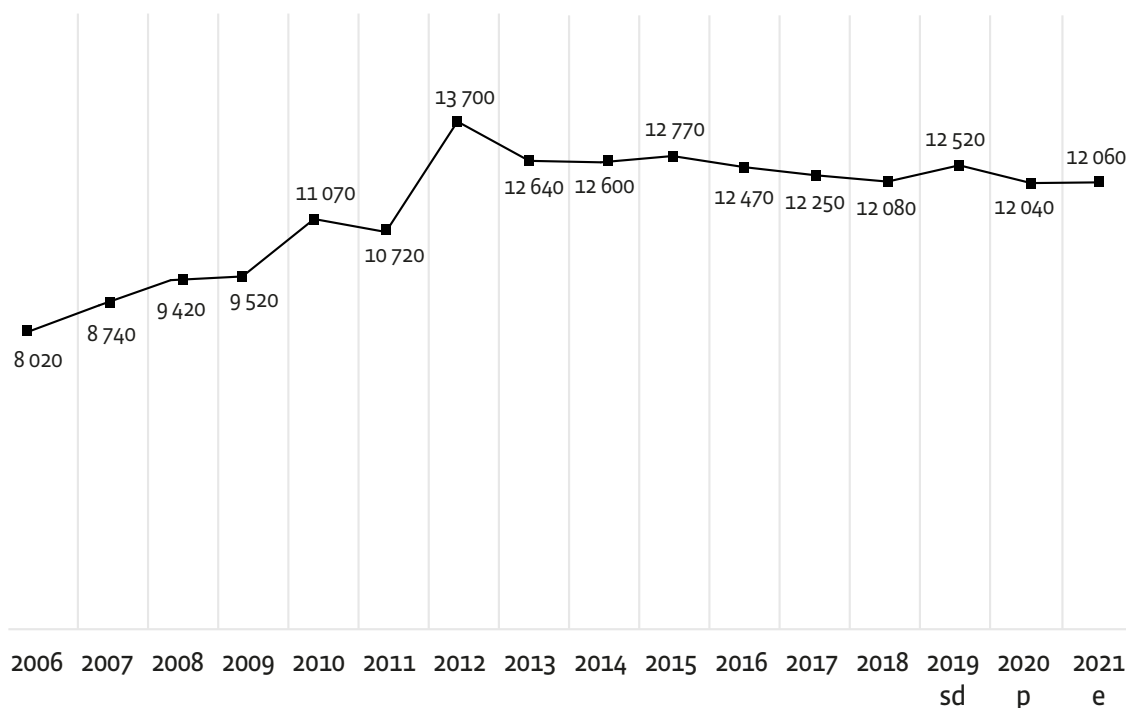
1. Source : GreenUnivers, « La petite hydroélectricité migre vers la vente sur le marché », 13 octobre 2022.

Graphique n°2

Emplois directs dans la filière hydraulique française

Source : « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », Ademe, 2022.

sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



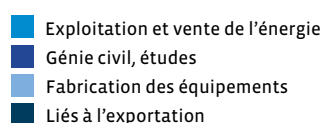
du contrat. D'autre part, le gouvernement a annoncé en octobre 2022 la mise en place d'un plafonnement du prix de l'électricité à 180 €/MWh, un mécanisme approuvé par le Conseil des ministres européens le 30 septembre 2022. Il vise à récupérer auprès des producteurs d'électricité le profit réalisé sur leurs ventes au-delà de 180 euros du mégawattheure. Ce mécanisme concerne les producteurs d'électricité à partir d'énergies renouvelables, de nucléaire, de gaz et de charbon. Le gouvernement entend récupérer 5 à 7 milliards d'euros par ce biais, ce qui permettra de financer les aides mises en place pour soutenir les entreprises et les collectivités en difficulté face à la hausse des factures d'énergie. Les nouvelles centrales devraient cependant échapper à ce

plafond pendant les dix-huit premiers mois de leur exploitation et, pour l'hydroélectricité, des exonérations ont été prévues. Elles concernent les centrales de moins de 1 MW, l'hydroélectricité de retenue et les stations de pompage (Step).

PLUS DE 12 000 EMPLOIS ET 3,2 MILLIARDS DE CHIFFRE D'AFFAIRES

Dans son étude annuelle « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », l'Ademe estime l'emploi du secteur hydroélectrique à 12 060 équivalents temps plein (ETP) en 2021, pour un chiffre d'affaires de 3,2 milliards d'euros. Ainsi, depuis 2013, l'emploi s'est maintenu

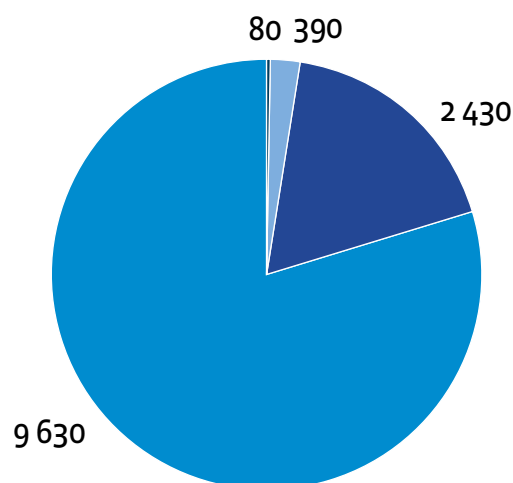
entre 12 000 et 13 000 ETP. Le détail de la composition des emplois de 2020 (année la plus récente pour laquelle cette décomposition est disponible) montre la forte part des emplois liés à l'exploitation et à la maintenance des centrales. Un résultat logique pour un secteur où la réalisation de nouvelles centrales et la modification d'anciennes ne représentent qu'une toute petite partie de l'activité économique.



Graphique n°3

Répartition des emplois 2020 selon la chaîne de valeur (ETP)

Source : « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », Ademe, 2022.

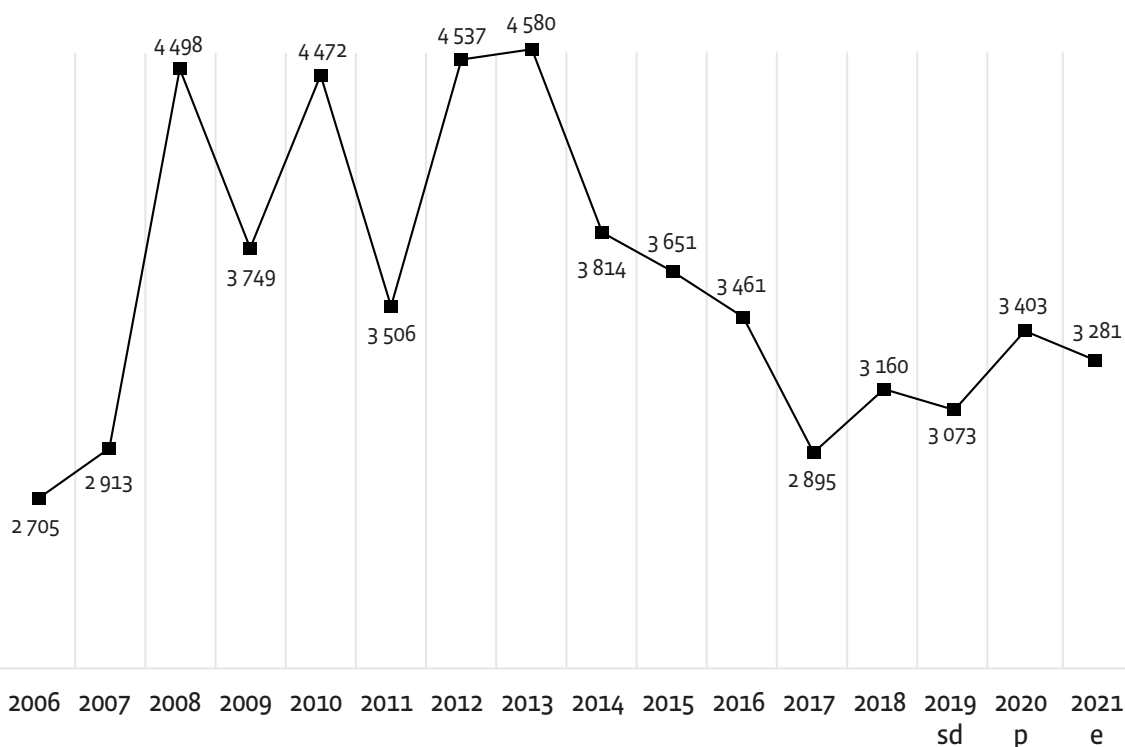


Graphique n°4

Chiffre d'affaires de la filière hydraulique française (en M€)

Source : « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », Ademe, 2022.

sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



Observ'ER

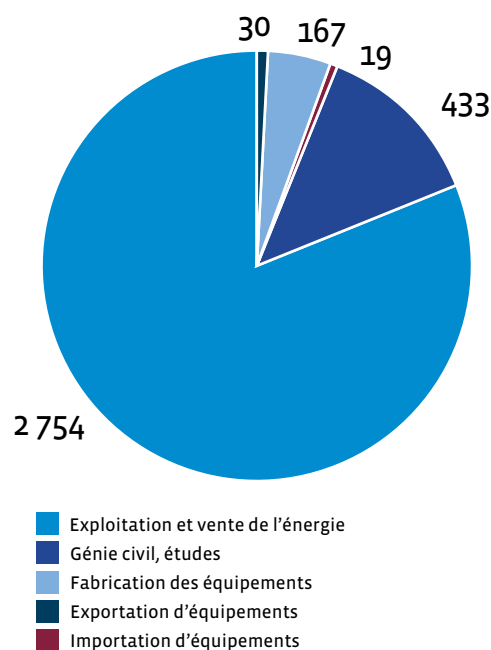
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

En matière de chiffre d'affaires, le secteur oscille autour de 3 milliards d'euros par an. Si la partie ingénierie française se porte bien, la partie industrielle a perdu gros avec l'arrêt de GE Hydro France. Issue du rachat des activités « énergie » d'Alstom à General Electric en 2015, cette filiale était spécialisée dans la production de turbines hydrauliques de grande puissance. En 2019, elle affichait encore un chiffre d'affaires de 212 millions d'euros (avec une partie en ingénierie et études), dont 84 % à l'exportation, et employait près de 750 salariés. Cependant, en 2017, GE Hydro a annoncé l'arrêt de la fabrication des turbines hydrauliques sur son site de Grenoble et, en 2021, le groupe a annoncé la fermeture de son site de Belfort, lieu de fabrication des alternateurs pour barrages hydroélectriques. La fermeture des sites de GE Hydro France n'a pas été une bonne nouvelle pour la filière, mais il existe par ailleurs une quinzaine d'autres entreprises françaises fabriquant des turbines, dont notamment Hydro Power Plant (HPP), Fugu-Tech, M2J Technologies, Turbiwatt ou Mecamidi. ●

Graphique n° 5

Répartition de l'activité économique 2020 selon la chaîne de valeur

Source : « Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération », Ademe, 2022.



Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.france-hydro-electricite.fr
- ✓ www.hydro21.org
- ✓ www.barrages-cfbr.eu
- ✓ Les pages du SER consacrées à la filière : www.enr.fr



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Jean-Marc Lévy**,
délégué général
de France hydro
électricité

1 Depuis 2018, les appels d'offres de la CRE retiennent de moins en moins de dossiers, et le dernier en date n'a retenu qu'une seule offre. Pourquoi ce phénomène ?

La quatrième période de l'appel d'offres petite hydroélectricité a en effet été largement sous-souscrit, puisque seules quatre offres ont été déposées. L'échec de cet appel d'offres tient selon nous à plusieurs raisons. Tout d'abord les prix plafond sont trop bas. L'inflation des coûts des matières premières depuis que les plafonds de l'AO ont été figés (T4 2018) est très importante, plus particulièrement depuis la fin de l'année 2020. Cela se reflète par exemple dans les prix moyens des projets soumis à la quatrième période (T4 2021), qui ont augmenté de 19 % par rapport à ceux de la troisième période (T2 2020). En appliquant la formule d'indexation prévue par la cinquième période en cours au prix moyen des projets soumis lors de la deuxième période, le niveau du prix moyen s'établirait à 118 €/MWh pour la famille 1¹ et 159 €/MWh pour la famille 2². Ces tarifs sont nettement supérieurs

aux plafonds actuels (100 €/MWh pour la famille 1 et 120 €/MWh pour la famille 2). La filière propose donc le relèvement des prix plafonds des appels d'offres à respectivement à 130 €/MWh et 160 €/MWh pour les familles 1 et 2, et ce dès la cinquième période. Autre souci, les cahiers des charges de l'appel d'offres 4 proposaient un complément de rémunération calé sur des prix de référence annuels (Mo annuel). Or les agrégateurs ne proposent plus de contrats en prix moyens annuels. L'écart entre une rémunération contractuelle théorique calculée en Mo annuel et une rémunération réelle calculée en Mo mensuel ou en prix Spot horaires réduit jusqu'à 75 % la recette des projets. Sur le plan du traitement des dossiers, les autorisations environnementales sont toujours aussi longues et difficiles à obtenir. Il y a un problème de gouvernance entre les directions départementales des territoires (DDT), l'Office français de la biodiversité et les préfets, qui débouche sur des niveaux d'exigence démesurés qui alimentent une surenchère permanente des préconisations demandées. Aussi, connaissant la difficulté à laquelle ils s'exposent, les développeurs doivent concentrer leurs efforts sur un plus petit nombre de projets, alors que le taux d'échec reste élevé. Pour dix

1. Installations implantées sur de nouveaux sites < 1 MW.
2. Installations équipant des seuils existants < 1 MW.



projets examinés, il est probable qu'un seul soit autorisé au final, au bout de cinq à dix ans. Mécaniquement, moins de projets sortent ces dernières années, compte tenu des barrières administratives.

2 Savez-vous quels objectifs devraient être fixés dans la prochaine PPE pour l'hydroélectricité ?

Les propositions faites par la DGEC³ sont d'accroître le parc actuel de petite hydroélectricité de 475 MW à 2028 puis de 315 MW supplémentaires à fin 2033. Du côté de la filière, nos propositions, aux mêmes échéances, sont d'ajouter 625 MW puis 790 MW à fin 2033. Le potentiel existe. Ainsi, à la demande de la DGEC, nous avons pu recenser dans l'urgence, auprès de nos seuls adhérents petits producteurs (620 centrales), plus de 165 MW de petits projets matures. Loin d'être exhaustif, ce volume de projets confirme la vitalité de notre filière et l'existence d'un potentiel résiduel que la France peut et doit exploiter, sans impact significatif sur la qualité des eaux. Les projets existent alors même que 70 % du potentiel est classé en liste 1. Nous rappelons qu'une partie de ces classements, notamment au titre des réservoirs biologiques (qui concernent essentiellement les hautes chutes), ne sont pas fondés sur le plan scientifique (beaucoup de classements s'étant faits « à dire d'expert »). La supposée non-compatibilité avec le Sdage⁴, qui est un obstacle récurrent et permet d'écarter les projets, est également souvent surestimée. Aujourd'hui le rapport de force est clairement défavorable au développement de projets faute d'instruction équilibrée entre intérêt énergétique et protection de la biodiversité. Pour autant, sur certains segments (famille 2), le potentiel est

essentiellement aux mains de quelques acteurs tels que VNF et les collectivités qui disposent de la maîtrise foncière. La mise en concurrence de ce foncier (qui concerne essentiellement les ouvrages de basse chute) est une difficulté certaine pour répondre à l'appel d'offres. Le développement de ce potentiel serait seulement un moyen pour compenser la perte de productible induite par les demandes toutes récentes et très excessives de relèvements de débits réservés à l'occasion des mises en conformité environnementale ou des renouvellements d'autorisation (que l'on estime à ce stade à 0,5 TWh sur le seul parc de petite hydro) et la baisse de l'hydraulique sur certains cours d'eau.

3 Quels efforts pouvez-vous fournir pour aider le système électrique national à passer l'hiver ?

Nous avons adressé une lettre ouverte à la Première ministre concernant nos propositions pour contribuer à l'effort collectif pour cet hiver. Cette lettre vise à demander une impulsion politique pour activer au plus vite tous les leviers d'optimisation de la production en levant certaines contraintes administratives qui pèsent sur la petite hydroélectricité. Nous avons notamment mis en avant le fait d'autoriser les augmentations de puissance des installations et débrider les turbines afin de pouvoir produire plus d'électricité sur les sites existants, de débloquer administrativement les dossiers de remise en service d'anciens sites afin de leur permettre de

3. Direction générale de l'énergie et du climat.

4. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.



produire de l'électricité dans les meilleurs délais, d'augmenter le volume d'eau utile à la production d'hydroélectricité en réduisant temporairement les débits réservés tout en respectant la vie piscicole ou enfin de permettre une modulation raisonnée des retenues d'eau pour accroître le pilotage des centrales hydroélectriques et satisfaire au mieux la demande en électricité. L'hydroélectricité produit une énergie de proximité sûre, stockable, pilotable, qui émet très peu de CO₂ et qui participe à l'économie locale. De plus, la filière contribue à la préservation de la biodiversité puisque les centrales constituent des refuges en rivière pour les poissons ainsi que des milieux dits «écotones», très riches d'un point de vue de la biodiversité, susceptibles d'ensemencer les cours d'eau. Ces retenues d'eau sont donc facteur de résilience des cours d'eau au changement climatique. D'ailleurs, une grande majorité des installations existant depuis plusieurs décennies sont aujourd'hui situées au cœur de zones protégées et sur des cours d'eau en bon état écologique, signant par là même leur cohabitation harmonieuse avec la biodiversité. ●



Centrale Biowatts
de cogénération à partir
de biomasse - Angers.

Rodolphe Escher-Dalkia

Essentiellement tournées vers la production de chaleur, les centrales biomasse jouent tout de même un rôle dans le mix électrique national grâce à la cogénération. La mise en service, au fil du temps, des installations sélectionnées dans le cadre des appels d'offres CRE a permis à la filière de d'ores et déjà atteindre ses objectifs à fin 2023. Si aucun appel d'offres n'est actuellement prévu, le contexte climatique et énergétique actuel pourrait changer la donne dans la prochaine PPE.

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée à fin 2021

800,32 MWe

Production électrique en 2021

4 168 GWh

Objectif à fin 2023

800 MWe

Objectif à fin 2028

800 MWe

*Emplois directs dans la filière en 2021
(toutes valorisations énergétiques confondues)*

7 440

*Chiffre d'affaires dans la filière en 2021
(toutes valorisations énergétiques confondues)*

1 935
millions d'euros

FILIÈRE BIOMASSE SOLIDE

BIOMASSE SOLIDE

En France, comme dans de nombreux autres pays européens, la biomasse solide est la première des énergies renouvelables, représentant 36 % de la production primaire d'énergies renouvelables en 2021 (33 % en 2020 et 35,2 % en 2019), soit 125 TWh. La consommation primaire de biomasse solide s'est, elle, élevée à 132 TWh, dont 121 TWh pour la production de chaleur et 11 TWh pour celle d'électricité. Le résidentiel reste en 2021 le principal secteur consommateur de bois-énergie, avec 61 % de la consommation primaire. La part du secteur de l'énergie est cependant passée de 13 % en 2013 à 22 % en 2021, du fait de la forte augmentation de la consommation de bois par les installations de cogénération et les réseaux de chaleur. La cogénération biomasse présente en effet l'intérêt d'avoir un rendement énergétique souvent bien supé-

rieur à 75 %, avec dans ce cas un coût à la tonne de carbone évitée parmi les plus bas. Au-delà de ça, elle a l'avantage d'assurer une production d'électricité continue, contrairement au photovoltaïque ou à l'éolien. Elle est également un atout pour la compétitivité de la filière bois et le développement des territoires à travers des investissements locaux et la création d'emplois non délocalisables. Elle allonge la période d'exploitation forestière en permettant une production de plaquettes toute l'année, et non seulement en période hivernale comme c'est le cas pour la seule alimentation des réseaux de chaleur. Elle offre aussi la possibilité aux industriels du bois d'utiliser in situ leurs sous-produits pour produire une électricité décarbonée, vendue ou autoconsommée, et valoriser de la chaleur dans un dispositif de

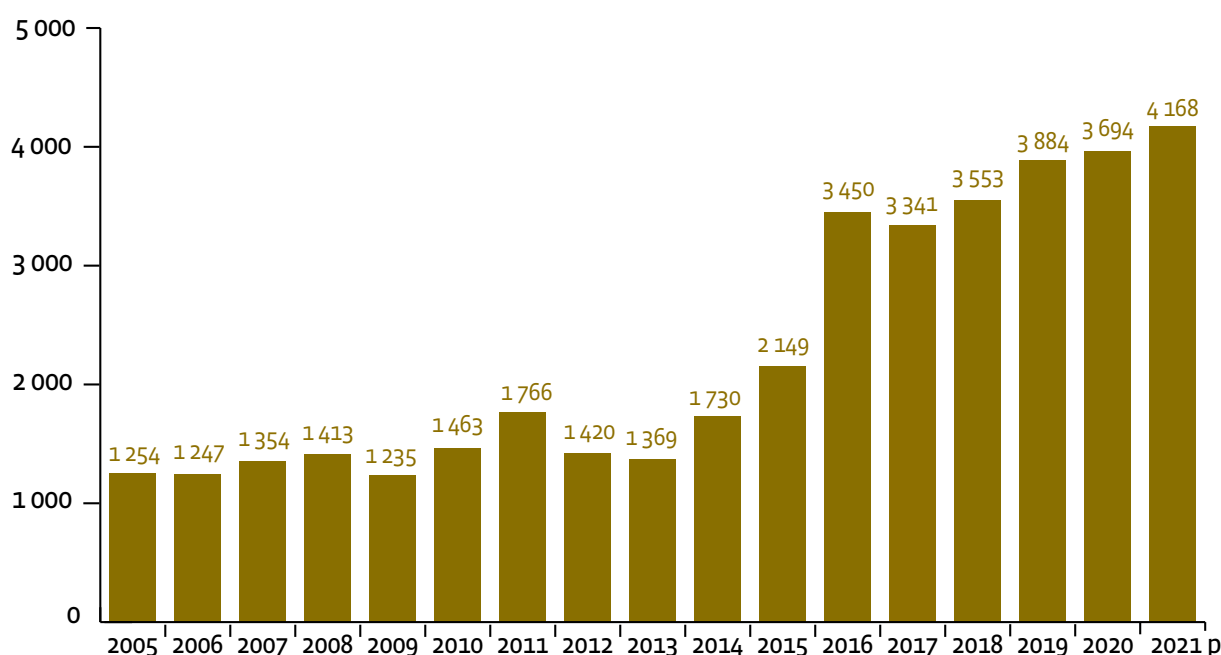


Graphique n° 1

Production d'électricité biomasse solide en France en GWh

Source : Sdes.

p. : prévisionnel



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Idex poursuit ses investissements dans la cogénération biomasse

Après avoir acquis l'année dernière l'unité Sylvania de 22 MWe, Idex poursuit en 2022 ses investissements dans la cogénération biomasse. Fin mai, le groupe a acheté à Akuo les droits de construction de deux centrales (CBK1 et CBK2) sur le site du Centre spatial guyanais (CSG), à Kourou, droits acquis en 2020 dans le cadre d'appels à projets organisés par le Centre national d'études spatiales (Cnes). Ces deux centrales, alimentées par de la biomasse locale, produiront de l'électricité (9,1 MWe) et du froid (9,1 MWth sous forme d'eau glacée) pour la base spatiale et seront mises en service respectivement en janvier 2024 et en janvier 2025. La production d'électricité sera en partie injectée sur le réseau électrique guyanais. Toujours en Guyane, Idex construit une installation de production d'électricité à partir de biomasse : Biomasse énergie de Montsinéry (BEM). D'une puissance de 6 MW, l'unité sera localisée sur la commune Montsinéry-Tonnegrande et sera mise en service au premier semestre 2023.

En métropole, le groupe est entré en négociations exclusives avec le fonds d'investissement Pearl infrastructure capital pour l'acquisition de 49 % de ses parts dans les centrales de cogénération biomasse de Mesnil-Saint-Nicaise et Estrée-Mons (Hauts-de-France) ainsi que de 100 % de la société Akuo biomass détenue par Pearl. L'opération est cependant soumise à l'approbation de l'Autorité de la concurrence.

séchage des bois. La production d'électricité seule à partir de biomasse solide est en revanche rare car elle présente un rendement faible. À fin 2022, la France métropolitaine comptait 64 centrales biomasse solide recensées produisant de l'électricité, pour une puissance de 800,32 MWe. Le secteur a ainsi atteint un an en avance les objectifs fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2020 d'atteindre 800 MWe en 2023 (même niveau à 2028). En 2021, la production électrique brute à partir de biomasse a été de 4 168 GWh.

Jusqu'en 2016, le développement des centrales de cogénération biomasse était soutenu en France via un système d'appels d'offres organisé par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), par lequel l'État fixait un tarif d'achat préférentiel pour l'électricité produite, et par un système de tarif d'obligation d'achat

appliqué à guichet ouvert 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. Il a été adopté pour le dernier appel d'offres organisé, l'appel d'offres pluriannuel CRE 5 (2016, 2017, 2018). Devant la progression de la filière et conformément aux orientations sur la valorisation prioritaire de la biomasse sous forme de chaleur, le ministère n'a prévu pour l'instant aucun autre appel d'offres de cogénération biomasse.

À GARDANNE, LA RECONVERSION AVANCE

L'un des projets les plus emblématiques du secteur est celui de la centrale électrique à charbon de Gardanne (Bouches-du-Rhône), dont

Hynovera, trois projets en un

À Gardanne, le projet Hynovera repose sur la combinaison de trois procédés nécessitant 6 des 80 hectares libérés par l'arrêt du charbon : un gazéificateur qui produira du gaz à partir de plaquettes forestières issues du broyage de bois, une usine d'électrolyse de l'eau de 100 MW qui permettra la production d'hydrogène à partir d'électricité verte obtenue probablement via un contrat long terme d'approvisionnement auprès d'un agrégateur, et un procédé qui associera l'hydrogène vert au gaz de synthèse pour donner des carburants (e-kérosène et e-méthanol). Sur les 460 millions d'euros du financement, Hy2gen espère plus de 150 millions d'euros de subventions. Si le projet obtient toutes les autorisations nécessaires en 2023, la construction pourrait démarrer en 2024.

la tranche 4 a été convertie à la biomasse en 2016 avec l'ambition de fournir 6 % de la production d'électricité de la région Paca et de couvrir 3 % de sa consommation (150 MWe). Cependant, les grandes quantités de combustible nécessaires à son approvisionnement (850 000 t/an) ont créé à l'époque de vives polémiques, d'autant qu'une moitié devait venir du Brésil. Un recours administratif a ainsi été déposé par des associations de défense de l'environnement entraînant l'annulation en 2017 par le tribunal administratif de Marseille de l'autorisation de l'exploitant, rétablie en 2020 par la cour administrative d'appel. Entre-temps, 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 vendu Gardanne à GazelEnergie, filiale du groupe tchèque EPH. Après deux ans et demi d'arrêt de la centrale pour cause de mouvement social et de difficultés techniques, le nouveau propriétaire a fermé la tranche charbon de 600 MW en décembre 2020 et remis en fonctionnement la tranche biomasse en juillet 2021, avec un plan d'approvisionnement prévoyant de remplacer le bois brésilien par du bois européen. Cette action a cependant été accompagnée d'un plan de

sauvegarde de l'emploi (PSE) prévoyant la suppression de 98 postes sur 154. La CGT a dénoncé ce plan et un mouvement de grève s'est à nouveau formé.

La fermeture de la tranche charbon et le maintien de la tranche biomasse s'accompagnent d'un « pacte pour la transition écologique et industrielle du territoire de Gardanne-Meyreuil » qui pourrait voir aboutir la création sur le site d'une unité de production de carburants verts (projet Hynovera de Hy2gen), d'une scierie (projet Filière bois) et d'un système d'alimentation d'un réseau de chaleur (projet Canthep). Les associations environnementales ne sont cependant pas en faveur de ces investissements. Le projet Hynovera est le plus avancé. Hy2gen SAS France (Aix-en-Provence) l'a présenté en septembre 2022 dans le cadre d'une concertation publique, encadrée par la Commission nationale du débat public. Elle prévoit de produire à terme 100 000 litres par jour de carburants pour l'aviation (e-kérosène) et 200 000 litres de e-méthanol éventuellement pour le transport maritime (cf. encadré).

La scierie industrielle occuperait, quant à elle, une surface de deux

ou trois hectares. Elle utiliserait du bois local, le pin d'alep ayant été récemment labellisé bois de construction. Les déchets de bois de la scierie serviraient à alimenter la centrale biomasse, tandis que la chaleur générée lors de la production électrique serait utilisée par la scierie pour sécher le bois. Le projet Canthep, canal thermique de Provence, porté par GazelEnergie et Engie, vise, lui, à alimenter les réseaux de chaleur d'Aix-en-Provence, Gardanne et Meyreuil, à partir des fumées émises. Outre Hynovera, Filière bois et Canthep, d'autres projets industriels sont étudiés.

CRE5: DES PROJETS IMPORTANTS QUI SE CONCRÉTISENT

Face aux polémiques liées à la centrale de Gardanne, il a fallu attendre 2016 pour que l'appel d'offres CRE5 soit lancé. Il s'agit d'une procédure pluriannuelle (2016, 2017, 2018) d'envergure réduite. Chaque volet porte 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. L'efficacité énergétique minimale requise est de 75 %, soit un taux qui limite les chances des réseaux de chaleur, qui ne peuvent valoriser l'énergie thermique l'été (pour CRE3 et 4, ce seuil n'était respectivement que de 50 et 60 %). Lors de la première tranche du CRE5, 12 projets ont été retenus pour une puissance cumulée de 62 MWe.

Parmi les neuf dossiers retenus dans la catégorie moins de 3 MWe, on peut citer celui de Carbonex (groupe Soler) sur son site de Lacanau (Girondine de carbonisation), qui a vu le jour fin 2021 (1,4 MW). Dans la tranche des opérations de plus de 3 MWe, plusieurs sites ont été récemment mis en service, dont le dernier en date est celui du papetier Fibre excellence, à Saint-Gaudens (Haute-Garonne), pour une capacité

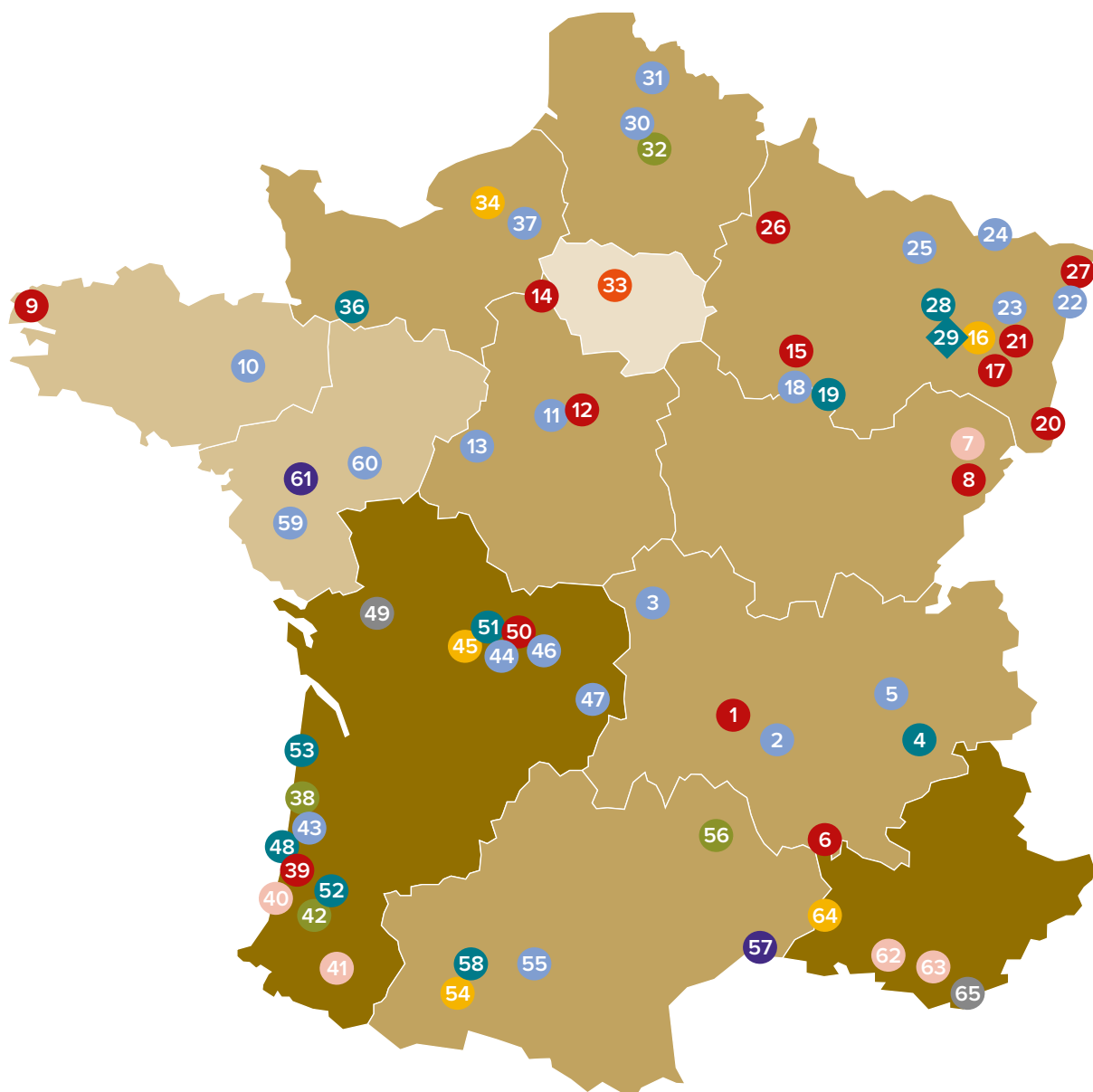
de 25 MWe. La deuxième tranche du CRE5 a retenu sept dossiers de moins de 3 MWe représentant une puissance totale cumulée de 10,62 MWe et deux projets de plus de 3 MWe pour un total de 40,98 MWe. Actuellement, seul le projet de Rayonier Advanced Materials, à Tartas (Landes), de 18,75 MWe, a abouti (décembre 2020). Pour la troisième tranche des appels d'offres CRE5, 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. Au final, 14 projets ont été retenus, représentant une puissance totale de 74,1 MWe. Le projet Novawood de 14,6 MWe, coporté par Novacarb, filiale du groupe Seqens, et Engie solutions, à Laneuveville-devant-Nancy (Meurthe-et-Moselle), est entré en service en septembre 2022. Celui de Golbey (Vosges), du groupe Norske Skog (25 MWe), a commencé sa construction en novembre 2022.

Outre les sites retenus dans le cadre des appels d'offres, 14 unités sont sous obligation d'achat. Les plus récentes sont celle de la PME française Européenne de biomasse, mise en service en juin 2020 sur la plateforme agro-industrielle de Pomacle-Bazancourt dans la Marne, dans le cadre de son complexe industriel Fica-HPIC, et celle de Veyrière bois énergie à Arlanc, de 2,6 MWe, mise en service fin décembre 2020. À Corde-mais, le projet de conversion à la biomasse de la dernière centrale au charbon en fonctionnement est relancé (Loire-Atlantique, 1 200 MW). Suite à l'annonce début 2020 d'Emmanuelle Wargon, alors secrétaire d'État auprès de la ministre de la Transition écologique et

Carte n° 1

Cartographie des sites de production d'électricité à partir de biomasse solide à fin 2022

Source : Observ'ER, 2022.



< 5 MW

de 5 à < 25 MW

de 25 à < 100 MW

plus de 100 MW

CRE1

CRE2

CRE3

CRE4

CRE5

Marché

OA (obligation d'achat)

Autoconsommation

Non renseigné

Site en construction

AUVERGNE RHÔNE-ALPES - 44,9 MW

- 1 Arlanc OA - 2,6 MW
- 2 Dunière CRE3 - 3,4 MW
- 3 Commentry CRE3 - 15 MW
- 4 Grenoble CRE5-1 - 8,3 MW
- 5 Le Cheylas CRE3 - 3,6 MW
- 6 Pierrelatte OA - 12 MW

BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ - 27 MW

- 7 Novillars CRE4 - 20 MW
- 8 Villiers-sous-Montrond OA - 7 MW

BRETAGNE - 15,6 MW

- 9 Lanvian OA - 5,2 MW
- 10 Noyal-Châtillon-sur-Seiche - CRE3 - 10,4 MW

CENTRE-VAL DE LOIRE - 35 MW

- 11 Orléans CRE3 - 7,5 MW
- 12 Orléans OA - 12 MW
- 13 Saint-Pierre-des-Corps CRE3 - 7,5 MW
- 14 Chartres OA - 8 MW

GRAND EST - 103,7 MW EN EXPLOITATION ET 25 MW EN CHANTIER

- 15 Bar-sur-Aube OA - 1,3 MW
- 16 Golbey CRE1 - 12 MW
- 17 Épinal OA - 6,4 MW
- 18 Gyé-sur-Seine CRE3 - 3,3 MW
- 19 Gyé-sur-Seine CRE5-1 - 1,4 MW
- 20 Saint-Louis OA - 5,2 MW
- 21 Rambervilliers OA - 9,6 MW
- 22 Strasbourg CRE3 - 10 MW
- 23 Urmatt CRE3 - 5 MW
- 24 Forbach CRE3 - 6,4 MW
- 25 Metz CRE3 - 9,5 MW
- 26 Pomacle-Bazarcourt OA - 12 MW
- 27 Strasbourg OA - 7 MW
- 28 Laneuveville-devant-Nancy CRE5-3 - 14,6 MW
- 29 Golbey CRE5-1 - 25 MW

HAUTS-DE-FRANCE - 35,7 MW

- 30 Estrées-Mons CRE3 - 13 MW
- 31 Lens CRE3 - 6,7 MW
- 32 Mesnil-Saint-Nicaise CRE2 - 16 MW

ÎLE-DE-FRANCE - 0,5 MW

- 33 Corbeil-Essonnes Auto - 0,5 MW

NORMANDIE - 81,32 MW EN EXPLOITATION

- 34 Grand-Couronne CRE1 - 21 MW
- 35 Grand-Couronne CRE2 - 9 MW
- 36 Le Teillleul CRE5-1 - 1,32 MW
- 37 Alizay CRE3 - 50 MW

NOUVELLE-AQUITAINE - 205,23 MW

- 38 Biganos CRE2 - 69 MW
- 39 Morcenx OA - 11 MW
- 40 Vieille-Saint-Girons CRE4 - 17 MW
- 41 Lacq CRE4 - 19 MW
- 42 Tartas CRE2 - 14 MW
- 43 Labouheyre CRE3 - 3,5 MW
- 44 Limoges CRE3 - 7,5 MW
- 45 Saillat-sur-Vienne CRE1 - 12 MW
- 46 Moissannes CRE3 - 3,4 MW
- 47 Egletons CRE3 - 3,4 MW
- 48 Mimizan CRE5-1 19,38 MW
- 49 Secondigné-sur-Belle NR-3,5 MW
- 50 Moissannes OA-1,4 MW
- 51 Genouillac CRE5-1 1 MW
- 52 Tartas CRE5-2 18,75 MW
- 53 Lacanau CRE5-1 - 1,4 MW

OCCITANIE - 57 MW

- 54 Saint-Gaudens CRE1 - 20 MW
- 55 Montgailhard CRE3 - 4 MW
- 56 Mende CRE2 - 7,5 MW
- 57 Montpellier Marché - 0,5 MW
- 58 Saint-Gaudens CRE5-1 - 25 MW

PAYS DE LA LOIRE - 10,33 MW

- 59 Sainte-Florence CRE3 - 3,4 MW
- 60 Sainte-Gemmes-sur-Loire CRE3 - 6,9 MW
- 61 Vertou Marché - 0,03 MW

PACA - 184,04 MW

- 62 Gardanne CRE4 - 150 MW
- 63 Brignoles CRE4 - 22 MW
- 64 Tarascon CRE1 - 12 MW
- 65 Hyères NR-0,04 MW

solidaire, de la prolongation de la centrale jusqu'en 2024 voire 2026, EDF avait soumis un projet consistant à tester sur le site un dispositif baptisé Écocombust, consistant à fabriquer localement un nouveau combustible à partir de biomasse végétale (déchets de bois). Celle-ci serait densifiée pour améliorer son rendement énergétique et la conditionner au final sous la forme de black pellets (granulés torréfiés). Le projet incluait la création, en 2021-2022, d'une unité de production de 160 000 tonnes de granulés par an pendant quinze ans et la modification des deux tranches de la centrale pour un fonctionnement à partir d'un mélange composé de 80 % de pellets et 20 % de charbon jusqu'à sa fermeture en 2026. L'usine de pellets poursuivrait, elle, après ses activités. La direction d'EDF a cependant annoncé en juillet 2021 l'abandon du projet, les conditions technico-économiques ne semblant plus réunies. Mais en février 2022, Barbara Pompili, alors ministre de la Transition écologique, a annoncé le lancement d'un appel à manifestation d'intérêt (AMI) pour des projets de production industrielle de granulés, à hauteur de 80 000 tonnes par an « réalisables rapidement dans un an à trois ans ». Le groupe Paprec, allié à EDF, a déposé un dossier pour relancer le projet.

de la bagasse (résidus de l'exploitation de la canne à sucre) et de la biomasse. Albioma exploite également deux centrales de cogénération à la Réunion et une en Guadeloupe. Pour chacune, deux tranches sur trois fonctionnent à partir d'un mix entre bagasse et charbon. Leur conversion au 100 % biomasse est engagée et devrait s'étaler jusqu'à fin 2023. En Guadeloupe, le groupe a ainsi achevé en novembre 2020 la conversion de la tranche 3 (34 MWe) de la centrale du Moule (93,5 MWe au total), qui fonctionnait à 100 % au charbon. À la Réunion, les travaux ont démarré au premier semestre 2021 sur la tranche 100 % charbon de 48 MWe de la centrale de Bois-Rouge (108 MWe au total). Pour la centrale du Gol (109 MWe), le chantier doit s'effectuer selon un calendrier décalé par rapport à Bois-Rouge, en commençant également par la tranche 100 % charbon (51,8 MWe). En Guyane, Voltalia a mis en service début 2021 la centrale biomasse de Cacao de 5,1 MWe, sur la commune de Roura. Ces MWe s'ajoutent au 1,7 MWe déjà implanté par le groupe près de Kourou. À Saint-Georges-de-l'Oyapock, situé dans l'Est guyanais, la société Abiodis a quant à elle mis en service une unité de 3,6 MWe. Enfin, sur la commune de Montsinéry-Tonnegrande, Idex construit une centrale de 6 MW qui sera mise en service au premier semestre 2023 (cf. encadré).

DANS LES ZNI, DES ENJEUX FORTS

Dans les zones non interconnectées (ZNI), où la loi de transition énergétique pour la croissance verte a fixé un objectif d'autonomie énergétique d'ici à fin 2030, l'exploitation de la biomasse solide est un enjeu majeur. Ainsi, en Martinique, le groupe Albioma, racheté en avril 2022 par le fonds d'investissement américain KKR, a mis en service en septembre 2018 sur le site du Galion, à Trinité, la centrale Galion 2 de 40 MWe, alimentée par

La filière était cependant menacée par la réforme de la directive européenne sur les énergies renouvelables, dite RED II, qui proposait d'exclure toute utilisation de la biomasse ligneuse primaire comme source d'énergie renouvelable et de supprimer ainsi les dérogations en la matière accordées aux régions ultrapériphériques depuis la première révision de la directive RED en 2017. Le

Observ'ER

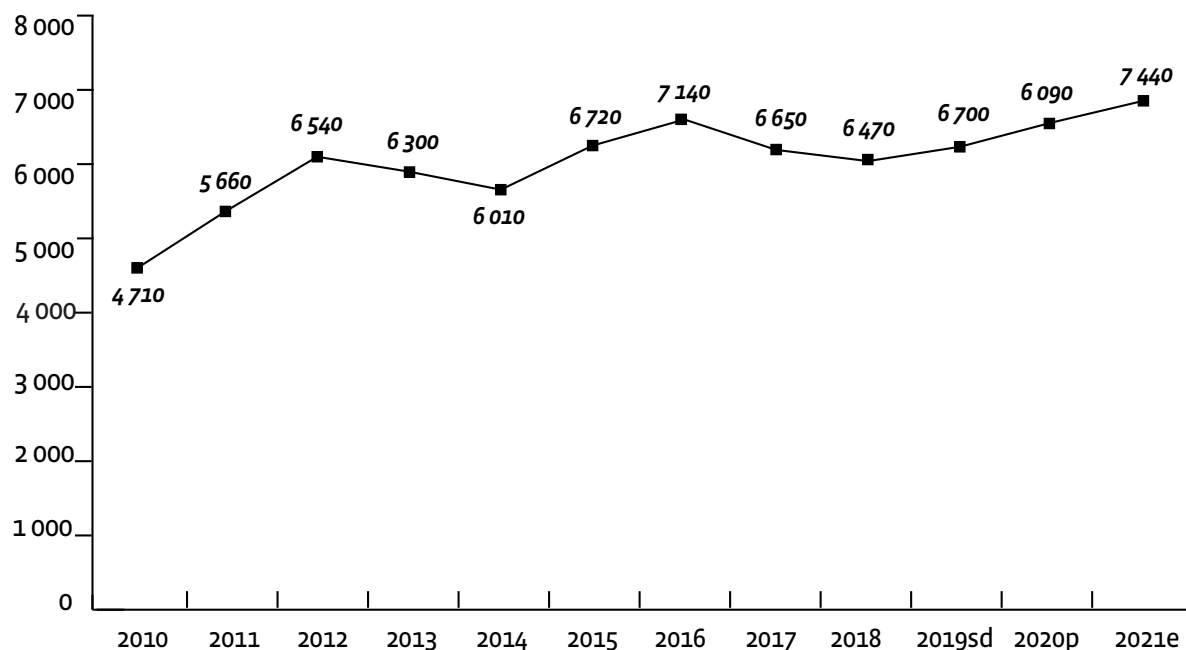
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 2

Évolution des emplois directs biomasse solide pour les secteurs collectif, industriel et tertiaire

Source : étude « Marchés et emplois, Ademe, 2022.

sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



Parlement européen a finalement adopté en septembre 2022 un amendement porté conjointement par la collectivité territoriale de Guyane (CTG) et l'organisme professionnel Interprobois « permettant à la Guyane et aux régions ultrapériphériques de continuer de recourir aux biocarburants, bioliquides et combustibles issus d'une exploitation durable de la biomasse ».

DES APPELS À PROJETS DE COGÉNÉRATION BIOMASSE DANS LA PROCHAINE PPE ?

Il n'existe pas d'étude qui suive précisément les agrégats socio-économiques de la valorisation électrique de la biomasse solide. L'étude de l'Ademe « Marchés et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération » approche le secteur

pour l'ensemble de ses valorisations électriques et thermiques, et cela dans ses applications collectives, industrielles ou tertiaires (pas domestiques). Dans la dernière édition de 2022, les chiffres montrent une croissance des emplois en 2021 à près de 7 500 équivalents temps plein (ETP) et un chiffre d'affaires de 1 935 millions d'euros (voir graphiques 2 et 3).

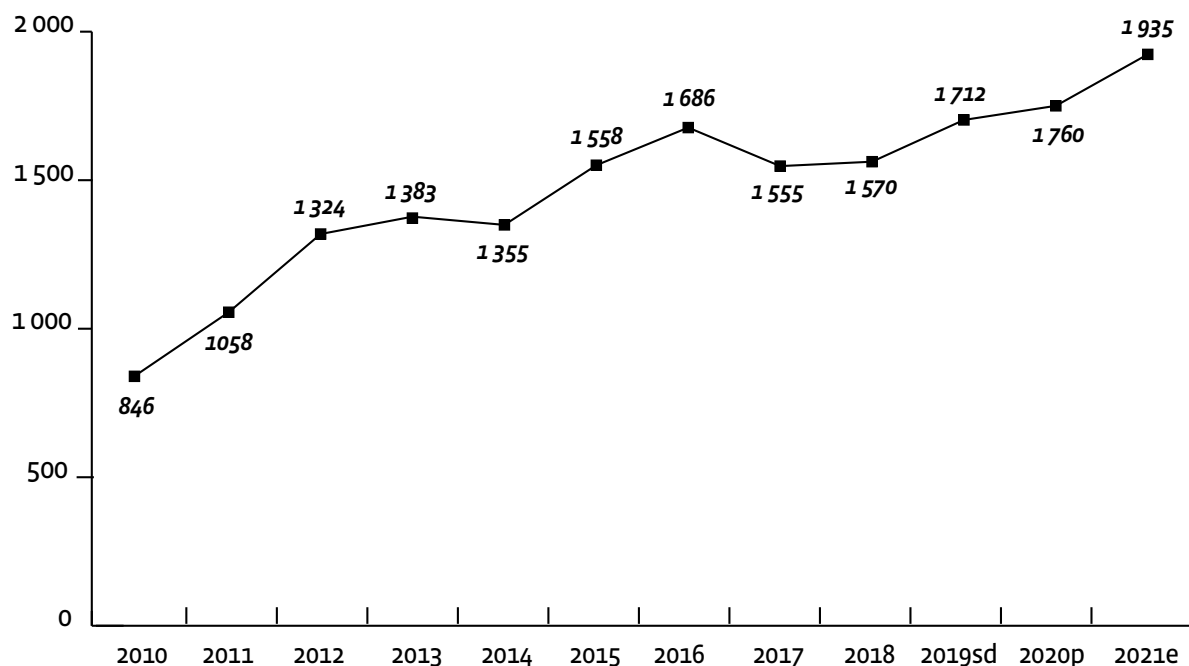
Pour 2020, dernière année disponible pour ces chiffres, la part industrielle consacrée à la fabrication des éléments et à la construction des sites représentait 19 % dans les emplois et 22 % dans le chiffre d'affaires, tandis que les activités d'exploitation et de maintenance des centrales représentaient environ 78 %.

Graphique n° 3

Évolution du marché biomasse solide pour les secteurs collectif, industriel et tertiaire (en M€)

Source : étude « Marchés et emplois », Ademe, 2022.

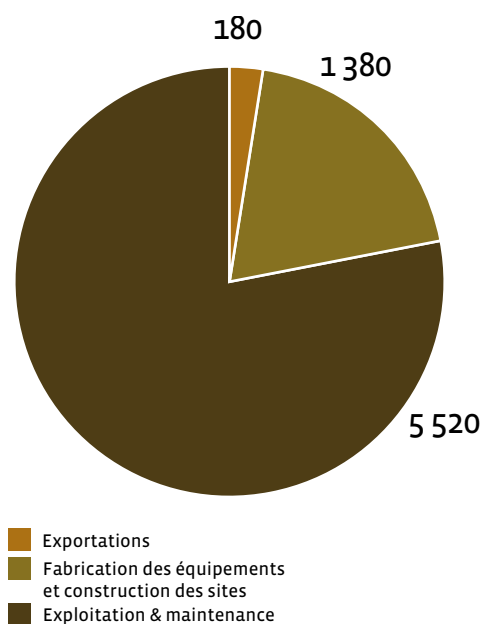
sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



Graphique n° 4

Décomposition des emplois directs 2020 sur la chaîne de valeur (en ETP)

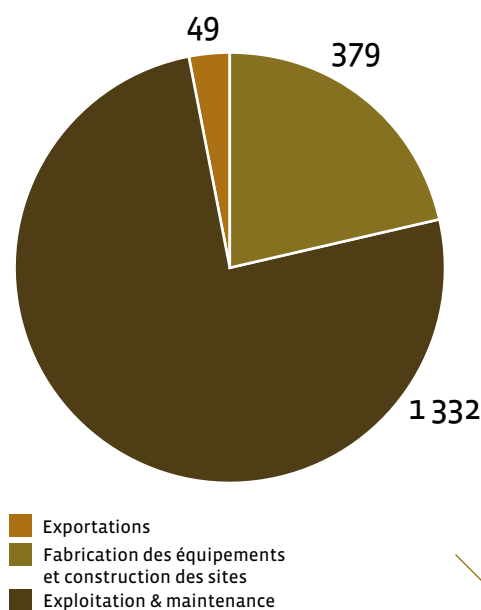
Source : étude « Marchés et emplois », Ademe, 2022.



Graphique n° 5

Décomposition de l'activité 2020 sur la chaîne de valeur (en M€)

Source : étude « Marchés et emplois », Ademe, 2022.



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Dans sa feuille de route de décarbonation de l'industrie papetière publiée en février 2022, le Conseil national de l'industrie identifie en effet clairement la cogénération biomasse comme l'un des leviers principaux pour respecter l'objectif de réduction de 39 % des émissions annuelles de GES dans le secteur d'ici 2030 par rapport à 2015. Il émet l'hypothèse de relancer des appels d'offres CRE afin de permettre le développement d'installations de cogénération biomasse sur 3 à 5 sites papetiers sur la période 2022-2030, ce qui permettrait de réduire les émissions de près de 300 ktCO₂ par an. Le document recommande ainsi, en vue de l'élaboration de la prochaine PPE, d'évaluer les impacts d'une éventuelle relance des appels d'offres en termes de compétitivité pour la filière, de coût du MWh de chaleur et de tCO₂ évitées par rapport à l'utilisation de chaudières biomasse, et en termes de consommation de biomasse. ●

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ <https://www.eurobserv-er.org>
- ✓ www.cibe.fr
- ✓ France biomasse énergie, commission biomasse du Syndicat des énergies renouvelables : www.enr.fr
- ✓ Le magazine en ligne www.bioenergie-promotion.fr, qui suit l'actualité du secteur



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Didier Roux-Dessarps**,
directeur général
adjoint en charge
de la direction
industrie chez Idex

1 Idex a racheté récemment plusieurs installations de cogénération biomasse ? Pourquoi ce choix ?

Notre métier est de gérer des infrastructures de fourniture d'énergies décarbonées pour le compte de nos clients publics et privés. En ce qui concerne la biomasse, nous possédons 250 installations thermiques, de plus en plus souvent pour le compte de clients industriels qui souhaitent se décarboner et être au maximum indépendants des énergies fossiles. Ces installations thermiques assurent notre croissance organique mais nous investissons effectivement en complément dans des installations de cogénération. Il s'agit d'accentuer encore notre présence dans l'industrie, qui représente pour nous un relais de croissance important. Nous avons ainsi acheté à Pearl Infrastructure Capital des parts dans les cogénérations biomasse installées chez Ajinomoto et Bonduelle, respectivement à Mesnil-Saint-Nicaise et Estrée-Mons, dans les Hauts-de-France. Le contexte actuel de prix de l'électricité très élevé est favorable à cette stratégie.

2 Ces investissements concernent le rachat d'unités existantes, pas le développement de nouvelles installations. Pourquoi cela ?

Effectivement, pour l'instant nous n'avons pas développé de nouvelle installation car il n'y a plus d'appel d'offres CRE. Nous rachetons des installations de cogénération existantes dans des zones où le gisement forestier est pérenne et qualitatif. Nous améliorons ensuite l'efficacité des contrats pour créer plus de valeur. Cependant, lorsque nous développons des installations biomasse thermique, pour lesquelles nous pouvons bénéficier d'aides de l'Ademe, nous réfléchissons désormais à la possibilité de surdimensionner les projets et investir dans une turbine pour convertir une partie de la vapeur produite en électricité. Tout dépend des besoins de l'industriel et des ressources locales en biomasse. La cogénération consomme beaucoup plus de bois que la simple production de chaleur, donc il faut, le cas échéant, être particulièrement attentif à ce qu'il y ait localement des filières d'exploitation pérennes de ressources forestières. Nous avons récemment signé un contrat de cogénération biomasse de ce type avec Euroapi, filiale de Sanofi, à côté de Rouen, à Saint-Aubin-lès-Elbeuf. Ceci dit, nous espérons pouvoir investir dans le développement d'installations de cogénération biomasse neuves dans le cadre de possibles nouveaux appels d'offres CRE. Nous espérons que la nouvelle PPE pourra remettre à l'ordre du jour ce type de solution, et ce dans un contexte de discussions intenses à Bruxelles sur les moyens d'améliorer l'indépendance énergétique de l'Europe. En effet, il serait souhaitable que Bruxelles estime désormais utile la production d'électricité



à partir de biomasse ou de combustibles solides de récupérations (CSR, cf. fiche déchets) et pousse les États à favoriser ce type d'installations.

3 Il y a beaucoup de craintes actuellement liées à l'idée d'une surexploitation des forêts et de pénuries de bois. Qu'en est-il?

Si l'on ressent actuellement une pénurie de bois de chauffage dans les magasins, c'est tout simplement parce que les besoins ont explosé brutalement et qu'il faut environ deux ans pour sécher du bois et pouvoir l'utiliser en bois énergie. Ce n'est pas parce que la forêt est surexploitée. Il n'en est rien. La forêt française a quasiment doublé en cent cinquante ans, selon l'Ademe, et on ne prélève chaque année que 55 % de son accroissement. Il n'y a rien à craindre, d'autant que le bois énergie ne représente que 8 % de ce qui est prélevé chaque année et que ce ne sont pas les grumes¹ qui sont utilisées, mais ce que l'on appelle des rémanents, c'est-à-dire des résidus de bois qui restent au sol et créent un terrain propice aux incendies. Mieux vaut donc leur donner un débouché. Cela permet un meilleur entretien des forêts. Il faut savoir en outre que l'Ademe, avant de soutenir un projet, contrôle très rigoureusement son plan d'approvisionnement en biomasse. Elle vérifie que le bois vient d'un périmètre raisonnable, qu'il s'agit bien de rémanents, que les volumes sont très largement disponibles sans conflit d'usage, et qu'enfin le cycle du carbone est bien respecté grâce aux programmes de reforestation. Il y a ainsi beaucoup de potentiel en France pour réaliser de très bons projets à la fois en thermique et en cogénération. ●

1. Tronc d'arbre avec son écorce.

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

CHIFFRES CLÉS

*Puissance électrique installée fin
septembre 2022 (méthanisation et ISDND)*

576 MW

Production électrique en 2021

2 918 GWh

*Objectif 2023
des installations de méthanisation*

270 MW

(285 MW installés fin septembre 2022)

*Objectif 2028
des installations de méthanisation*

340 – 410 MW

*Emplois directs dans la filière en 2021
(toutes valorisations confondues)*

4 460

*Chiffre d'affaires en 2021
(toutes valorisations confondues)*

1 485

millions d'euros

FILIÈRE BIOGAZ

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Le biogaz provient de la fermentation en l'absence d'oxygène de matières organiques (effluents d'élevage, déchets agroalimentaires, boues d'épuration, déchets ménagers...). Le gaz obtenu peut être valorisé sous forme d'électricité, de chaleur, ou les deux selon un processus de cogénération. Le biogaz peut également être injecté dans les réseaux de gaz fossile sous forme de biométhane ou enfin utilisé en tant que carburant (bioGNV). Sa production, facilement pilotable et stockable, croît régulièrement en France.

Dans l'Hexagone, le biogaz est utilisé en majorité pour produire de la chaleur et de l'électricité, avec respectivement 37 % et 27 % de part de valorisation en 2021. Cependant, depuis quelques années, la valorisation sous forme de biométhane est privilégiée par les politiques publiques. En 2021, elle était en forte croissance et a représenté 36 % de l'ensemble du biogaz produit en France. En matière électrique, le parc français représentait une puissance de 576 mégawatts (MW) au 30 septembre 2022 (pour 982 installations). Au cours des trois premiers trimestres de l'année, 10,8 MW supplémentaires ont été raccordés et 4,9 MW ont été déclassés. Ce résultat est plutôt décevant comparé au 20 MW raccordés sur la même période en 2021. La production d'électricité a également été décevante sur les trois premiers trimestres 2022, puisqu'elle s'est élevée à 2,0 TWh, soit 5 % de moins qu'en 2021 sur la même période. Sur l'ensemble des quatre trimestres de 2021, la production d'électricité s'était élevée à 2,9 TWh, soit 0,6 % de la consommation électrique du pays.

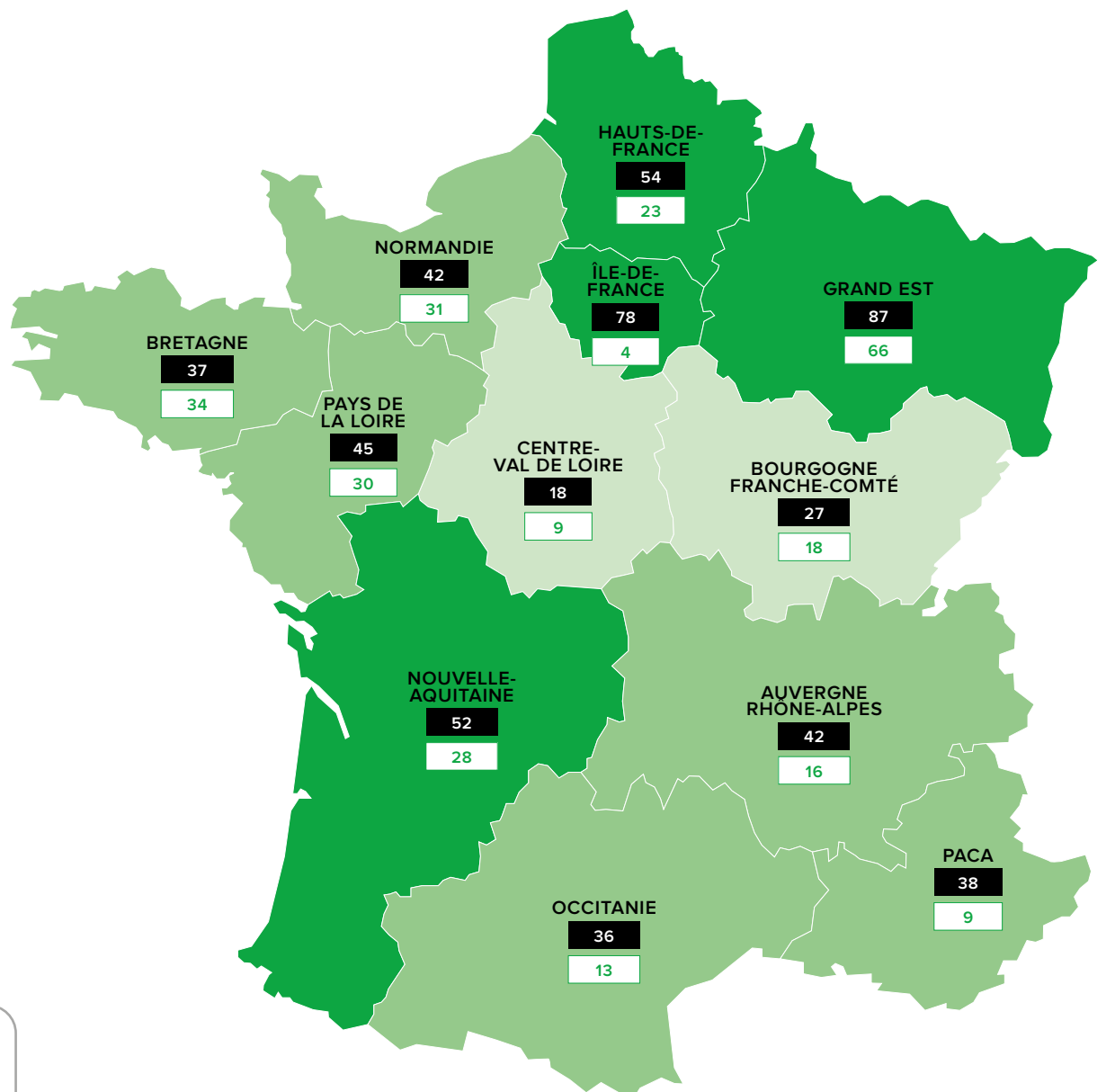
DES MÉCANISMES DE SOUTIEN MULTIPLES

En matière de soutien, le segment de la production électrique à partir de biogaz bénéficie d'un dispositif de tarif d'achat garanti sur vingt ans (OA, arrêté du 13 décembre 2016) pour les installations inférieures à 500 kW. Cela concerne essentiellement les opérations faites en milieu agricole, où l'utilisation d'effluents d'élevage est davantage encouragée que celle de cultures alimentaires. Pour les opérations de puissance plus importante, c'est le mécanisme du complément de rémunération (CR) qui s'applique. Il existe toutefois le principe de prévalence à l'injection, qui exclut du dispositif les installations de plus de 300 kW lorsqu'une étude de préféabilité de raccordement produite par le gestionnaire de réseau de distribution de gaz démontre la possibilité d'injecter le biogaz dans le réseau. La Commission de régulation de l'énergie (CRE) a mis en place en 2016 une procédure d'appel d'offres visant à sélectionner chaque année 10 MW de projets de méthanisation en cogénération (installations de 0,5 et 5 MW). Cependant, seules deux unités ont été retenues en 2016, deux en 2017 et une en 2019. Ces maigres résultats s'expliquent principalement par le fait que ces types de projets valorisent leur biogaz en mode cogénération et qu'alors la valorisation de la chaleur est souvent conditionnée par l'existence à proximité d'un réseau de chaleur ou d'un gros consommateur. En 2020, la procédure d'appel d'offres n'a pas été renouvelée, de par le petit nombre de dossiers retenus lors des éditions précédentes, mais également car le parc électrique avait déjà atteint le seuil de l'objectif fixé à fin 2023 par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 270 MW. Précisons que cet objectif ne porte que sur les seuls sites en méthanisation et

Carte n° 1

Cartographie des puissances biogaz électriques installées en France à fin septembre 2022 (en MW)

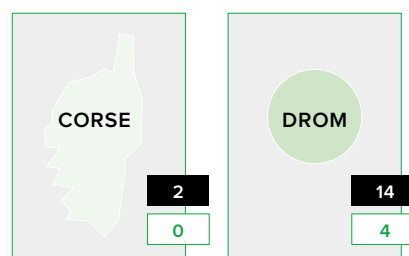
Source : Sdes.



517 Installations biogaz pour la production d'électricité (MW)

- < 10 MW
- 10 - 30 MW
- 30 - 50 MW
- > 50 MW

229 Installations de méthanisation pour la production d'électricité (MW)



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

que les installations de stockage de déchets non dangereux (soit les décharges) n'y participent pas.

L'Ademe soutient également la méthanisation, à la fois via des aides à la réalisation d'études préalables à la construction d'une installation et par le biais d'aides à l'investissement pour les installations en cogénération de moins de 0,5 MW dans certaines régions (Bourgogne Franche-Comté, Hauts-de-France, Nouvelle Aquitaine, Occitanie, Auvergne Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion). L'aide est fixée à 95 €/MWh PCI (pouvoir calorifique inférieur), avec un plafonnement à 200 000 €. L'agence met en complément en place des appels à

projets (AAP) ou des appels à manifestation d'intérêt (AMI), tout comme l'Agence nationale de la recherche (ANR). Côté recherche, la première pierre de la future plateforme Certiméthà a été posée en décembre 2022 dans l'Aube. Le site accueillera une unité de production de biogaz, une cellule de R&D, un service de formation professionnelle et un service de certification des innovations. Le centre permettra notamment aux entreprises innovantes de tester leurs inventions sur des cycles longs et de valider des unités pilotes avant l'étape de commercialisation.

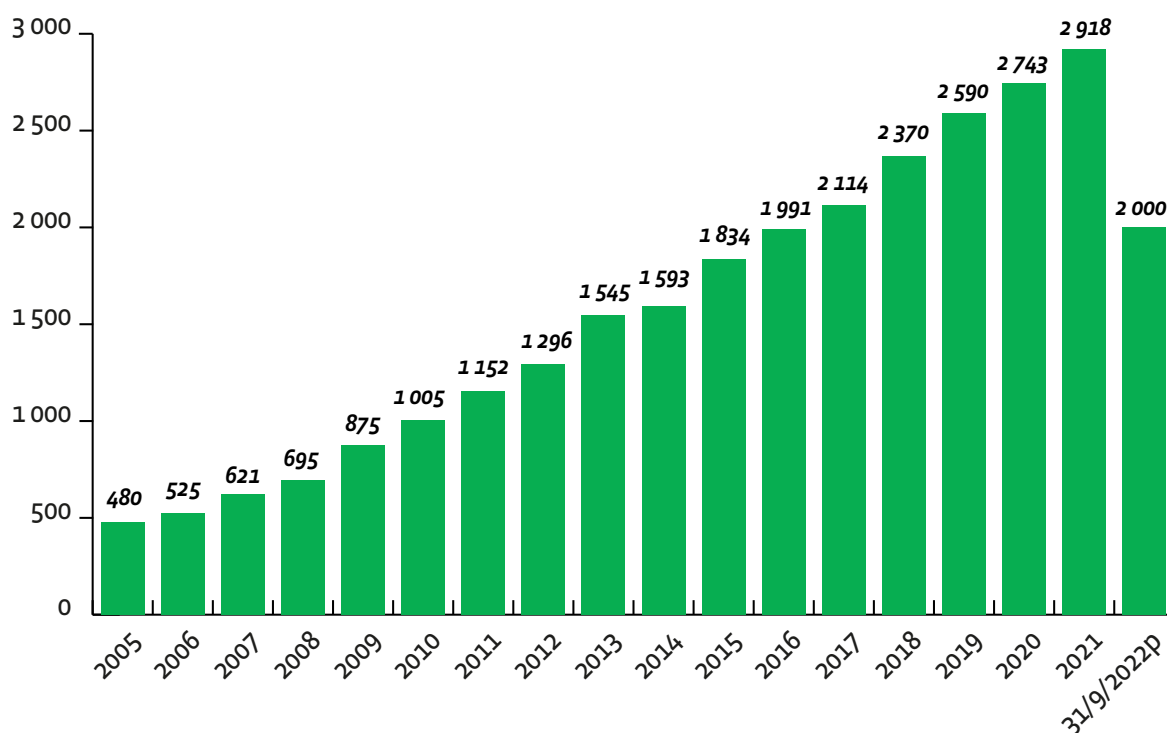
En complément, les interventions des collectivités territoriales en faveur de la filière du biogaz devraient se développer. La loi énergie-climat de



Graphique n° 1

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

Source : Sdes. p : prévisionnel.



Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

2019 autorise en effet les sociétés ou coopératives constituées pour porter un projet biogaz à proposer une part de leur capital aux collectivités territoriales ou aux habitants situés à proximité. Par ailleurs, pour les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND), un décret et un arrêté, publiés le 21 avril 2022 avec entrée en vigueur le lendemain, ont supprimé le soutien à la production d'électricité pour mettre en conformité la réglementation française avec les décisions de la Commission européenne. Les deux textes abrogent les dispositions du code de l'environnement relatives à l'éligibilité de la filière à l'obligation d'achat et au contrat de rémunération,

ainsi que l'arrêté du 3 septembre 2019 qui fixait les conditions d'achat de l'électricité et du complément de rémunération pour cette filière.

PROFESSIONNALISATION ET STRUCTURATION DE LA FILIÈRE

Les multiples secteurs d'application des sites biogaz et les diverses formes de valorisation énergétique ont fait que la filière a progressé à des rythmes différents selon les segments. Selon l'enquête sur la méthanisation en France réalisée par Observ'ER en partenariat avec l'Ademe (publiée en mai 2022), il y avait au 1^{er} janvier 2022 889 installations de méthanisation

Plusieurs technologies pour une même filière

En matière de biogaz, il existe plusieurs sortes d'installations en fonction du type de déchets traités.

1. Les décharges (ou installations de stockage de déchets non dangereux, ISDND)

Les installations exploitant le biogaz issu des ISDND sont moins nombreuses que les installations de méthanisation mais possèdent généralement une puissance unitaire moyenne importante (1,7 MW). Elles contribuent à 47 % de la puissance totale installée. Selon le Sdes¹, il y avait à fin septembre 2022 160 ISDND raccordées au réseau électrique pour une puissance totale de 269 MW.

2. Les ordures ménagères

Les unités de méthanisation d'ordures ménagères fonctionnent soit à partir de biodéchets collectés sélectivement, soit à partir d'ordures ménagères résiduelles dont on extrait la fraction fermentescible (unités de tri mécanisation biologique, dites TMB). Le développement des TMB est aujourd'hui stoppé en raison de mauvais retours d'expérience. Selon une enquête sur la méthanisation réalisée par Observ'ER en partenariat avec l'Ademe publiée en mai 2022, il y avait au 1^{er} janvier 2022 17 unités de méthanisation de déchets ménagers, dont 12 produisant de l'électricité en cogénération, pour un total de 22,1 MW. Ce chiffre est stable depuis trois ans.

1. Service des données et études statistiques.

3. Les sites industriels

Selon cette même étude, au 1^{er} janvier 2022, 107 installations traitaient les effluents issus de l'activité d'entreprises des secteurs agroalimentaire, pharmaceutique, de la chimie ou de la papeterie. Ici, le biogaz a surtout pour objectif de produire de la chaleur utilisée directement sur les sites industriels. Parmi ces installations, 17 unités fonctionnent en cogénération pour une puissance électrique installée de 7 MW, et une puissance moyenne par unité de 411 kW. Ce chiffre est constant depuis deux ans.

4. Les stations d'épuration urbaines

Toujours selon l'étude Observ'ER/Ademe, au 1^{er} janvier 2022, on comptabilisait 95 installations dont 38 en cogénération pour un total de 29,04 MW et une puissance moyenne de 764 kW. Les boues des stations d'épuration 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 pour un mélange avec le gaz fossile.

5. Les installations de méthanisation agricole individuelles et territoriales

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'installations : les sites de méthanisation à la ferme gérés par un seul agriculteur et les unités dites territoriales, qui souvent traitent des effluents issus de plusieurs élevages ainsi que des déchets industriels ou de collectivités. Selon l'enquête Observ'ER/Ademe, au 1^{er} janvier 2022, au total 692 unités étaient recensées pour une puissance électrique de 190,1 MW.

à la ferme en France, dont 623 raccordées au réseau électrique, pour un total de 133 MW. Ce chiffre est en croissance constante, avec une augmentation de la puissance moyenne des installations (213 kW). À la même date, 158 installations de méthanisation centralisées étaient en fonctionnement en France, dont 65 en cogénération, pour un total de 57 MW. La croissance de ce modèle de méthanisation est beaucoup plus lente et l'on observe une baisse de la puissance moyenne (877 kW). Les installations issues des autres types (ordures ménagères, sites industriels...) stagnent.

La filière étant relativement jeune en France, un travail piloté par le ministère de la Transition écologique avait émis en mars 2018 une quinzaine de propositions, validées par l'État, pour mieux la structurer. Pour les sites agricoles, les principales pistes avaient été la sortie du statut de déchet pour les digestats¹, l'utilisation possible du bioGNV par les engins agricoles et la création d'un fonds de garantie publique permettant à

1. Ce sont les résidus, ou déchets « digérés », issus de la méthanisation des déchets organiques.

BPIFrance d'accorder des prêts sans garantie de la part de l'investisseur. La filière a également observé une simplification des procédures liées aux installations classées protection de l'environnement (ICPE). D'autres actions ont participé à la professionnalisation du secteur, comme la création du label qualité Qualiméthas pour la conception et la construction d'unités de méthanisation, qui conditionne notamment les aides de l'Ademe, ou la réalisation d'un centre technique du biogaz et de la méthanisation pour aider la filière à répondre aux spécificités nationales. Par ailleurs, la Banque des territoires, l'Ademe investissement, GRTgaz, Eiffel Investment Group et Société générale assurances ont lancé en février 2020 le fonds Eiffel gaz vert destiné à soutenir le développement de 50 à 100 unités de méthanisation en France et en Europe, via des prises de participation minoritaires, apports en capital ou quasi-capital. La Fondation Avril a quant à elle lancé en décembre 2020 le fonds Agri impact avec la société de gestion Citizen Capital pour accompagner les agriculteurs dans la diversification d'activité. Enfin, le comité stratégique de filière Industries des nouveaux systèmes énergétiques, institué en 2019, s'est fixé une feuille de route dédiée à la méthanisation, qui *« identifie les grands leviers de compétitivité que la filière devra activer pour atteindre à horizon 2030 une baisse de 30 % des coûts de production »*.

UN CONTEXTE FRANÇAIS SPÉCIFIQUE

Cependant, malgré ces actions d'accompagnement, le développement du biogaz rencontre une opposition sur le terrain, notamment au niveau des sites à la ferme. En effet, le modèle agricole fondé sur la valorisation fumier et sur certaines cultures est largement majoritaire dans le

modèle français, car il permet de fournir de la matière organique en assez grande quantité. Mais c'est également essentiellement sur lui que repose le développement du biogaz dans le mix énergétique français et autour de ses projets que les associations locales d'opposition à l'installation de méthaniseurs se multiplient. On lui reproche son impact sur l'agriculture française, ses besoins en énergie, ou encore les risques industriels qu'il ferait peser sur les territoires.

Autre élément propice aux critiques: l'épandage du digestat utilisé comme fertilisant naturel. Dans les régions calcaires où les sols sont peu épais, ces épandages riches en azote peuvent donner lieu à une infiltration dans les eaux souterraines, alerte Michel Bakalowicz, du Comité scientifique pour une méthanisation raisonnée. Dernier point sensible, le fait d'utiliser une partie des cultures céréalières pour une production énergétique soulève la question de la vocation de l'agriculture. Pourtant, sur ce point, le modèle français est plus hésitant que la stratégie de l'Allemagne, où 9 300 unités de méthanisation produisaient déjà 30 TWh de biogaz en 2017. Depuis 2016, la France limite en effet à 15 % la part des cultures principales dans la totalité de la biomasse méthanisée, là où l'Allemagne a fixé un plafond de 44 % pour le maïs et les graines céréalières (cf. encadré). Pour compenser, les producteurs ont parfois recours à des cultures intermédiaires à vocation énergétique (Cive), implantées et récoltées entre deux cultures principales dédiées à l'alimentation. Cependant, ces cultures énergétiques sont elles aussi critiquées car elles nécessitent d'être semées, labourées, irriguées, voire fertilisées, et font augmenter le bilan environnemental de la méthanisation. Le

Clarifier l'utilisation des cultures principales et intermédiaires pour la production de biogaz

Un décret publié le 4 août 2022 apporte des précisions sur les cultures principales et intermédiaires utilisables pour la production de biogaz. Le code de l'environnement prévoyait auparavant une limite d'utilisation des « cultures alimentaires ou énergétiques, cultivées à titre de culture principale » de 15 % dans le tonnage brut total des intrants. Pour plus de clarté, le décret réduit la formulation à « cultures principales », et définit ces dernières comme toute culture remplissant au moins l'une des conditions suivantes :

1. unique culture récoltée sur une parcelle au cours d'une année civile. L'ancienne réglementation mentionnait une culture présente le plus longtemps sur un cycle annuel ;
2. culture déclarée comme culture principale dans une demande d'aide liée à un régime de soutien relevant de la Politique agricole commune ;
3. culture récoltée sur une parcelle pour laquelle aucune demande d'aide liée à un régime de soutien relevant de la politique agricole commune n'a été faite pour l'année de récolte ;
4. culture présente sur la parcelle au 1^{er} juin, ou, le cas échéant, à une autre date comprise entre le 1^{er} juin et le 15 juin, définie par le représentant de l'État dans le département, au regard des spécificités climatiques et des pratiques culturelles. L'ancienne réglementation retenait une période comprise entre le 15 juin et le 15 septembre ;
5. culture pérenne ou culture cultivée sur une parcelle sur laquelle une culture pérenne est implantée.

Les cultures intermédiaires sont, elles, désormais définies comme « des cultures cultivées sur le territoire de l'Union européenne qui ne sont pas des cultures principales et qui sont semées et récoltées sur une parcelle entre deux cultures principales récoltées sur une année civile ou deux années civiles consécutives ». L'ancienne réglementation les caractérisait simplement comme des cultures semées et récoltées entre deux cultures principales. Par ailleurs, pour les installations de production de biométhane injecté dans le réseau de gaz naturel mises en service après le 1^{er} janvier 2017, la limite de 15 % d'approvisionnement des installations en cultures principales est applicable pour chaque lot de biométhane, commercialisé ou consommé, mentionné à l'article R. 446-1 du code de l'énergie. Pour les installations de méthanisation mises en service après le 1^{er} janvier 2017, la limite d'utilisation de cultures principales est applicable au tonnage brut total des intrants utilisés sur les trois dernières années. Le décret ne reprend pas la possibilité de dépasser, à certaines conditions, la limite de 15 % qui était anciennement prévue à l'article D. 543-292 du code de l'environnement. L'objectif de ces modifications est in fine de limiter l'utilisation des cultures principales pour la production du biogaz plutôt que pour l'alimentation.

modèle d'un secteur biogaz à la française est donc encore à définir. Cela a d'ailleurs été l'objet d'une mission d'information parlementaire commencée en mars 2021. Elle plaide en faveur d'un modèle de méthanisation « *fondé sur un développement maîtrisé, cohérent avec les territoires et leurs capacités propres, respectueux de l'environnement et utile aux agriculteurs* ».

RALENTISSEMENT DANS LE DÉVELOPPEMENT DES EMPLOIS ET LES INVESTISSEMENTS

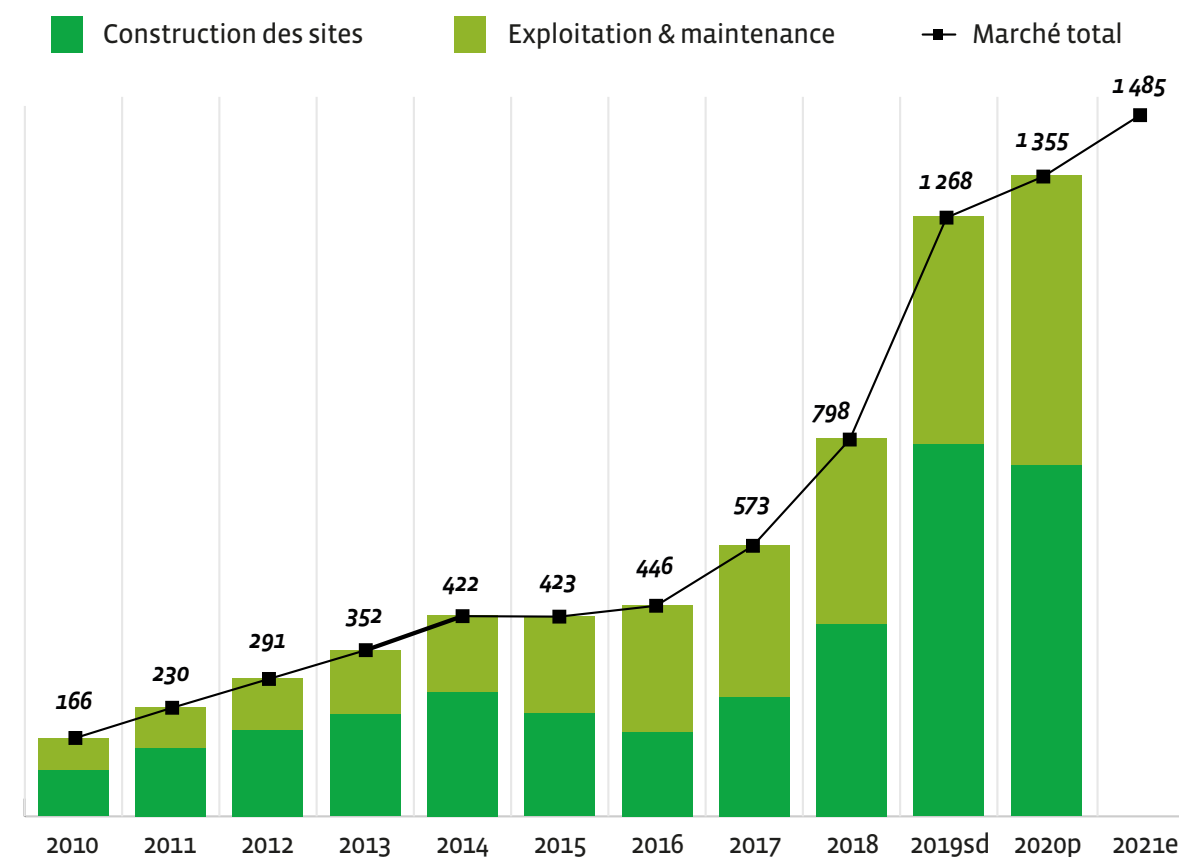
Les chiffres publiés en septembre 2022 dans l'étude « Marchés et emplois » de l'Ademe font état d'un marché de la

méthanisation et des ISDND produisant du biogaz atteignant 1,355 milliard d'euros en 2020 (+ 70 % par rapport à 2018) et une première évaluation de 2021 à 1,485 milliard. Ces chiffres portent sur l'ensemble des différentes valorisations (électricité, chaleur et biométhane injecté). Les emplois directs sont, quant à eux, estimés à 4 420 (graph. n° 2) fin 2020 et autour de 4 460 pour une première évaluation de 2021. Cet agrégat est en nette progression depuis 2017, mais avec cependant un fort ralentissement entre 2019 et 2020 (+ 2 %), de même que pour les investissements dans des nouvelles installations. Après leur doublement entre 2018 et 2019, ces

Graphique n° 2

Marché français du biogaz (en M€ – toutes valorisations confondues)

Source : étude « Marchés et emplois », Ademe, 2022. sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



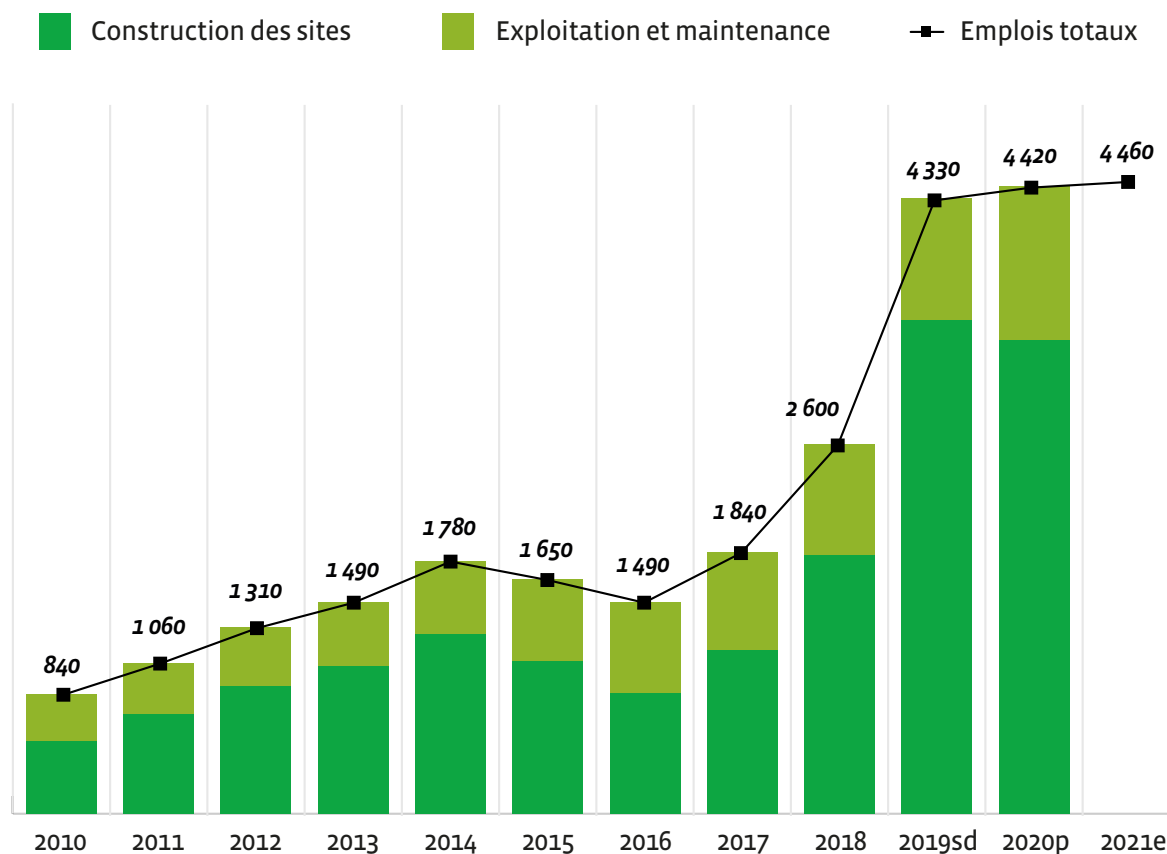
Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 3

Emplois directs biogaz (toutes valorisations confondues)

Source : étude « Marchés et emplois », Ademe, 2022. sd : semi-définitif ; p : provisoire ; e : estimé



derniers diminuent même légèrement, à 741 M€, en 2020 (+ 83 % par rapport à 2018). Le secteur de l'exploitation, maintenance et vente d'énergie progresse en revanche.

(Prodeval via Valopur, Gaseo Développement). Par ailleurs, de nombreuses PME françaises sont actives dans l'intégration, l'ingénierie et les études techniques liées aux projets de valorisation du biogaz (Veolia, Suez Environnement, Artelia). ●

68

Plus de 500 entreprises travailleraient dans le secteur en France. Si les principaux constructeurs européens de turbines à gaz utilisées dans la valorisation du biogaz sont des filiales généralement allemandes de groupes américains (Waukesha Dresser, GE Jenbacher, Caterpillar), de petites structures françaises sont ainsi récemment apparues sur le secteur des systèmes de traitement du biogaz, favorisées notamment par la filière biométhane agricole

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Liquéfier le biogaz pour mieux le transporter

La cogénération d'électricité et de chaleur à partir du biogaz est intéressante car elle permet une production continue d'électricité qui contribue à la stabilisation du réseau électrique. Mais il faut également que la chaleur soit valorisée au mieux, sans quoi le bilan carbone de l'opération est très dégradé. Or il est souvent difficile de trouver un débouché toute l'année. L'épuration du biogaz en biométhane coûte quant à elle cher, et nécessite de tirer des réseaux de gaz pour injecter le biogaz. Pour faciliter l'exploitation du biogaz produit par méthanisation, la société à mission Sublime énergie, spin-off de Mines Paris PSL, développe actuellement une solution pour le liquéfier. Il peut alors être transporté plus aisément par citerne vers une centrale de cogénération située à proximité d'un réseau de chaleur par exemple, ou vers un système mutualisé d'épuration du biogaz pour bénéficier d'importants effets d'échelle. La liquéfaction permet en effet de réduire de beaucoup le volume occupé par le biogaz et de baisser ainsi les coûts de transport et l'impact carbone de l'ensemble de l'opération. Le lancement commercial est prévu en 2023.

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ www.ademe.fr
- ✓ <https://www.eurobserv-er.org>
- ✓ www.atee.fr/biogaz
- ✓ www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biogaz
- ✓ www.europeanbiogas.eu/biogaz-europe
- ✓ www.france-biomethane.fr



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Frédéric Flipo,**

président
de Certiméthas,
centre de R&D
dédié à la
filière biogaz,
et fondateur

d'Evergaz, entreprise qui accompagne
les porteurs de projets
de méthanisation

1 La première pierre de Certiméthas a été posée le 9 décembre dernier. Comment est née l'idée de créer ce centre de R&D pour l'innovation et la performance de la filière biogaz ?

Le projet est né dans le contexte de la création de la Biogaz Vallée sous l'impulsion d'industriels, comme Evergaz, et du conseil départemental de l'Aube. Ce cluster dédié à la méthanisation, porté dès 2011 auprès des pouvoirs publics, vise à structurer une filière encore jeune et à valoriser, sur le territoire national et à l'export, le savoir-faire d'industriels français qui souhaitent pénétrer le marché de la méthanisation. Pour cela, il faut qu'ils puissent tester et valider, en laboratoire mais aussi en conditions réelles, leurs matériels et procédés. Sinon, on leur reprochera toujours de ne pas avoir de références. D'où l'idée de la création de Certiméthas, qui a fait partie en mars 2018 des quinze propositions validées par l'État pour mieux professionnaliser la filière et

réduire les coûts de production. Le projet bénéficie d'un soutien du Programme des investissements d'avenir (PIA) à hauteur de 2,2 millions d'euros.

2 Que contiendra exactement ce centre ?

Il y a aura un laboratoire porté par la société belge Inolab implantée actuellement à Troyes. Deux emplois seront créés au départ et dix à terme pour cette partie du projet qui devrait être opérationnelle fin 2023. Le laboratoire sera accompagné d'un hall d'essai pour tester des équipements et du matériel, disponible courant 2024, et d'un méthaniseur de taille réelle fin 2024. Celui-ci permettra aux industriels ou aux porteurs de projets d'optimiser les technologies et pratiques opératoires dans les mêmes conditions que sur le terrain. Les résultats seront certifiés, ce qui permettra de rassurer les banques sur la qualité des projets appelés à être soutenus et ainsi de faciliter le développement de la filière. Le méthaniseur produira de l'électricité par cogénération avec une capacité de 200 kW et permettra de tester des méthodes d'épuration du biogaz en biométhane, même s'il ne sera pas relié au réseau de gaz. Enfin, le centre accueillera un pôle « formation » au sein duquel se dérouleront des formations sur catalogue, à la maintenance de pompe par exemple, ou sur mesure. Cet ensemble de services, et notamment l'accès à un méthaniseur de taille réelle, est unique en Europe à ma connaissance.

3 Comment se porte aujourd'hui la filière biogaz française ?

Elle est jeune et peu développée par rapport à d'autres pays européens comme l'Allemagne mais



elle possède ses spécificités. Aujourd'hui, la France est le premier pays au monde pour l'injection de biométhane. La politique nationale favorise en effet ce mode de valorisation du biogaz depuis quelques années. Nous avons dépassé l'Allemagne qui, comme l'Italie et le Royaume-Uni, pratique plus la cogénération. Cinq cents épurateurs sont ainsi en fonctionnement en France, en plus de 1 000 sites en cogénération. Ils produisent l'équivalent de la consommation de gaz d'1,7 million d'habitants. Dans le contexte actuel, cette politique est particulièrement intéressante car il y a très peu de façons de produire du gaz vert. L'hydrogène vert et la pyrogazéification commencent à émerger, mais le biométhane est notre atout principal pour remplacer le gaz naturel. Cependant, 1,7 million d'habitants, c'est à la fois beaucoup et peu. Le chemin à parcourir est encore long. Certiméthas devrait permettre de favoriser l'émergence de nouveaux industriels et d'améliorer la performance énergétique des procédés, et ainsi, je l'espère, d'accélérer le développement de la filière méthanisation. ●

Unité de valorisation énergétique de déchets
pour la production d'électricité et de chaleur,
située à Calce, près de Perpignan
(Pyrénées-Orientales).



Les données 2021 publiées par l'Ademe montrent une hausse importante des productions électrique et thermique issues de l'incinération des déchets, due notamment à une amélioration des performances des installations. En complément, la filière des combustibles solides de récupération (CSR) est appelée à se développer.

CHIFFRES CLÉS

Capacité installée fin 2021

888,7 MWe

Production électrique en 2021

2104 GWh

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

2,3 TWh

Emplois directs dans la filière à fin 2021

580 ETP

Chiffre d'affaires dans la filière à fin 2021

164
millions d'euros

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

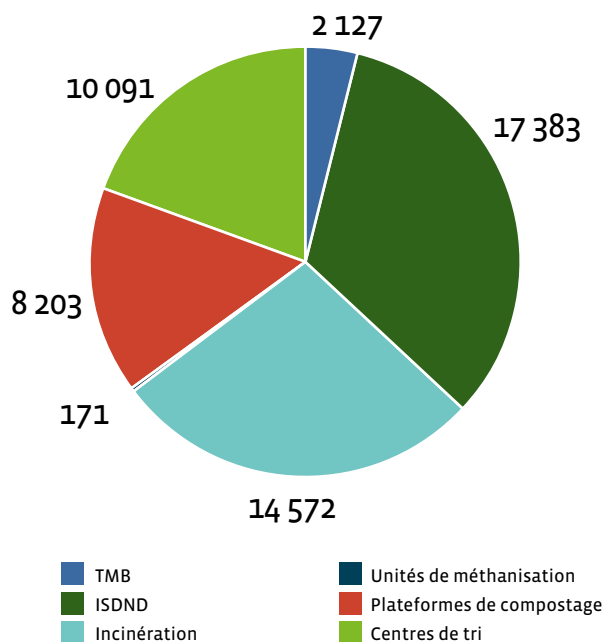
La valorisation énergétique des déchets se fait soit par la valorisation du biogaz (issu des installations de stockage de déchets non dangereux, dits ISDND, et de méthanisation), soit par traitement thermique (incinération, co-incinération, pyrogazéification). C'est sur la production d'électricité par incinération et par les autres traitements thermiques des déchets que porte ce texte. En matière de gestion des déchets, la valorisation énergétique intervient en troisième recours. La réduction des déchets et la valorisation matière sont la priorité. La mise en décharge est l'ultime solution et la directive-cadre européenne de 2008 l'impose. Elle est déclinée en France par le Plan de réduction et de valorisation des déchets 2025, né en décembre 2016 de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV). Celle-ci prévoit in fine une réduction de 50 % des déchets non dangereux non inertes envoyés en installations de stockage entre 2010 et 2025.

La loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Agec), adoptée en février 2020, renforce cet objectif en limitant les quantités de déchets ménagers et assimilés admis en stockage en 2035 à 10 % des quantités produites. Elle introduit en outre l'objectif d'«*assurer la valorisation énergétique d'au moins 70 % des déchets*» qui ne peuvent être recyclés en l'état des techniques disponibles et qui résultent d'une collecte séparée ou d'une opération de tri réalisée dans une installation prévue à cet effet. En France, l'incinération est le principal mode de production énergétique à partir des déchets. L'énergie dégagée par la combustion des déchets peut être valorisée sous forme de chaleur seule ou d'électricité, ou bien en cogénération (production concomitante d'électricité et de chaleur).

Graphique n° 1

Détail des modes de traitement des déchets par filière en 2022 (en milliers de tonnes)

Source: «*Enquête Itom*», Ademe.



Actuellement, en conformité avec les règles européennes, il est considéré que la moitié de l'énergie produite par les incinérateurs et issue de la fraction biodégradable des déchets est renouvelable. Les 50 % restants sont qualifiés d'énergie de récupération. 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. L'incinération se fait dans des unités d'incinération des ordures ménagères (UOM) qui ont accueilli en 2020 27 % des déchets collectés dans le cadre du service public de prévention et de gestion des déchets, selon les derniers chiffres publiés par l'Ademe sur le sujet («*Enquête Itom*» 2020 publiée en mai 2022). Le reste des déchets a été accueilli dans les autres

Le traitement mécano-biologique conditionné à la généralisation du tri à la source des biodéchets

Le traitement mécano-biologique (TMB) vise à recycler ou optimiser le traitement des ordures ménagères résiduelles. La loi sur la transition écologique et la croissance verte (LTECV) a posé comme principe que la généralisation du tri à la source des biodéchets rendrait à l'avenir non pertinent le prétraitement par TMB. De ce fait, le nombre d'installations TMB accueillant des ordures ménagères résiduelles est en baisse. Quarante-cinq unités étaient recensées en 2020, soit 5 de moins qu'en 2018 et 10 de moins qu'en 2016. L'amélioration de l'efficacité en termes de valorisation énergétique du parc TMB est également un enjeu (méthanisation et élaboration de combustibles solides de récupération, dits CSR). La loi Agec de février 2020 interdit quant à elle d'utiliser la fraction fermentescible des déchets issus de ces installations dans la fabrication de compost à partir de 2027. Via son décret d'application n° 2021-855 du 30 juin 2021, elle conditionne également la création, ou la modification notable, d'une installation de TMB à la généralisation du tri à la source des biodéchets par les collectivités concernées. La mesure a été contestée par certaines associations de collectivités qui ont attaqué le décret. Le Conseil constitutionnel, dans une décision rendue le 22 avril 2022, estime que les conditions de création de nouvelles unités de TMB, ou de modification de celles existantes, sont conformes à la Constitution. Le parc de TMB devrait ainsi poursuivre sa décroissance.

installations de traitement des ordures ménagères (Itom): centres de tri (18 %), de compostage (15 %), de méthanisation (0,2 %), ISDND (32 %), unités de traitement mécano-biologique (TMB, 4 %) et installations de maturation de mâchefers (4 %).

DES UVE PLUS PRODUCTIFS

Selon l'Ademe, la quantité de déchets entrant dans le parc Itom est passée de 62,6 millions de tonnes en 2018 à 60,7 millions de tonnes en 2020, notamment en raison du contexte sanitaire. Les variations les plus notables sont observées au niveau des centres de tri (DMA et DAE) et des installations de stockage. Les déchets envoyés en ISDND ont ainsi atteint leur niveau le plus bas depuis 2004, reculant de 1,4 Mt. Les quantités de déchets entrant dans les

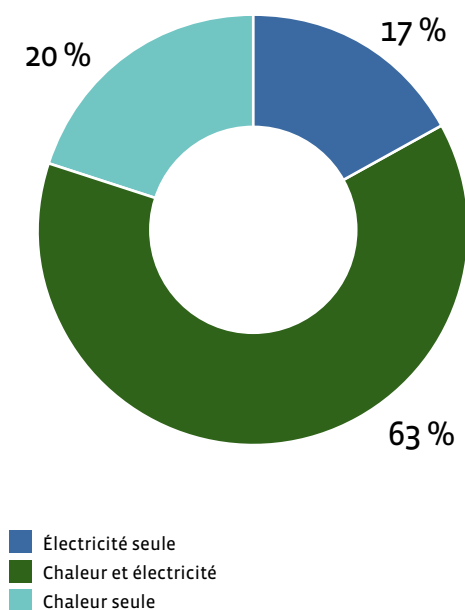
plateformes de compostage, les installations de TMB et les installations de maturation de mâchefers sont relativement proches de ce qui avait été constaté en 2018, de même que dans les UIOM, qui nous concernent ici. Les déchets réceptionnés en 2020 s'élèvent à 14 572 kt, ce qui est dans la moyenne de ce qui a été observé entre 2010 et 2018. Il s'agit de déchets non inertes et non dangereux, dont une grande majorité (83 %) provient de déchets municipaux (déchets ménagers et assimilés plus déchets des communes, hors déblais et gravats). Le reste provient principalement des refus de tri de déchets d'activités économiques, dits DAE.

Il existe, en 2020, 119 UIOM, contre 121 recensés en 2018. Le nombre d'installations en

Graphique n° 2

Détail des modes de valorisation de l'énergie issue des déchets renouvelables

Source : Sdes.



fonctionnement poursuit ainsi sa baisse, s'adaptant à la réduction prévue des quantités de déchets à traiter.

Parmi les 14 572 kt réceptionnées, 571 kt ont été détournées vers d'autres installations de traitement en raison de délestages ou d'arrêts programmés. Le tonnage de déchets effectivement incinérés est donc de 14 001 kt. L'incinération sans valorisation énergétique étant considérée, avec le stockage, comme la solution la moins vertueuse, au fil des années, quasiment l'ensemble des UIOM ont été équipées pour récupérer l'énergie. En 2020, le parc d'UIOM se compose ainsi de 117 usines équipées d'un dispositif de récupération énergétique représentant plus de 99 % des déchets entrants (118 en

2018) et deux usines sans dispositif de récupération énergétique (3 en 2018). Le nombre d'UIOM atteignant le seuil R1 de 60 ou 65 % de performance nécessaire pour être considéré comme site de valorisation énergétique est en nette progression. Alors qu'en 2018, 76 installations sur 118 présentaient une performance énergétique élevée (R1 supérieur à 0,6 ou 0,65), en 2020, ce chiffre est monté à 95 sur 117 installations. La commission européenne a en effet adopté en 2019 un nouveau « Bref incinération » (Best Available Techniques Reference Document), document de référence précisant les meilleures techniques disponibles pour l'incinération des déchets, que les installations ont quatre ans pour mettre en œuvre.

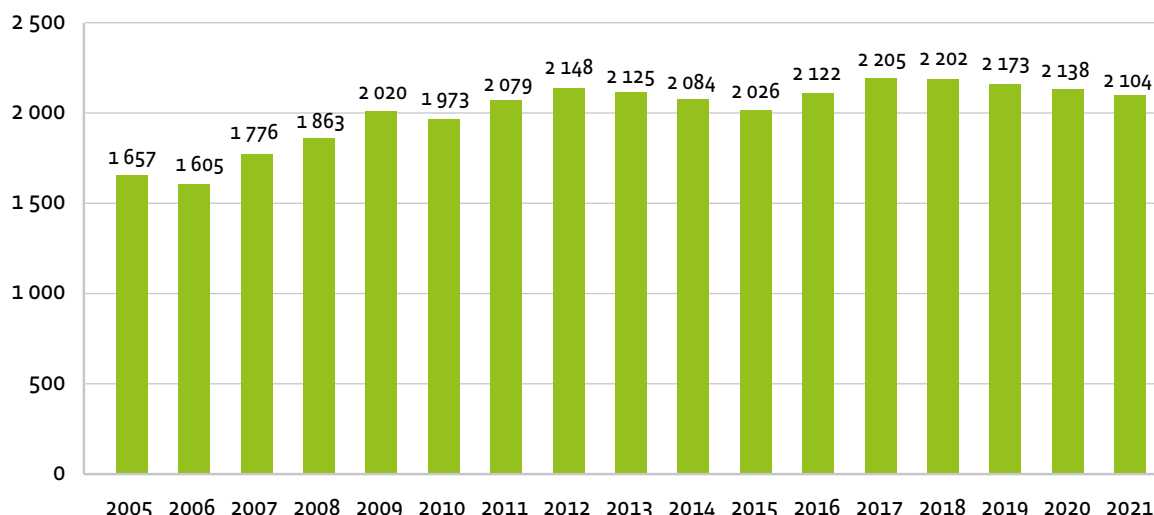
La production électrique est stable : 2,122 TWh en 2016, 2 202 TWh en 2018, 2,138 TWh en 2020 et enfin 2,104 TWh en 2021. Sur les 117 unités, 15 ne produisent que de la chaleur, 17 de l'électricité seule et 84 de la chaleur et de l'électricité par cogénération. Plus précisément, les trois quarts du tonnage sont valorisés par cogénération. En 2018, sur les 118 unités, 23 ne produisaient que de la chaleur, 20 de l'électricité seule et 69 de la chaleur et de l'électricité par cogénération (6 ne sont pas renseignées). La cogénération semble ainsi se généraliser (83 % des tonnages contre 75 % en 2018). Afin de mieux valoriser l'énergie des déchets, la programmation pluriannuelle de l'énergie 2020 préconise de poursuivre l'optimisation des unités existantes en application du nouveau guide « Bref incinération ». Les aides versées en ce sens par l'Ademe doivent ainsi être maintenues.

Pour favoriser le recyclage, en respect des préconisations de la LTECV, la taxe globale sur les activités

Graphique n° 3

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

Source : Sdes.



polluantes (TGAP) a en revanche commencé à augmenter en 2021. Pour les installations les plus performantes, le taux, compris entre 3 et 9 €/t en 2019 selon les performances de l'installation, passera à un taux de 15 €/t en 2025. Pour l'incinération à faible rendement énergétique, le taux, compris entre 9 et 15 €/t en 2019, passera à 25 €/t. En application du décret n° 2019-527, depuis le 30 mai 2019, la production d'électricité par les UIOM n'est plus soutenue par un système de complément de rémunération en guichet ouvert.

rachat récent, outre Dalkia Wastenergy et Inova Opérations, de Cnim (Constructions navales et industrielles de la Méditerranée). Le groupe a pour principal concurrent français Vinci environnement (filiale du groupe Vinci spécialisée dans les unités de tri, recyclage, compostage, méthanisation et incinération). Globalement, l'équivalent emplois temps plein pour le secteur est évalué à 580 en 2021 pour une activité de 164 millions d'euros, selon les chiffres provisoires issus de l'étude annuelle de l'Ademe « Marchés et emplois dans le secteur des énergies renouvelables et de la récupération » publiée en septembre 2022.

UN MARCHÉ QUI BOUGE

Le marché de l'exploitation des incinérateurs est dominé par Veolia, Suez (via sa filiale Suez RV énergie), Paprec énergies, qui a racheté Dalkia wastenergy (ex-Tiru) à EDF en 2021 puis Inova opérations en 2022, et Idex. Des collectivités locales et des groupes spécialisés dans les déchets exploitent aussi des installations. Paprec devient aussi un acteur majeur de la construction d'incinérateurs grâce au

LA FILIÈRE CSR EN ATTENTE D'EXUTOIRES

Outre l'incinération en UIOM, la valorisation énergétique des déchets peut également se faire de façon différée via ce que l'on appelle la co-incinération de combustibles solides de récupération (CSR). Ces CSR sont préparés à

80 000 tonnes traitées en plus sur le site de Villers-Saint-Paul

Idex, spécialiste de la gestion de l'énergie pour les collectivités, l'industrie et le tertiaire, a investi 111 M€ début 2022 pour construire une troisième ligne au sein de l'incinérateur en cogénération de Villers-Saint-Paul (Oise), l'un des plus grands centres de valorisation énergétique de France. L'entreprise avait remporté en janvier l'appel d'offres du Syndicat mixte du département de l'Oise (SMDO) pour l'exploitation de l'usine, face à Suez, précédent exploitant, et à Paprec. La nouvelle ligne d'incinération sera capable de traiter 80 000 tonnes, en sus de la capacité existante de 178 250 tonnes, et sera approvisionnée par des encombrants et refus de tri, auparavant non valorisés, permettant une quasi-disparition de l'enfouissement sur le territoire du SMDO. L'usine produira de l'électricité, de la vapeur vendue à la plateforme chimique voisine et de la chaleur pour alimenter le réseau de chaleur des communes de Nogent-sur-Oise, Creil, Montataire et Villers-Saint-Paul, prévu pour passer de 2 500 équivalents logements à plus de 13 500. La mise en service est prévue pour mi-2025. Le prix de la chaleur vendue sera de moins de 20 €/MWh, selon les exigences du SMDO, à prix garanti pendant vingt ans.

partir de déchets non dangereux qui n'ont pu être valorisés sous forme de matière (refus de tri de DAE essentiellement), en respectant certaines normes (pouvoir calorifique, teneur en chlore, etc.). 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 sites dédiés classés ICPE 2971 installés à proximité. Ceux-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. Si la loi Agec fixe l'objectif d'«assurer la valorisation énergétique d'au moins 70 % des déchets ne pouvant faire l'objet d'une valorisation matière d'ici 2025», c'est notamment avec l'idée de renforcer le développement de la filière CSR. Un arrêté du 2 octobre 2020 est ainsi venu simplifier la réglementation applicable à la préparation et aux installations de combustion de CSR.

Selon une étude publiée par l'association Amorce, il existe en 2020 en France 36 installations de production de CSR à partir de déchets non dangereux (hors résidus de broyage automobiles). La capacité totale autorisée de déchets à traiter pour l'ensemble des sites est estimée à plus de 2,5 millions de tonnes.

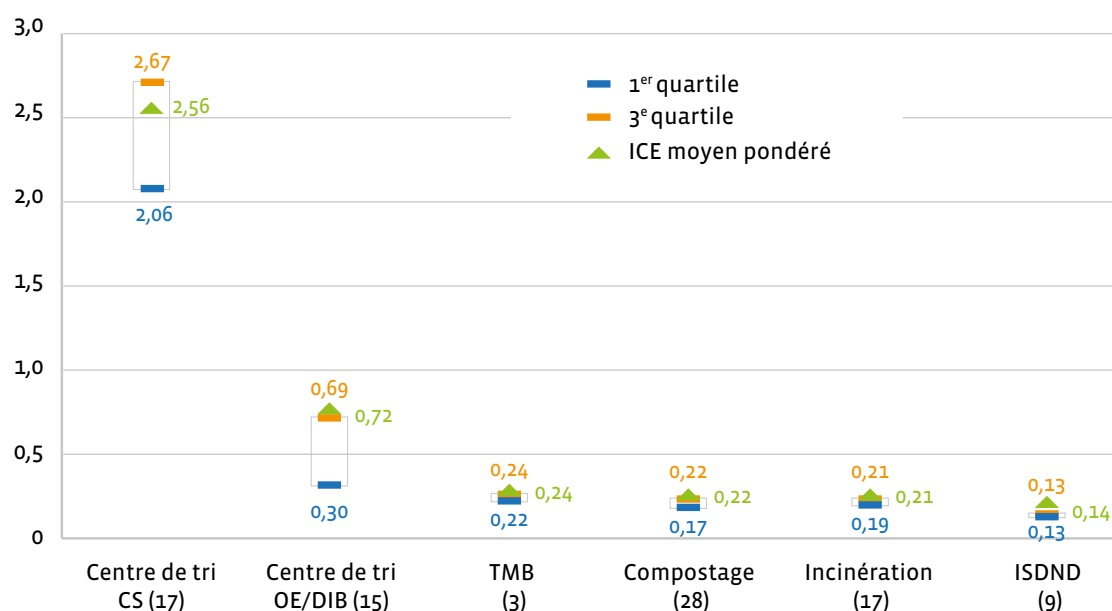
Seules 16 des 36 installations ayant répondu au questionnaire proposé par Amorce, les résultats qui suivent sont à prendre avec précaution. Selon cette étude et une enquête de la Fédération professionnelle des entreprises du recyclage (Federec) auprès de ses adhérents, les installations fourniraient en moyenne seulement 30 à 35 % des tonnages qu'elles pourraient fabriquer. Les raisons : un manque d'exutoires et un certain nombre d'installations n'ayant pas encore atteint leur mode nominal. Toutes les installations qui ont répondu valorisent leur CSR, en

Les CSR, une filière créatrice d'emplois

L'enquête d'Amorce révèle que sur les 15 répondants, le nombre d'équivalent temps plein (ETP) mobilisés pour le fonctionnement de leur unité varie de 0,7 à 41, soit en moyenne 3 ETP pour 10 000 tonnes triées (minimum à 0,1 et maximum à 8 ETP). En comparaison, l'Observatoire régional des déchets en Île-de-France (Ordif) a évalué en 2018, sur des données 2014, le nombre d'emplois mobilisés pour le traitement des déchets non dangereux en Île-de-France. D'après cette étude, l'activité de production de CSR mobilise plus de postes que les activités d'incinération et de stockage.

Description des ETP par filière de traitement de déchets en Ile de France

Source : ORDIF.



France ou à l'étranger, au moins en partie en cimenterie, deux également dans une chaufferie CSR. En tonnages, 84 % sont orientés vers les cimentiers, 8 % en chaufferie, 2 % en four à chaux. 6 % n'ont pas eu la qualité requise demandée par le repreneur et sont traités en UVE ou en élimination. Toutefois, l'équation économique semble dure à trouver pour ces installations, les coûts de production du CSR étant à peine plus bas que les coûts de leur élimination. Seules 9 installations ont cependant répondu à cette

partie du questionnaire. La hausse des coûts d'élimination amorcée via la hausse de la TGAP devrait toutefois permettre de faire prochainement pencher la balance économique en faveur des unités de préparation de CSR, selon les auteurs de l'étude.

D'ici 2025, la filière cimentière prévoit d'augmenter sa capacité d'utilisation des CSR à 1 million de tonnes annuelles. Le parc d'unités dédiées de production d'énergie à partir de CSR

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

devrait également augmenter, avec l'objectif d'atteindre une capacité cumulée de 100 MW PCI par an d'ici 2025. En France, bien que plusieurs projets soient en cours, seules deux chaufferies au stade industriel sont actuellement en fonctionnement. Elles ont pu voir le jour grâce au soutien de l'Ademe. En 2015, l'agence a aidé l'installation de Changé (Mayenne) de 22 MW, inaugurée fin 2017. Puis elle a lancé un premier appel à projets (AAP) en 2016 (trois lauréats) suivi d'un deuxième en 2017 (deux lauréats), soutenant seulement la production de chaleur, sauf pour l'outre-mer. Un seul projet a abouti pour l'instant : Blue Paper (Bas-Rhin), de 22 MW, qui produit et autoconsomme ses CSR.

L'Ademe a lancé une troisième session d'appels à projets énergie CSR en septembre 2019. Cette fois, les unités de cogénération étaient autorisées. La production d'électricité seule est éligible aussi pour la Corse en plus de l'outre-mer. L'appel à projets entrouvre également la porte à des CSR produits à partir d'ordures ménagères résiduelles, qui devront cependant ne pas dépasser 30 % de l'approvisionnement. Six projets ont été sélectionnés en juillet 2020 et quatre en décembre, représentant une puissance installée de 414 MW pour une production de 2,756 TWh/an et 770 470 tonnes/an de CSR valorisés. Deux autres appels à projets ont été lancés en janvier et octobre 2020. Ce dernier comporte une nouveauté : certains projets pourraient aussi être éligibles au dispositif de soutien au fonctionnement mis en place par le gouvernement dans le cadre du plan de relance. Il bénéficie ainsi d'une dotation supplémentaire de 80 millions d'euros. Les lauréats n'ont pas encore été annoncés.

Cette filière de valorisation peine toutefois à décoller, avec un coût de l'énergie CSR plus élevé que le coût des énergies fossiles de type gaz, pétrole et charbon, selon l'étude Amorce (en 2019-2020). La crise énergétique de 2022 va rebattre les cartes à ce niveau. Il est très probable que dans l'optique de prix durablement à la hausse, notamment pour le gaz, la rentabilité des CSR devienne bien plus attractive.

En complément de l'incinération et de la co-incinération, d'autres procédés de traitement thermique de déchets sont en développement, comme la pyrolyse et la gazéification. Ces technologies visent à transformer les déchets carbonés secs en gaz qui sera filtré avant d'être injecté dans des moteurs ou dans la chaudière d'une turbine à vapeur pour produire de l'électricité. Il peut s'agir de déchets biogéniques (bois en fin de vie, déchets verts, farines animales, etc.) ou encore de mélanges préparés sous forme de CSR dont la composition est connue. Ces techniques étant en cours de développement, si la PPE 2020 prévoit qu'une partie des déchets orientés vers la valorisation énergétique puisse faire l'objet de pyrogazéification, elle ne fait pas de prospective chiffrée. ●

Quelques sites pour aller plus loin :

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

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France



3 QUESTIONS de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Lionel Becquet**,
directeur
énergie de Guyot
environnement,
entreprise
bretonne
spécialisée
dans le tri et
la valorisation
des déchets

1 Pourquoi s'être engagé il y a dix ans dans la production de CSR ?

À l'origine, Guyot environnement était spécialisée dans le recyclage des métaux ferreux et non ferreux, avant d'élargir son activité à d'autres types de déchets, et de produire, à partir de 2014, du combustible solide de récupération (CSR). Désormais, trois centres de valorisation bretons exploités par l'entreprise en produisent : ceux de Morlaix et Brest, qui appartiennent à Guyot environnement, et celui de Saint-Brieuc, que l'entreprise gère pour le syndicat Kerval centre Armor. L'idée est de tendre vers le zéro enfouissement, à la fois pour valoriser un maximum de déchets et pour nous permettre de rester indépendants des centres d'enfouissement. En effet, les capacités de traitement autorisées par l'État sont, petit à petit, réduites et le prix de la prise en charge des déchets à la tonne augmente avec l'accroissement de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP). Cette

mesure était prévue de longue date mais elle a mis du temps à se mettre en place. Au début, la production de CSR était difficilement compétitive face à l'enfouissement. La situation est plus équilibrée maintenant. Les CSR sont essentiellement valorisés par les cimentiers français, à la fois en produisant de l'énergie et en utilisant les cendres pour fabriquer le clinker qui constitue le ciment. Nous exportons également des CSR, notamment vers la Suède, où les besoins sont importants.

2 Est-ce pour résoudre ce problème de débouchés que vous avez choisi d'investir il y a quelques années dans la production d'énergie à partir de CSR ?

Exactement. Notre savoir-faire, c'est le recyclage et la valorisation des matières. Mais notre métier évolue et nous devons nous adapter en allant plus loin dans la finalité de nos flux. Les CSR que nous créons dans nos centres de valorisation, nous souhaitons qu'ils soient consommés sur notre territoire. Pour ce faire, nous avons créé dès 2016 notre pôle énergie au sein de Guyot environnement afin de développer des projets de valorisation énergétique. Nous avons notamment un projet sur notre centre de valorisation de Brest pour lequel nous bénéficions d'un soutien à l'investissement de l'Ademe de 9,8 millions d'euros sur un investissement de 45 millions d'euros. Il s'agit d'une chaufferie en cogénération de 20 MW qui sera installée en 2025. Les CSR viendront du centre de Brest et de celui de Morlaix, pour un total de 30 000 à 40 000 tonnes, ce qui nous permettra de consommer nos CSR localement. La chaleur produite sera vendue à un industriel voisin et acheminée grâce à un réseau de vapeur. L'électricité sera autocon-



sommée ou vendue sur le marché. Nous avons la possibilité technique de faire les deux mais nous verrons le moment venu en fonction des tarifs de l'électricité à la vente et à l'achat. Cette double valorisation de l'énergie en électricité et vapeur était un choix de départ. Elle nous permet d'avoir un bon rendement global et aussi de faire varier la quantité de vapeur produite en fonction des besoins de l'industriel. Lorsqu'ils seront importants, nous produirons peu d'électricité et inversement. La vente d'électricité permet également de sécuriser en partie nos revenus.

3 Est-ce que la vapeur issue des CSR est avantageuse économiquement par rapport aux énergies fossiles pour les industriels?

Le prix de la vapeur CSR est compétitif actuellement face à la hausse des prix des énergies fossiles. Les industriels restent cependant frileux à s'engager sur des contrats d'achat à long terme, même si, en théorie, avoir accès à une énergie décarbonée à prix stable est intéressant pour eux. Or, pour obtenir des financements notamment auprès des banques, il faut aux producteurs d'énergie des garanties de revenus sur le long terme. Il nous faudrait ainsi, en plus des aides à l'investissement de l'Ademe, des aides à l'exploitation en cas de chute du prix du gaz comme cela a été mis en place pour la production de chaleur à partir de biomasse par exemple, ou la possibilité de signer des contrats d'achat à long terme (power purchase agreement) incluant des garanties de production et de consommation, comme cela se met en place dans le domaine de l'électricité renouvelable. Mais le secteur n'a pour l'instant pas été entendu. ●

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée fin 2022

17,2 MW

Production électrique en 2021

133 GWh

Objectif de la filière à 2023

24 MW / 85 MW
(métropole) (Drom¹)

Objectif de la filière à 2028

69 MW
(métropole)

Emplois directs dans la filière en 2021²

150

Chiffre d'affaires dans la filière en 2021²

42
millions d'euros

^{1.} 40 MW en Martinique et 45 MW en Guadeloupe.

^{2.} Ces chiffres portent sur la filière géothermie haute énergie.

En métropole, les capacités supplémentaires attendues à fin 2028 représentent actuellement le seul horizon à long terme de la filière électrogène, l'État ayant décidé d'orienter la géothermie dans son ensemble vers des besoins de chaleur.

FILIÈRE GÉOTHERMIE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

La production d'électricité d'origine géothermique est une technologie qui se base sur l'exploitation de milieux souterrains naturellement fracturés à forte perméabilité. Ces cavités sont situées à plus de 1 000 m de profondeur et leur température varie entre 120 et 300 °C. Les sites capables d'accueillir des centrales géothermiques électrogènes sont de deux ordres. D'une part les réservoirs géothermiques situés en zones volcaniques où la température du sous-sol dépasse facilement les 200 °C sans avoir à forer au-delà de quelques centaines de mètres de profondeur. Il y en a en Toscane, en Islande, aux Açores et dans quelques îles grecques. On peut y ajouter des territoires d'outre-mer comme la Guadeloupe, la Martinique ou la Réunion.

Les autres types de sites sont des réservoirs fracturés localisés au niveau de bassins d'effondrement. Ces zones géologiques naturellement faillées, faiblement perméables et profondes de plusieurs milliers de mètres, contiennent parfois un fluide géothermal. En métropole, plusieurs sites correspondent à ces caractéristiques, notamment dans le bassin rhénan, la vallée du Rhône et la vallée de la Limagne (Puy-de-Dôme). Fin 2022, la puissance installée française en matière de géothermie électrogène était de 17,2 MW, grâce à deux sites : la centrale de Bouillante en Guadeloupe (15,5 MW) et celle de Soultz-sous-Forêts en Alsace (1,7 MW).

DES PROJETS DE DÉVELOPPEMENT DANS LES DROM ET EN MÉTROPOLE

Berceau de la géothermie française, la centrale de Bouillante a commencé à produire ses premiers kWh en 1984, avec une puissance installée de 4,5 MWe (unité de Bouillante 1). Cette mise en production avait

été précédée de nombreuses études et de forages d'essais réalisés dans les années 1960, qui ont révélé la présence d'une ressource à une température d'environ 250 °C. Au début des années 2000, de nouvelles études ont débuté et, après trois forages successifs, l'unité Bouillante 2 a été mise en service en 2005, pour un coût total de 33,20 millions d'euros. Le site de Bouillante 1 a par ailleurs été totalement rénové en 2013 pour un investissement de 4,40 millions d'euros. La centrale développe aujourd'hui une puissance de 15,5 MW. Longtemps exploitée par le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), 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 son objectif est désormais d'atteindre 25 MW en 2024. Les forages pour l'extension de puissance ont été en grande partie réalisés et un groupe ORC devrait être installé en 2023.

Afin de capitaliser sur les acquis de Bouillante et de profiter du potentiel volcanique de ces territoires, six demandes de permis exclusifs de recherche (PER) ont été déposées dans les Drom, notamment en Guadeloupe, au sud de la centrale de Bouillante sur le site de Vieux-Habitants, et à La Réunion, sur le site de Cafre-Palmiste. Contrairement aux projets en métropole, ces installations géothermiques ne seront pas en cogénération et ne produiront, a priori, que de l'électricité, hormis près de Fort-de-France (Martinique), où Storengy a un permis de recherche pour évaluer un gisement situé à 500 mètres de profondeur (entre 90 et 95 °C) et qui devrait être valorisé pour de la production de froid.

Tableau n° 1

Permis exclusifs de recherche en France métropolitaine

Source : AFIG.

Zone	Nom du permis	Estimation de la puissance électrique installée (MWe)
Alsace	Wissebourg, Illkirch-Erstein, Strasbourg, Hatten-Rittershoffen, Lauterbourg	16
Massif central et Limagne	Cézallier, La Sioule, Riom-Clermot Métropole, Pouzol-Servant, Combrailles-en-Marche, Malzieu, Bourbonnais-Est	24
Sud-Ouest	Pau-Tarbes, Arzacq	6
Couloir rhodanien et Haute-Savoie	Val-de-Drôme, Villar-d'Arène	13
Martinique	Cœur Martinique, Pointe Sud-Ouest	40
Guadeloupe	Vieux-Habitants, Sud-Souffrière	45
La Réunion	Cafre-Palmiste	n.d
Mayotte	Petite-Terre	n.d

L'autre grande filière technique française en matière de géothermie électrogène se trouve dans la région Grand Est. 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, faiblement perméables et profondes de plusieurs milliers de mètres. La technologie développée est celle de l'EGS (enhanced geothermal system), qui permet d'améliorer la circulation du fluide dans ces réservoirs géothermiques particuliers car ici, à la différence de Bouillante, l'eau géothermale ne circule pas librement dans tout le réseau de failles souterraines. C'est dans le cadre de ce programme de démonstrateur qu'un site pilote scientifique a été réalisé sur la base de 4 puits (1 puits à 3 500 m et 3 puits à 5 000 m de profondeur) captant une ressource géothermale à 200 °C associés à une centrale électrique

de 1,7 MWe. La centrale de Soultz-sous-Forêts est aujourd'hui exploitée par un groupement européen d'intérêt économique (GEIE) appelé Exploitation minière de la chaleur et détenu par Électricité de Strasbourg (67 %) et l'allemand EnBW (33 %). L'objectif est désormais d'essayer ailleurs sur le territoire les technologies développées depuis plus de vingt ans sur le site alsacien.

Les acquis du projet de Soultz ont permis de valider la technologie EGS à travers la centrale de Rittershoffen. Inaugurée en 2016 pour un investissement de 55 millions d'euros, cette centrale d'une puissance de 24 MWth alimente en chaleur l'usine de transformation d'amidon Roquette frères. Pour aller plus loin, 22 permis exclusifs de recherche (PER) ont été octroyés (voir tableau 1). Leur objectif 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. Ces pratiques sont encadrées par le code minier, à travers deux titres miniers : le permis exclusif de recherche pour la phase d'exploration et la concession pour la phase d'exploitation.

UNE FILIÈRE OUVERTEMENT Tournée VERS LA CHALEUR EN MÉTROPOLÉ

Alors que l'ensemble des permis exclusifs de recherche aurait dû mener le parc de géothermie électrogène français à progresser d'environ 60 MWe d'ici à 2028, des incidents survenus sur le site de Vendenheim en décembre 2020 sont venus porter un coup d'arrêt à ce programme. Situé dans l'Eurométropole de Strasbourg, le site de Vendenheim avait révélé un potentiel intéressant en 2015 suite à des campagnes géothermiques menées par Fonroche géothermie (aujourd'hui Georhin). Des forages à plus de 4 000 mètres avaient été réalisés pendant le premier semestre 2018 et ils avaient permis de découvrir des gisements exploitables à des températures avoisinant les 200 °C. Cependant, le projet a été stoppé en décembre 2020, suite à une série de secousses sismiques dont la plus importante a atteint la magnitude de 3,59 sur l'échelle de Richter. La centrale avait alors été placée en fonctionnement sécuritaire avec un faible débit de circulation d'eau (40 m³/h), avant qu'un arrêté préfectoral ne vienne stopper les projets en géothermie profonde dans la zone de l'Eurométropole. En 2021, Georhin s'est concentré sur l'analyse et la compréhension de ce qui s'est passé sur le site de Vendenheim. Le groupe d'experts mis en place par la préfecture a rendu son rapport en mai 2022.

Ses conclusions ont mis en avant un défaut de connexion entre les deux puits forés, ce qui a créé un déséquilibre dans le sous-sol engendrant les épisodes sismiques. En mars 2022, le tribunal administratif de Strasbourg a annulé l'arrêt définitif qui avait été prononcé en 2021 par la préfète de Strasbourg. Cette décision permet de ne pas condamner définitivement les puits de Vendenheim. Pour l'avenir, l'objectif sur le long terme est de procéder aux travaux nécessaires pour connecter les deux puits et préparer une relance éventuelle du projet, même si cela ne pourra se faire sans l'acceptation des populations avoisinantes. Les arrêts survenus autour de Strasbourg n'ont cependant pas concerné l'ensemble des permis d'exploration français en cours. Les opérations dans le nord de l'Alsace (à Wissembourg) ou dans les autres zones du pays sont toujours en développement et la plupart ont fait des dépôts de permis de forage.

Hormis les difficultés rencontrées en Alsace, la filière géothermique électrogène a été confrontée à un autre obstacle, avec l'officialisation de l'arrêt du soutien à la filière avec l'abrogation annoncée en 2020 du tarif d'achat pour les nouveaux sites français. Cet arrêt n'a pas été une surprise car il avait été initialement annoncé lors de la validation de la programmation annuelle de l'énergie en 2020. Les acteurs du secteur ont cependant pu obtenir des services de l'État que tous les projets déposés avant le 31 décembre 2021 pourraient encore profiter de cette aide et c'est ce qui s'est produit. Les dossiers déposés correspondant aux sites pour lesquels des permis de recherche sont en cours et qui pourront disposer, une fois leur mise en service

effective, d'un tarif de 246 euros par MWh pour l'électricité produite. Toutefois, sans tarif d'achat applicable, aucun projet géothermique électrogène supplémentaire ne sera possible. Aujourd'hui, le gouvernement a explicitement tourné la filière géothermique en métropole vers de la production de chaleur ou de froid. Ainsi, la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie, actuellement en préparation, ne comportera pas d'objectif de capacité supplémentaire électrique pour la filière à l'horizon 2028. Le secteur a donc désormais pour feuille de route de faire sortir de terre un maximum de MW issus des permis de recherche afin de démontrer sa pertinence et de prouver que la filière peut produire de l'électricité à un coût nettement inférieur à celui de 246 euros du tarif désormais caduc.

UN NOUVEAU CODE MINIER OPÉRATIONNEL

L'autre grand chantier du secteur était la refonte du cadre réglementaire à travers la réforme du code minier. Initialement attendue pour 2019, cette modification est définitivement entrée en vigueur en 2022 et il ne reste plus que les ordonnances et décrets d'application pour rendre ce nouveau cadre totalement effectif. L'objectif était de moderniser un outil élaboré pour la première fois en 1810 et qui n'était 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 minerais ou la géothermie profonde en passant par l'exploitation des ressources minérales marines. Le projet de réforme visait également à mieux prendre en compte les enjeux environnementaux et socio-économiques des territoires et à améliorer

la participation du public. Le nouveau cadre prévoit la production d'une analyse environnementale, économique et sociale avant l'octroi d'un titre minier. Cette analyse fera l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et d'un avis économique et social du Conseil général de l'économie (CGE). Les textes prévoient également une phase de concertation du public pendant l'instruction du titre exclusif de recherche. Pour conduire cette concertation, le demandeur pourra requérir la désignation d'un garant à la Commission nationale du débat public (CNDP). Ce nouveau cadre est censé simplifier les démarches des opérations de géothermie pour l'ensemble des applications possibles (géothermie de surface, réseaux de chaleur, projet électrogène). Pour les professionnels, la refonte du code minier était une étape nécessaire, mais cela ne résoudra pas toutes les difficultés et notamment les trop longs délais de traitement des dossiers. En effet, en matière de géothermie, comme pour la grande majorité des autres filières renouvelables, les sous-effectifs des services déconcentrés de l'État restent l'un des principaux poids qui pèsent sur le développement du secteur.

L'ENJEU DU LITHIUM

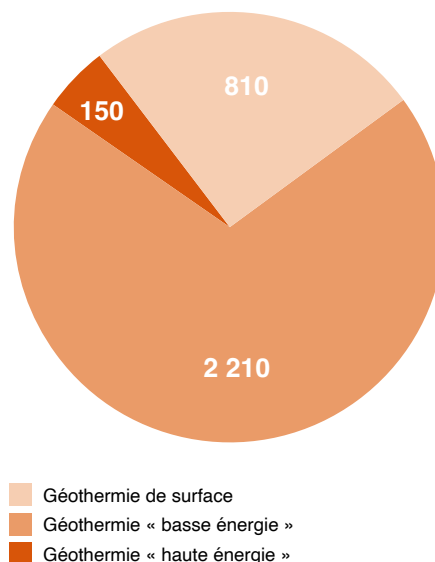
L'une des priorités de la France en matière de transition écologique est de s'assurer au maximum sa souveraineté énergétique. Dans ce domaine, l'électrification des usages de mobilité a fait émerger un nouvel enjeu : celui de l'approvisionnement en lithium nécessaire à la production des batteries des véhicules électriques et, en la matière, la géothermie a un vrai rôle à jouer. La présence de

lithium dans le nord de l'Alsace est connue depuis plusieurs années, mais il n'y avait pas à l'époque l'intérêt que l'on connaît aujourd'hui. Or son extraction est faisable et elle est tout à fait compatible avec l'exploitation énergétique d'un site. Selon l'AFPG, si les centrales géothermiques électrogènes 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. Sur la base de ce constat, on assiste aux prémices de la structuration d'une filière française. Après deux ans de travail mené dans le cadre du projet européen Eugeli (pour European Geothermal Lithium Brine), le Bureau national de recherches géologiques et minières (BRGM) a annoncé en janvier 2022 la production des premiers kilogrammes de carbonate de lithium de qualité batterie issus d'eau géothermale européenne, en l'occurrence de la centrale de Soultz-sous-Forêts. Le programme Eugeli est coordonné par le groupe minier français Eramet et il est financé à 85 % par le département matières premières de l'Institut européen d'innovation et de technologie (EIT Raw Materials), sur un budget total de 3,9 millions d'euros. Uniquement à vocation de démonstrateur, l'unité d'extraction de lithium de Soultz a été depuis démontée mais elle a prouvé son bon fonctionnement. La filière géothermique peut produire un minerai avec un bilan carbone extrêmement faible, puisque la technologie d'extraction n'émet pas de CO₂ dans son processus et que les sites sont en Europe, soit à proximité des industriels automobiles. Le procédé d'extraction ayant été validé, la prochaine étape est de définir un schéma économique qui garantira une exploitation rentable. Ainsi, une

Graphique n° 1

Répartition des emplois directs de la filière géothermie en 2020

Source : Ademe, 2022.



demande de permis de recherches de gîtes géothermiques orientés vers l'extraction de lithium en Alsace est actuellement en consultation. En parallèle, des entreprises se lancent sur le secteur, comme la start-up Geolith, implantée à Orsay (Essonne), qui a débuté l'industrialisation de son procédé d'extraction et de purification de lithium géothermique Life pour lithium for Europe. Autre acteur de ce nouveau créneau, Lithium de France, créée en 2020 par le groupe Arverne et qui se place sur une production combinée de chaleur géothermique et de lithium.

UNE FILIÈRE FRANÇAISE GLOBALEMENT BIEN STRUCTURÉE

Les professionnels du secteur de la géothermie en France présentent un vrai savoir-faire sur l'ensemble de la chaîne de valeur, même si certaines activités doivent être renforcées. Ainsi

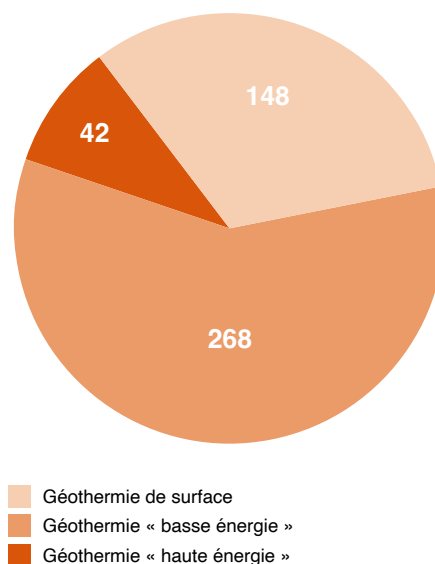
les acteurs français sont très performants en matière de géosciences et d'ingénierie des sous-sols. Il en va de même pour les activités de forage, pour lesquelles les professionnels français ont un savoir-faire ainsi que les outils pour les opérations en surface comme le traitement des eaux, les conduites 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 sur ce type d'installations : Enertime. Pour les sites actuels, les développeurs se tournent plutôt vers des turbiniers étrangers qui ont des références fortes et de grosses garanties, ce qui est très important pour rendre les projets finançables par les banques. Dans sa dernière étude en date sur les emplois et l'activité économique des secteurs renouvelables, l'Ademe estime à 3 830 les emplois directs de la filière géothermique française en 2020 pour l'ensemble des différents segments qui la composent (pompes à chaleur individuelles et collectives, réseaux de chaleur et géothermie profonde), mais seulement de 150 équivalents temps plein pour la partie géothermie profonde « haute énergie », qui correspond aux technologies décrites dans cette fiche. Le graphique n° 1 reprend la répartition des emplois par segment pour l'année 2020 (année la plus récente pour laquelle cette répartition est disponible).

Côté activité économique, le marché de la géothermie est évalué à 561 millions d'euros en 2020, dont 42 millions sont issus du segment haute énergie. ●

Graphique n° 2

Répartition de l'activité économique de la filière géothermie en 2020 (en millions d'euros)

Source : Ademe, 2022.



Quelques sites pour aller plus loin :

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



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Jean-Jacques Graff**, président
de l'AFPG¹

¹. Association française
des professionnels
de la géothermie.

1 Comment avancent les projets géothermiques électrogènes en France ?

Chaque projet avance à son rythme. Hormis les deux sites en activité à Soultz-sous-Forêts et à Bouillante, il y a aujourd'hui une vingtaine de permis de recherches : 16 en métropole et 6 dans les Drom. Et une bonne part sont en instruction pour des permis de forage. Les plus avancés se trouvent en Alsace et dans le Massif central ; ils devraient commencer leur production électrique en 2024 ou 2025. Les incidents survenus sur le site de Vendenheim n'ont pas stoppé la filière (voir fiche). D'ailleurs, la préfète qui avait arrêté la centrale après les secousses en décembre 2020 a depuis donné son feu vert pour d'autres permis de recherches dans le nord de l'Alsace. Les pouvoirs publics et l'État ont toujours affiché leur soutien à la géothermie profonde, même si dans le cas de Vendenheim il était important de bien comprendre ce qui s'est passé et d'en tirer les leçons. L'AFPG a travaillé avec des opérateurs français et européens et, pour sa part, le ministère a diligenté des experts

du BRGM et de l'Ineris. L'ensemble de ces travaux va donner lieu à un document qui mettra en avant des recommandations pour ce type de projets. Cela aidera les développeurs et rassurera les élus et les populations.

2 Quel est le futur à moyen terme de la géothermie électrogène, en France ?

En ce qui concerne la métropole, la volonté de l'État est désormais de clairement orienter la géothermie vers de la production de chaleur et de froid. Les filières biomasse et méthanisation ne suffiront pas à remplacer le gaz et il va falloir les seconder. Au vu de son potentiel, la géothermie doit jouer un rôle plus actif. En ce qui concerne la géothermie électrogène, l'horizon sera davantage dans les Drom et la métropole va désormais devoir se concentrer sur les permis de recherches accordés. L'objectif est de les mettre en service et de faire un retour d'expérience sur leur exploitation dans quelques années. Il n'y aura donc pas d'objectif supplémentaire en géothermie électrogène dans la prochaine programmation pluriannuelle de l'électricité (PPE) en métropole. Il n'y a que dans le cas d'une possible production en parallèle de lithium qu'il pourrait éventuellement y avoir une inflexion de cette ligne. Ce minerai est en effet devenu hautement stratégique pour la France dans le contexte du développement des véhicules électriques.

3 Êtes-vous satisfait du nouveau code minier ?

Nous attendons les derniers décrets d'application, mais oui, dans l'ensemble nous le sommes. L'AFPG avait été associée aux travaux de réforme de ce texte qui est une particularité française. Le code minier régit un grand



nombre d'activités différentes et pose un cadre exigeant, ce qui est une bonne chose pour sécuriser les populations et apporter des garanties au niveau de la préservation des milieux naturels. Cependant, concernant la géothermie, ce nouveau code ne va pas régler tous les problèmes. Le souci principal qu'ont aujourd'hui les porteurs de projets réside dans les longs délais de traitement des dossiers. Il y a trop peu de moyens dans les services de l'État qui instruisent les dossiers. Par exemple, dans la région Grand Est, très active en matière de géothermie, il n'y a qu'une personne pour instruire tous les dossiers de géothermie profonde qui sont déposés! Cela est surtout très préjudiciable pour les projets de petite ou moyenne envergure, où la chaleur géothermie est en concurrence avec le gaz ou les pompes à chaleur aérothermiques. Nous avons essayé d'introduire des amendements dans la loi d'accélération des énergies renouvelables pour réduire les procédures, mais ils n'ont pas été retenus. Cependant, les pouvoirs publics nous ont assuré que ces points faisaient partie de leurs préoccupations. La crise énergétique et la lutte contre le réchauffement climatique vont naturellement mettre en avant les avantages de la géothermie. En octobre 2022, le Haut Commissariat au plan a sorti une note sur les avantages de la géothermie de surface et la ministre Agnès Pannier-Runacher a annoncé, lors du Salon des maires de France en novembre 2022, un grand plan de développement géothermie. La filière peut prendre un nouvel élan, mais il concernera essentiellement la chaleur et le refroidissement. ●

La France a mis en service son premier parc éolien en mer en septembre 2022 au large de Saint-Nazaire, dans l'océan Atlantique.



Après plus de dix ans d'attente, la France compte enfin un site éolien en mer dans son parc de puissance. Le secteur poursuit sa structuration ainsi que le développement de ses différentes technologies, mais il ratera l'objectif de puissance raccordée qui lui avait été fixé à fin 2023.

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée fin 2022

721 MW
(dont 480 MW pour l'éolien en mer)

Production électrique en 2021

483,8 GWh

Objectif 2023 pour l'éolien posé en mer

2,4 GW

*Objectif 2028 pour l'éolien
posé en mer ou flottant*

5,2 – 6,2 GW

Emplois directs dans la filière en 2021

6 591

Chiffre d'affaires dans la filière en 2021

1 383
millions d'euros

FILIÈRE ÉNERGIES MARINES

Les océans et les mers recèlent d'énormes quantités de flux énergétiques provenant de la houle, des grands courants marins, des marées ou des différences de température entre les courants. La France se trouve dans une position unique pour développer les énergies marines de par la diversité et la complémentarité de ses bassins maritimes, de la mer du Nord aux côtes bretonnes, en passant par le front atlantique et le bassin méditerranéen. Si l'éolien offshore impressionne par sa capacité à exploiter les vents marins avec, pour les dernières versions, des machines de plus de 10 MW de puissance unitaire, d'autres technologies utilisant les flux énergétiques marins sont tout à fait complémentaires des énergies éolienne et solaire et peuvent contribuer à la diversification du bouquet énergétique du pays.

LA FRANCE TIENT ENFIN SON PREMIER PARC ÉOLIEN EN MER

La France a mis en service son premier parc éolien en mer en septembre 2022 au large de Saint-Nazaire, dans l'océan Atlantique. Onze ans après le lancement de l'appel d'offres qui l'avait sélectionné, le parc composé de 80 éoliennes pour une puissance totale de 480 MW est désormais en activité. Le champ des éoliennes se situe entre 12 et 20 km des côtes, sur une zone de 78 km², et les mats sont posés sur des monopieux entre 15 et 25 mètres de profondeur. Devraient ensuite suivre les parcs de Saint-Brieuc, Fécamp en 2023, puis Courseulles en 2024 et Îles d'Yeu Noirmoutier et Le Tréport en 2025. La France va rater son rendez-vous avec les 2,4 GW attendus pour fin 2023, un retard qui s'ajoute aux 2 GW qui seront également manquants côté éolien terrestre.

À plus longue échéance se prépare le site au large de Dunkerque (issu de l'appel

d'offres de 2019) ainsi que ceux au large de Barfleur, dans le Cotentin (pour une puissance de 1 GW), et que le projet Sud-Atlantique au large d'Oléron (lancé en janvier 2021), qui développera une puissance comprise entre 500 MW et 1 GW. Pour le projet normand (Cotentin), six candidatures se sont dévoilées en avril 2021, annonçant une rude compétition pour l'attribution finale. Deux entreprises se sont lancées seules : Iberdrola et Shell, la compagnie pétrolière néerlandaise faisant son arrivée dans les appels d'offres hexagonaux. Par ailleurs, quatre consortiums ont été formés : Éoliennes en mer Manche Normandie, une société de projet d'EDF Re et Maple Power (joint-venture d'Enbridge et du fonds de pension canadien CPPIB), Ocean Winds (la coentreprise permanente d'Engie et EDPR), Total associé à RWE, et l'alliance constituée par Vattenfall, WPD et la Banque des Territoires. S'est ensuite ouverte une procédure de dialogue concurrentiel, période durant laquelle le cahier des charges et la zone d'implantation des futurs parcs ont été affinés. La prochaine étape sera la désignation du consortium lauréat, début 2023.

Concernant le projet au large d'Oléron, un débat public a été organisé par la Commission nationale du débat public (CNDP) du 30 septembre 2021 au 28 février 2022. Suite à cela, la procédure de dialogue concurrentiel a été enclenchée pour la création d'un parc d'une puissance installée comprise entre 900 et 1 050 MW, et pouvant aller jusqu'à 1 200 MW. La zone d'implantation sera probablement précisée, notamment en prenant en compte les autres usagers de la zone (la pêche et le trafic maritime), la biodiversité et les contraintes

militaires, puisque l'armée est susceptible de faire des essais de missiles dans le périmètre. En Normandie, les travaux préparatoires au second appel d'offres, dit Centre Manche 2 sont en cours. Les concertations préalables ont été menées jusqu'en mai 2022 à travers des débats organisés par la CNDP. Cependant, relativement peu de personnes ont participé. Pour expliquer ce phénomène, une confusion avec le premier projet, Centre Manche 1, est avancée, ainsi que par le fait que plusieurs points et interrogations levés lors des débats sur les autres sites en mer français n'ont pas encore d'éléments de réponse. Pour ce site, la prochaine étape devrait être la désignation du lauréat, prévue pour début 2024, en vue d'une mise en service du parc envisagée en 2028.

L'ÉOLIEN EN MER FLOTTANT : CAP SUR LES PREMIERS PARCS COMMERCIAUX

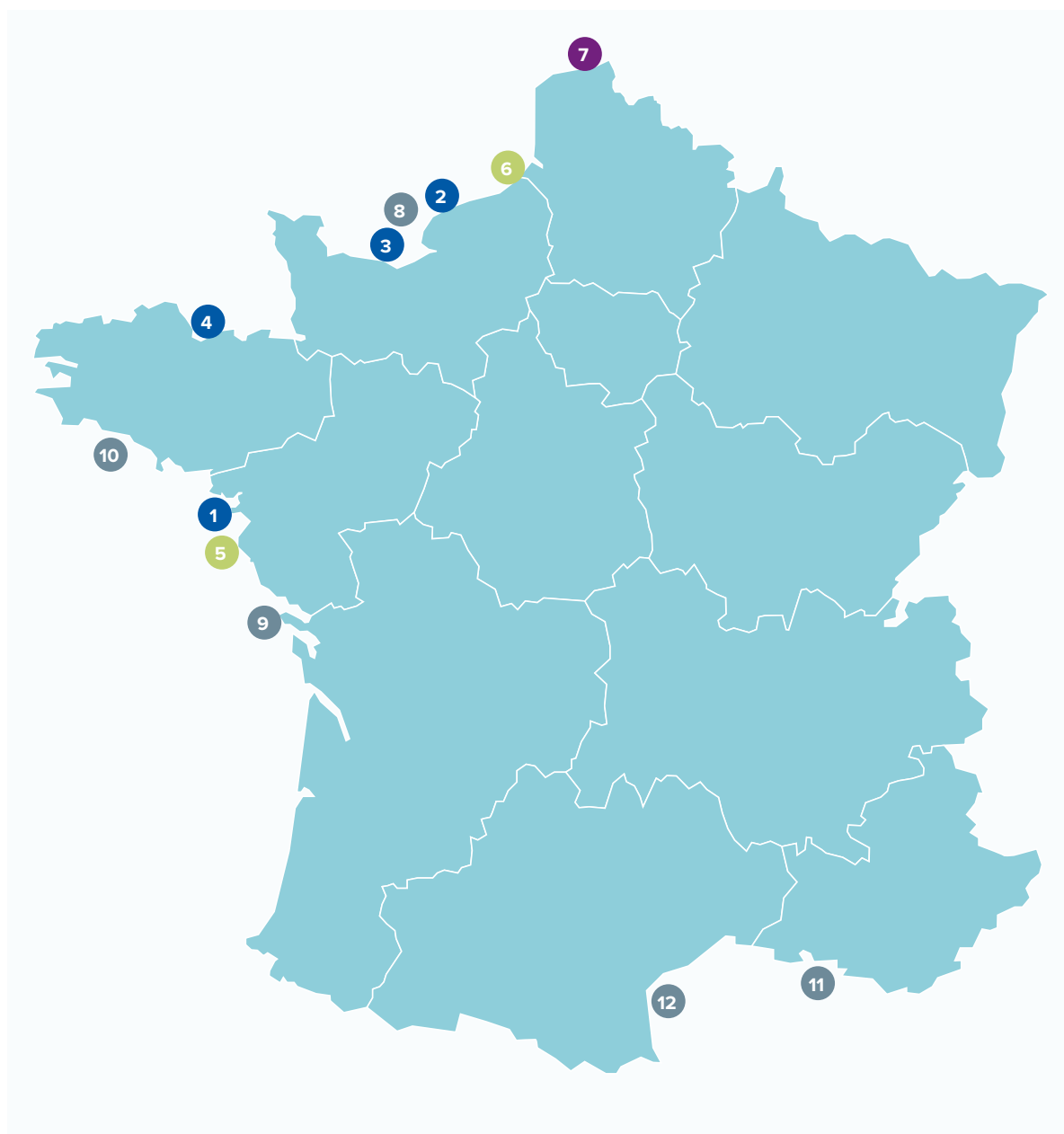
Longtemps cantonné au seul site démonstrateur du projet d'Ideol Floatgen (voir encadré), le secteur de l'éolien flottant change désormais d'échelle. Trois des quatre fermes pilotes lauréates d'un appel à projets lancé par l'Ademe en 2016 dans le cadre également d'un PIA sont en phase de construction. Golfe du Lion et Gruissant (tous deux 30 MW en Occitanie) et Provence Grand Large (24 MW en Sud Paca) vont entrer en service entre 2023 et 2025. Ces opérations fourniront des retours d'expérience très précieux pour préparer au mieux le virage suivant, qui sera celui des fermes commerciales. En revanche, le consortium portant le projet de Groix-Belle-Île (28,5 MW) en Bretagne Sud a jeté l'éponge en novembre 2022, évoquant des « défis techniques, commerciaux et financiers » rédhibitoires.

Ces fermes pilotes devraient être suivies de près par des parcs commerciaux. La PPE prévoit trois appels d'offres pour trois parcs d'au moins 250 MW chacun, l'un en Bretagne Sud et deux en Occitanie et Paca, puis pour un ensemble de 1 000 MW éolien posé ou flottant après 2024. En Bretagne Sud, le débat public s'est achevé en décembre 2020 sur la création de deux parcs : l'un de 250 MW minimum, l'autre pouvant aller jusqu'à 500 MW. Leur raccordement sera mutualisé. En septembre 2021, le ministère de la Transition écologique a annoncé le lancement de la procédure de dialogue concurrentiel pour le premier projet de 250 MW et la liste des 10 candidats autorisés à y participer. Puis en septembre 2022, suite aux enseignements du débat public et à diverses consultations complémentaires, la zone d'implantation a été précisée : le parc sera situé à plus de 20 km de la pointe des Poulains de Belle-Île. Le cahier des charges de l'appel d'offres va désormais être soumis à l'avis de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) puis publié. Les candidats devront remettre leurs offres début 2023. Le lauréat sera désigné par le gouvernement au printemps pour une mise en service du parc en 2030. En Méditerranée, le débat public s'est achevé en octobre 2021 sur la création de deux parcs. Les zones d'implantation au sein du golfe du Lion ont été annoncées en mars 2022. Le premier sera installé à 22 km au large des côtes narbonnaises, près de Port-la-Nouvelle, et le second à une distance équivalente de Fos-sur-Mer. Le dialogue concurrentiel a été lancé au mois d'août 2022, avec 13 sociétés candidates. Le gouvernement choisira un ou deux lauréats à l'automne 2023, pour une mise en service en 2030.

Carte n° 1

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

Source : Observ'ER.



● Zones d'installation des éoliennes
du 1^{er} appel d'offres

● Zones d'installation des éoliennes
du 2^e appel d'offres

● Zones d'installation des éoliennes
du 3^e appel d'offres

● Zones d'implantation :
procédure en cours

Voir légende page suivante.

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

- 1 **PARC DU BANC DE GUÉRANDE – SAINT-NAZAIRE (AO 2012)**
480 MW : 80 éoliennes Haliade 150 de 6 MW (GE Renewable Energy)
Tarif d'achat (20 ans) : 143,60 €/MWh
Investissement : 2 milliards d'euros
Mis en service : fin 2022
- 2 **ÉOLIENNES OFFSHORE DES HAUTES-FALAISES – FÉCAMP (AO 2012)**
497 MW : 71 éoliennes SWT-7.0-154 (Siemens Gamesa)
Tarif d'achat (20 ans) : 135,20 €/MWh
Investissement : 2 milliards d'euros
Mis en service : fin 2023
- 3 **ÉOLIENNES OFFSHORE DU CALVADOS – COURSEULLES-SUR-MER (AO 2012)**
448 MW : 64 éoliennes de 7 MW SWT-7.0-154 (Siemens Gamesa)
Tarif d'achat (20 ans) : 138,70 €/MWh
Investissement : 1,8 milliard d'euros
Mis en service : fin 2024
- 4 **AILES MARINES – SAINT-BRIEUC (AO 2012)**
496 MW : 62 éoliennes de 8 MW modèle SG 8.0-167 DD (Siemens Gamesa)
Tarif d'achat (20 ans) : 155 €/MWh
Investissement : 2,4 milliards d'euros
Mis en service : fin 2023
- 5 **ÉOLIENNES EN MER ÎLES D'YEU NOIR-MOUTIER – YEU - NOIRMOUTIER (AO 2014)**
496 MW : 62 éoliennes de 8 MW SG 8.0-167 DD (Siemens Gamesa)
Tarif d'achat (20 ans) : 137 €/MWh
Investissement : 2 milliards d'euros
Mis en service : fin 2024
- 6 **ÉOLIENNES EN MER DIEPPE / LE TRÉPORT – TRÉPORT (AO 2014)**
496 MW : 62 éoliennes de 8 MW SG 8.0-167 DD (Siemens Gamesa)
Tarif d'achat (20 ans) : 131 €/MWh
Investissement : 2 milliards d'euros
Mis en service : fin 2023
- 7 **ÉOLIENNES EN MER DE DUNKERQUE – DUNKERQUE (AO 2019)**
600 MW : 46 éoliennes maximum
Complément de rémunération (20 ans) : 44 €/MWh
Investissement : 1,4 milliard d'euros
Mis en service : fin 2027
- 8 **PARC CENTRE MANCHE**
1 GW - Procédure d'attribution en cours
- 9 **PARC SUD ATLANTIQUE**
De 500 MW à 1 GW - Procédure d'attribution en cours
- 10 **ÉOLIEN FLOTTANT – PROJET SUD BRETAGNE**
250 MW - Procédure d'attribution en cours
- 11 **FOS-SUR-MER**
250 MW - Procédure d'attribution en cours
- 12 **PORT-LA-NOUVELLE**
250 MW - Procédure d'attribution en cours

LA RELANCE DE L'HYDROLIEN

L'hydrolien exploite l'énergie cinétique des courants et peut être installé en mer, dans une rivière ou un fleuve. Les machines, à puissance équivalente, sont beaucoup plus petites que les éoliennes, la masse volumique de l'eau étant 833 fois plus importante que celle de l'air. La France dispose des courants marins parmi les plus forts au monde. La ressource est estimée à plus de 4 GW de puissance installée, principalement dans le raz Blanchard et le raz de Barfleur, en Normandie, le passage du Fromveur, la chaussée de Sein et les Héaux de Bréhat, en Bretagne. Trois démonstrateurs pré-industriels différents d'hydroliennes marines ont été immergés, à Ouessant, dans le Fromveur (octobre 2018, Sabella D10, 1 MW), à Étel (février 2019, hydrolienne Guinard énergies, 20 kW) et à Paimpol-Bréhat (avril 2019, démonstrateur OceanQuest d'Hydroquest sur le site d'essais opéré par EDF, 1 MW). Toutes ces

machines, conçues et réalisées en France, ont été connectées au réseau électrique.

Le démonstrateur Sabella avait été retiré de l'eau à la fin de l'été 2020, en raison de problèmes d'étanchéité qui ont été revus depuis, avant d'être réimmergé en avril 2022 pour une troisième campagne de tests. Les deux premières campagnes ont permis de tester deux versions du système de conversion électrique embarqué et d'en valider le principe. Sabella est le seul turbiniériste à avoir fait ce choix, les concurrents traitant la conversion à terre. La troisième campagne de tests doit confirmer les améliorations de lissage de la production électrique à terre. La turbine Sabella D10 devrait être remplacée en 2024-2025 dans le cadre du projet commercial Phares mené avec Akuo Energy, par deux hydroliennes D12 de 500 kW chacune, destinées à alimenter Ouessant en complément d'autres énergies renouvelables. Sabella, associée à la société

Exit Floatgen, place à Eolink

Raccordé en septembre 2018 sur le site SEM-REV de Centrale Nantes, en Pays de la Loire, et démonté en 2022, le démonstrateur du projet Floatgen développé par Ideol a longtemps été la seule référence française en matière d'éolien en mer. Désormais le site va se tourner vers un nouveau projet mis au point par la start-up brestoise Eolink. Soutenu à hauteur de 14,9 millions d'euros par l'Ademe dans le cadre du plan France 2030, le démonstrateur d'Eolink sera d'une capacité de 5 MW, au lieu de 2 MW pour l'éolienne Floatgen.

La technologie Eolink s'appuie sur une structure pyramidale : le rotor et les pales sont montés sur quatre mâts, qui reposent sur un flotteur semi-submergé. L'entreprise Valorem s'occupera de l'assemblage de l'éolienne sur son flotteur, fabriqué par les Chantiers de l'Atlantique, puis de sa maintenance. Centrale Nantes se chargera de son installation. Le pari de la technologie Eolink est de diminuer le coût de l'électricité, notamment grâce à la réduction de 30 % de la masse d'acier du flotteur et à sa structure pyramidale plus légère de 40 % par rapport à une éolienne à mât unique. Le démonstrateur devrait prendre sa place sur le site d'essais en mer multitechnologies de SEM-REV en 2024.

À terme, Eolink mise sur un prix de l'électricité produite d'environ 35 euros le mégawattheure, pour une éolienne pyramidale de 15 à 20 MW, soit une baisse de 20 à 25 % en comparaison à des éoliennes flottantes conventionnelles.

Morbihan hydro énergies, porte également un projet expérimental d'immersion pendant trois ans de deux hydroliennes Do8 de 250 kW dans le golfe du Morbihan, dans le courant de la Jument, d'ici fin 2023-2024 (dans le cadre du programme européen Tiger). En octobre 2022, le commissaire enquêteur chargé d'analyser ce dossier a cependant émis un avis défavorable, estimant que le site choisi est « fragile » et que cette installation de deux hydroliennes ne permettra en rien de « franchir la crise énergétique ». La main est maintenant au préfet du Morbihan, qui doit trancher. En janvier 2021, Sabella avait repris les brevets et actifs des activités hydroliennes de GE Renewable Energy pour bénéficier de l'expertise du groupe, qui est entré au capital de la société à hauteur de 15 %. Puis

en juin de la même année, l'entreprise avait signé avec Nova innovation un accord de collaboration visant à accélérer le développement de sites hydroliens pour les deux entreprises, en France et au Royaume-Uni. Elle a bouclé en mai une collecte de financement participatif d'un montant de 2,50 millions d'euros, sur la plateforme Gwenneg, notamment pour la construction de son atelier d'assemblage sur le port de Brest.

Le démonstrateur Oceanquest d'Hydroquest construit par CMN, a, quant à lui, été sorti des eaux du site d'essais de Paimpol-Bréhat en octobre 2021. Un prototype du suédois Minesto, sorte de cerf-volant sous-marin retenu par un câble baptisé Deep Green ou désormais Dragon Class, devrait

Open-C : s'associer pour mieux tester

Les sites d'essais Paimpol-Bréhat, Sainte-Anne-du-Portzic, Semrev, Seeneoh à Bordeaux et le futur Mistral au large de Fos-sur-Mer, jusqu'ici gérés indépendamment les uns des autres, ont décidé de se fédérer au sein d'une fondation partenariale dénommée Open-C. Le but : permettre une meilleure coordination entre les sites, qui jouent un rôle crucial dans la validation en conditions réelles des prototypes et des tests préindustriels, en partenariat avec France énergie marine. La fondation prévoit également la création du premier site d'essai de « très grande puissance » (TGP) pour dérisquer le raccordement des futurs parcs éoliens commerciaux flottants. Deux à trois éoliennes de puissance allant jusqu'à 20 MW pourraient être testées en même temps. La mise en service devrait avoir lieu entre 2025 et 2027.

prendre sa place, également dans le cadre du projet Tiger. Les tests à Paimpol-Bréhat ont permis à Hydroquest de concevoir une nouvelle génération d'hydroliennes qui devrait équiper le projet de Flowatt. Cette ferme pilote de 7 machines de 2,5 MW, l'une des plus puissantes au monde, est développée avec Qair, producteur indépendant d'énergie exclusivement renouvelable, au raz Blanchard, grâce à la reprise des permis d'EDF. Le projet a obtenu en début d'année 2022 le soutien des pouvoirs publics via l'appel à projets « Systèmes énergétiques – Villes et territoires durables » de l'Ademe, financé par France relance. Concrètement, le soutien va prendre la forme de subventions et avances remboursables et d'un complément de rémunération encore inconnu. La mise en service de Flowatt est prévue pour 2025, avec un coût de production estimé par Qair à 370 €/MWh. L'autre projet hydrolien (4 hydroliennes de 3 MW), développé par la joint-venture Normandie hydroliennes/Simec Atlantis Energy sur les anciennes concessions d'Engie dans le raz Blanchard, est plus incertain, Simec-Atlantis étant en difficulté financière. La filière attend désormais une vraie place

pour l'hydrolien dans la future programmation pluriannuelle de l'énergie, ce qui pourrait être envisagé si les coûts baissent rapidement.

Si l'hydrolien en mer est actuellement le plus développé, il est aussi possible d'utiliser l'énergie des courants de fleuve. Pour cette technologie, le potentiel français est situé principalement en Bretagne, dans les Pays de la Loire, en Nouvelle-Aquitaine et sur le Rhône. Hydroquest, après avoir testé durant quatre ans un démonstrateur de 40 kW près d'Orléans (retiré des eaux en juin 2018), a installé quatre hydroliennes fluviales dans le Rhône, près de Lyon (320 kW), mais a cependant abandonné ses projets en aval du barrage de Génissiat (Ain) en raison de contraintes fortes sur le site. Par ailleurs, la start-up brestoise Guinard énergies nouvelles, rachetée il y a deux ans par le groupe varois Acti, et qui a déployé en 2020 une hydrolienne P66 (3,5 kW, pour milieux fluvial et marin) en Guyane française, semble avoir du mal à concrétiser ses deux projets en cours en métropole : l'installation d'une hydrolienne P66

Sweetch Energy affirme ses ambitions dans l'osmotique

Fondée en 2016, Sweetch Energy avait annoncé en avril 2021 avoir obtenu un financement de 5,2 millions d'euros pour lancer la phase d'industrialisation de sa technologie osmotique innovante et développer un premier prototype industriel dans les trois prochaines années. Un an plus tard, elle signait un partenariat technologique avec la Compagnie nationale du Rhône (CNR) pour installer en 2023 une centrale pilote de plusieurs dizaines de kW sur le site de l'écluse de Barcarin, à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Ce partenariat industriel est complété par un partenariat financier, la CNR investissant 1,5 million d'euros pour accompagner le développement de Sweetch Energy. La start-up prévoit désormais une exploitation commerciale en 2024, puis le déploiement, à horizon 2030, de près de 500 MW dans le delta du Rhône. Une ambition récompensée en novembre 2022, puisqu'elle a été sélectionnée pour bénéficier d'une subvention de 2,5 millions d'euros du programme européen EIC Transition 2022.

sur la Marne et la réimmersion d'une hydrolienne P154 (20 kW pour un milieu marin et estuarien) dans le cadre du projet Erseo (Énergies renouvelables au service des exploitations ostréicoles), sur la rivière d'Étel (Morbihan). En revanche, une bonne surprise vient de la société française EEL Energy, créée en 2011 et localisée à Boulogne-sur-Mer, qui développe des hydroliennes biomimétiques à membrane. L'entreprise a débuté courant mai 2022 des essais dans la rade de Brest pour un système flottant de 30-50 kW. Et a également annoncé préparer pour début 2023 le lancement commercial d'une offre d'hydrolienne de 3-5 kW pour des applications d'électrification rurale (rivières ou de canaux). Bénéficiant d'un financement du Fonds européen de développement régional (Feder), l'entreprise cherche actuellement à lever jusqu'à 2 millions d'euros pour poursuivre son développement. Enfin, une hydrolienne fluviale a également été installée en juillet 2022 sur le site d'essai Seeneoh de Bordeaux, dans le cadre du projet programme Blue-Gift, et connectée

au réseau. Il s'agit d'une hydrolienne de la société néerlandaise Hydrokinetic Power Generation Systems (HPGS) de 25 kW.

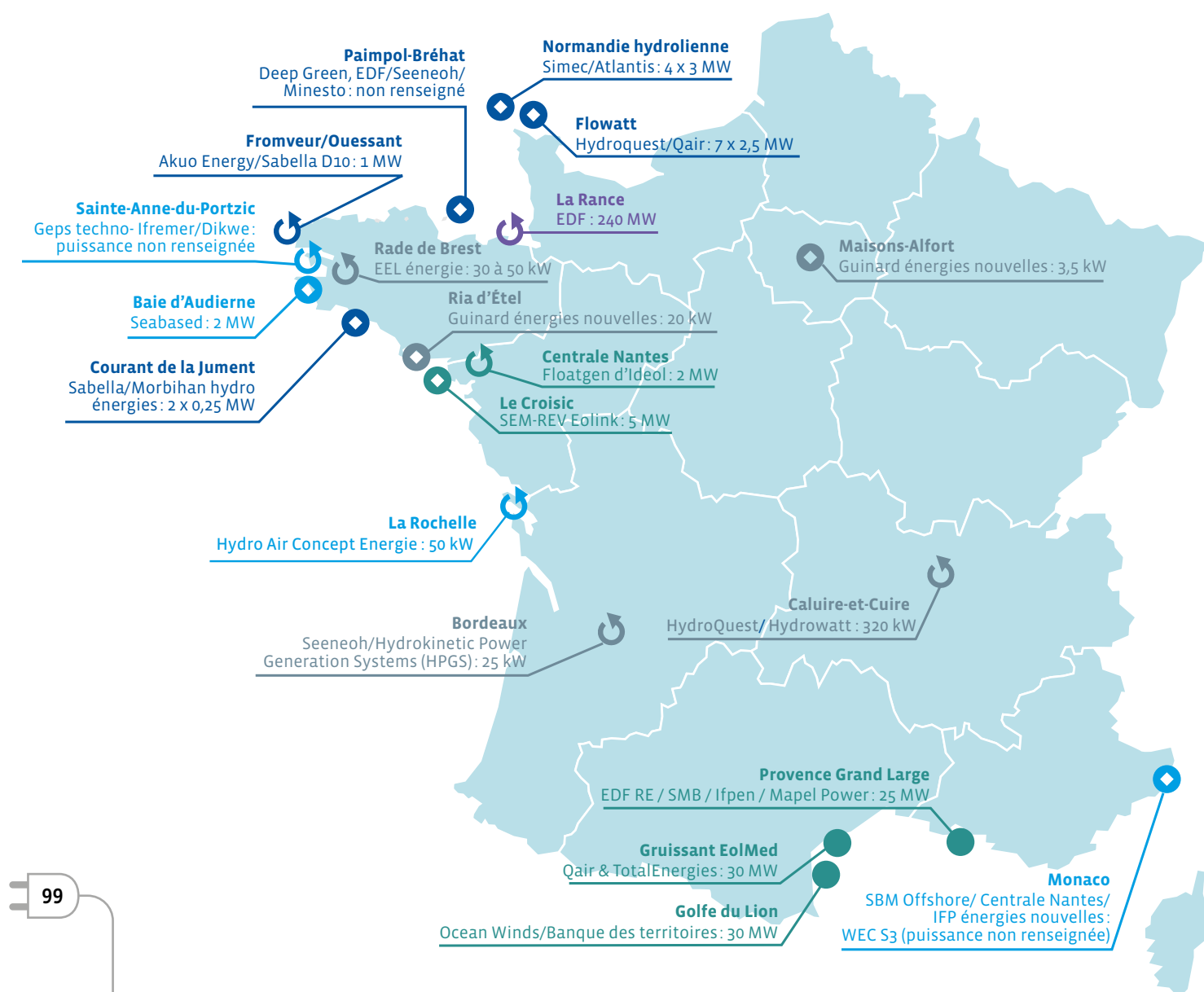
L'ÉNERGIE HOULOMOTRICE, DE NOUVELLES PERSPECTIVES GRÂCE À LA R&D

Les techniques houlomotrices, qui exploitent l'énergie des vagues et de la houle, font encore face à de nombreux verrous technologiques. En France, plusieurs projets ont été stoppés mais la filière teste de nouvelles technologies prometteuses. Ainsi, la start-up girondine Hydro Air Concept Energy (Hace) a mis à l'eau une machine pilote de 50 kW en août 2018, dans le port de La Rochelle. Reconnu par une dizaine de prix internationaux, le projet est cependant aujourd'hui au point mort. Après plus de deux ans d'essais sur le site du SEM-REV de l'école Centrale de Nantes, la plateforme houlomotrice Wavegem (120 kW houlomoteurs et 30 kW photovoltaïques) conçue par l'entreprise ligérienne Geps techno a, elle, été déconnectée. Geps techno s'est cependant

Carte n° 2

Cartographie des sites énergies marines renouvelables en métropole

Source : Observ'ER, 2022.



Énergie marémotrice

Énergie des courants en mer

Énergie des vagues

Éolien offshore flottant

Énergie des courants fluviaux

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 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Carte n° 3

Cartographie des sites énergies marines renouvelables dans les Outre-Mer

Source : Observ'ER, 2021.



associée avec le groupe Legendre et l'Ifremer pour élaborer un système très innovant de digues utilisant les vagues pour produire de l'énergie, baptisé Dikwe. En juillet 2022, un prototype à l'échelle un quart a été installé sur la station d'essais de Sainte-Anne-du-Portzic, située en bordure du goulet de Brest, au pied de l'institut Ifremer. Un premier ouvrage à taille réelle de 1 MW est prévu à l'horizon 2024, incorporé à une construction en béton.

Toujours en Bretagne, la société irlandaise Seabased envisage d'installer une ferme houlomotrice de 10 MW en baie d'Audierne (Finistère), avec une première phase de 2 MW (20 machines de 100 kW). L'entreprise

monégasque SBM Offshore développe pour sa part, en partenariat technique avec Centrale Nantes et l'IFP énergies nouvelles et avec le soutien du gouvernement de Monaco et de l'Ademe via le PIA, un système sous forme de tube souple ondulant ancré en mer (WEC S3). En octobre 2021, un arrêté ministériel a autorisé la mise à l'eau pour une période d'essai de douze mois dans les eaux de Monaco, devant l'héliport. Celle-ci pourrait intervenir d'ici à la fin de l'année prochaine. Enfin, la région Nouvelle-Aquitaine et la communauté d'agglomération Pays-Basque ont lancé en 2019 une étude de faisabilité pour l'accueil d'une ferme houlomotrice sur l'estuaire de l'Adour. Ce projet, baptisé Wavepi, a franchi fin 2021 une étape. Un accord de principe a été donné pour poursuivre les investigations sur un secteur de 2 km² au large de la côte basque.

LA FILIÈRE MARÉMOTRICE ET ETM À L'ARRÊT TANDIS QUE L'OSMOTIQUE REBONDIT

Autre technologie, le marémoteur, qui utilise l'énergie des marées. La France a été pionnière en la matière en réalisant dès 1966 l'un des seuls ouvrages de ce type au monde : le barrage de la Rance, de 240 MW (500 GWh/an en moyenne), qui fournit en électricité l'équivalent de la consommation de la ville de Rennes. Mais cette opération est restée orpheline et le développement de cette technologie n'est pas envisagé actuellement, notamment au regard des enjeux environnementaux importants présentés sur de nouveaux sites. Concernant l'énergie thermique des mers, le gisement potentiel est principalement localisé dans les départements d'outre-mer où les gradients de températures entre les eaux de surface chaudes et les eaux

Tableau n° 1

Activité économique de la filière énergies marines française

Source : rapport 2022 de l'Observatoire des énergies de la mer.

	Structures de formation et de R&D	Développeurs et exploitants	Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur	Institutionnels	Total
Emplois en ETP	264	735	5 530	62	6 591
Chiffres d'affaires 2021 en k€	11 009	705	1 346 486	24 900	1 383 100
Investissements en 2021 en k€	3 166	2 223 788	270 179	68 520	2 565 653

froides profondes sont importants (20 °C au moins). Les technologies en sont encore au stade de la conception et de l'innovation. L'acteur principal sur ce secteur était Naval énergies (filiale de Naval Group), dont le prototype de 15 kW (PAT ETM) est testé sur l'île de La Réunion depuis 2012. En février 2021, Naval group a annoncé chercher à céder sa branche énergies et l'offre de reprise faite par Saipem ne concerne que l'éolien flottant. Il est pour l'instant difficile de dire ce qu'il va advenir des projets d'ETM.

L'énergie osmotique, enfin, exploite la différence de salinité entre des eaux marines et des eaux douces et, en la matière, les estuaires représentent des sites idéaux. En France, la start-up rennaise Sweetch Energy a développé une nouvelle génération de membranes nanométriques prometteuse, qui permet d'accélérer le courant ionique. Les membranes sont fabriquées avec des matériaux secrets mais biosourcés et disponibles en France, selon l'entreprise (cf. encadré).

3,5 MILLIARDS D'EUROS INVESTIS EN DEUX ANS

En novembre 2020, l'Union européenne s'est dotée d'une stratégie ambitieuse sur les énergies renouvelables en mer. Celle-ci propose de porter la capacité de production éolienne offshore à au moins 60 GW en 2030 et à 300 GW d'ici à 2050, et de développer les énergies océaniques avec 100 MW en service en 2025, puis 1 GW en 2030, avant de viser les 40 GW en 2050. En France, les ambitions affichées par la PPE 2020 et les espoirs que font naître les échanges autour de sa révision en cours ont entraîné une hausse très importante des investissements, selon l'Observatoire des énergies de la mer. En deux ans, 3,5 milliards d'euros ont été investis, soit plus que tous les investissements précédents dans la filière, dont 2,6 milliards entre 2020 et 2021. Ce chiffre représente une augmentation de 76 % par rapport à l'année précédente. Le secteur de l'éolien flottant, en pleine phase de lancement des premiers projets, est particulièrement porteur, affichant une hausse de 194 % des investissements ! Côté chiffres d'affaires, le secteur affiche également un beau dynamisme, avec 1,383 milliard d'euros d'activité en

2021, un chiffre en progression de 65 % par rapport à 2020.

Quant aux emplois en équivalent temps plein (ETP), ils ont augmenté de 36 % entre 2020 et 2021, pour atteindre un chiffre de 6 591. Les usines renforcent en effet leur activité et les chantiers de construction et d'installation en mer sont en pleine effervescence. Pour continuer dans cette voie, le gouvernement et la filière se sont fixé l'objectif d'atteindre 40 GW installés en 2050 en créant 20 000 emplois d'ici à 2035. Objectif qui ne pourra être atteint, selon l'Observatoire, *« que si la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie planifie à minima 2 GW d'appels d'offres par an dans l'éolien en mer et des premiers appels d'offres significatifs dans l'hydrolien »*. ●

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ <https://www.eurobserv-er.org/category/all-ocean-energy-barometers/>
- ✓ www.cluster-maritime.fr
- ✓ www.france-energies-marines.org
- ✓ www.merenergies.fr
- ✓ www.polemermediterranee.com
- ✓ www.pole-mer-bretagne-atlantique.com
- ✓ www.eoliennesenmer.fr



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



à **Guillaume Gréau**,
directeur du
développement
chez Hydroquest
et vice-président
de la commission

énergies marines du Syndicat
des énergies renouvelables (SER)

1 Qu'est-ce que vous ont appris les tests à Paimpol-Bréhat?

Ils étaient prévus pour durer un an mais nous avons finalement pu les mener durant deux ans sans encombre avant de devoir libérer la place. Ils nous ont notamment permis de faire valider notre courbe de performance par le Bureau Veritas. Nous avons également effectué des études acoustiques et pu vérifier l'efficacité des systèmes anticorrosion et antifouling sur l'hydrolienne. La fondation gravitaire, qui est sur nos machines lestée et non forcée, a, elle, au contraire été colonisée. Elle a joué le rôle de récif, ce qui montre qu'elle s'intègre bien aux fonds marins.

2 Qu'est-ce qui a convaincu Qair de s'associer avec vous pour le projet Flowatt au raz Blanchard?

Les tests à Paimpol-Bréhat ont prouvé la robustesse de notre machine, ce qui a convaincu Qair que notre technologie fonctionne. Et en tant que producteur indépendant d'électricité renouvelable, Qair connaît les points forts de l'hydrolien,

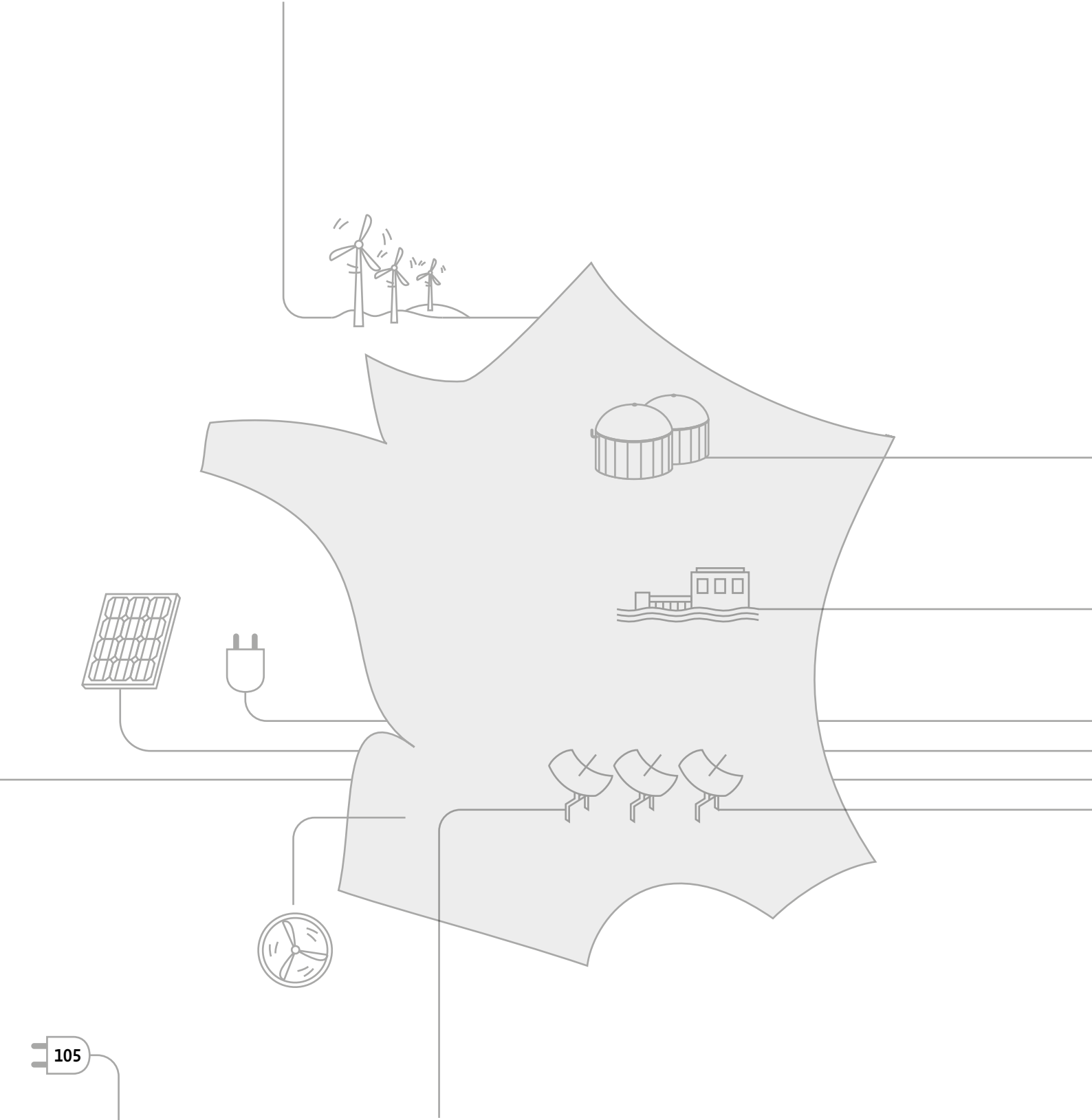
notamment la prédictibilité de la production, les courants de marée étant parfaitement connus. Cette prédictibilité sécurise les revenus, ce qui est un atout considérable. Flowatt sera le projet pilote hydrolien le plus puissant du monde, avec 7 turbines de 2,5 MW, pour un total de 17,5 MW. Nous sommes en discussion actuellement avec les services de l'État pour caler les mécanismes de soutien à ce projet. Nous visons un bouclage financier fin 2023 et une mise en service fin 2025 si tout va bien.

3 Où en est la filière hydrolienne en France et en Europe?

La première phase du projet Meygen de Simec Atlantis de 4 X 1,5 MW en Écosse a globalement bien fonctionné. Plusieurs essais de différentes technologies ont également été concluants à l'European Marine Energy Centre (EMEC), un centre de tests basé dans les îles Orcades, au nord de l'Écosse. Concernant les acteurs français, deux turbiniers ont désormais fait leurs preuves dans les eaux nationales : Sabella, avec son hydrolienne D10, et Hydroquest. La filière est ainsi prête pour des projets de fermes pilotes structurants comme Flowatt, et bientôt pour des projets commerciaux. La France, avec son fort potentiel, pourrait confirmer son leadership sur l'hydrolien, d'autant que la Normandie présente l'avantage d'avoir une forte capacité d'export à terre de l'électricité produite. Il n'y aura pas nécessité de renforcer le réseau pour les premiers projets commerciaux, ce qui réduit les coûts globaux des projets et les simplifie. Nous attendons maintenant des objectifs très clairs et à la mesure de notre potentiel national pour la filière dans la prochaine PPE,



avec des appels d'offres fléchés en Bretagne et en Normandie, ce qui nous permettrait de développer rapidement des projets en France pour être en situation de force à l'export au Royaume-Uni, au Canada puis en Asie du Sud-Est. ●



SYNTHÈSE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France



3 QUESTIONS

de l'Observatoire des énergies renouvelables



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

1 Que reprenez-vous de l'année 2022 du point de vue des filières EnR électriques ?

La crise de l'approvisionnement en électricité, exacerbée par le conflit à l'Est de l'Europe, a révélé une prise de conscience générale du besoin d'indépendance énergétique nationale et à tout le moins de renforcement et de sécurisation de notre mix. Pour relever le défi, la FNCCR a proposé des solutions accessibles sans remise en cause profonde de l'organisation du système électrique, telles que l'obligation, pour les fournisseurs, de s'adosser à un parc de production d'électricité renouvelable, garantissant ainsi une relative sécurisation de leur approvisionnement et in fine du service rendu à leurs clients. Globalement, cette nouvelle édition de «L'observatoire» démontre néanmoins, une fois encore, le fossé entre les ambitions affichées, les déclarations et la réalité du terrain. En matière d'éolien, les objectifs de la France ne seront pas atteints, notamment pour la filière terrestre. En cause, une réglementation jugée changeante et des procédures très lourdes pour les porteurs

de projets (ICPE), auxquelles s'ajoutent des mouvements d'opposition organisés à l'échelle nationale et les recours associés. En 2022, trois grandes régions n'ont pas vu évoluer leur parc de production : Paca, Auvergne Rhône-Alpes et Occitanie. La filière photovoltaïque, chère aux adhérents de la FNCCR, notamment les Aode, a également connu une année décevante, succédant à l'euphorie de 2021. Le renchérissement des équipements et les tendances inflationnistes semblent y être pour beaucoup. Cependant, la future loi d'accélération va dans le bon sens avec certaines avancées telles que la facilitation d'implantation sur les sites «artificialisés». Mais des sujets majeurs, tels que l'autoconsommation, sont malheureusement en dehors des radars du texte, alors que cette dernière contribue au développement de la filière tout en sécurisant l'approvisionnement des collectivités. Enfin il est à noter que des études récentes ont démontré que, grâce aux mécanismes de reversement des profits, l'État a pu se faire rembourser en une année les aides publiques apportées au solaire. Moins évidente en matière d'énergie renouvelable électrique, la méthanisation a pourtant un rôle à jouer. Les objectifs modestes devraient être atteints en 2023. Cette source d'énergie renouvelable concerne tout particulièrement les zones rurales, agricoles, mais aussi la valorisation des boues d'épuration. Cependant, cet élan collectif attendu pourrait être contrarié par des facteurs externes remettant en cause les modèles de développement et pouvant créer de l'incertitude pour les producteurs et les acteurs financiers. Malgré la volonté d'«accélération», l'État a mis en place certains mécanismes pour «taxer» la filière, qui demande

pourtant un soutien massif. Par exemple, l'Europe ayant laissé la liberté aux États de prélever les recettes des producteurs d'électricité générées par la vente d'électricité dépassant le seuil de 180 euros le MWh, le gouvernement a décidé d'abaisser ce seuil avec le dépôt d'un amendement au projet de loi de finances de 2023, pour le fixer à 100 euros/MWh pour les EnR électriques (hors abattement).

2 L'un des axes de la loi d'accélération des EnR est une meilleure redistribution des retombées aux collectivités. Comment y parvenir efficacement ?

Par redistribution, on entend un partage de la valeur au plus près des territoires concernés par des projets, ce qui favorise l'acceptabilité des EnR telles que l'éolien. La redistribution des retombées comme proposée dans le projet de loi accélération des EnR constitue une action intéressante mais non suffisante. La FNCCR estime que les collectivités ont un rôle majeur en tant que facilitateurs de projets, mais on peut regretter que ce projet de loi n'amène pas de réelle simplification sur ce plan. Par ailleurs, une meilleure redistribution passe obligatoirement par une meilleure participation et construction partagée des projets sur le territoire. Les simplifications demeurent essentielles mais ne doivent pas être uniquement administratives et doivent engager tous les acteurs concernés, y compris les populations. Il est également nécessaire de renforcer le portage et le pilotage de la programmation énergétique à l'échelle des territoires en intégrant fortement les autorités organisatrices de la distribution d'énergie (Aode) qui peuvent en être des pierres angulaires grâce à leurs compétences sur le sujet.

3 La France est en retard dans sa transition énergétique (électricité, chaleur). Comment mobiliser davantage les collectivités pour relever le rythme de progression des EnR ?

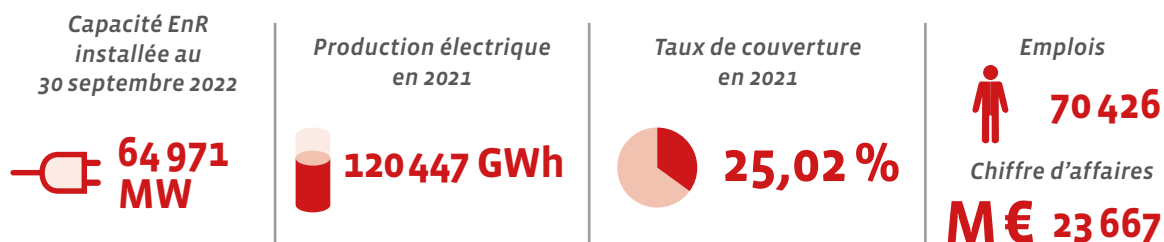
Il est nécessaire de considérer la collectivité au-delà de ses simples compétences urbanistiques et organisationnelles. Depuis 2015, plus d'une centaine de sociétés d'économie mixte locales ont été développées, notamment par les syndicats d'énergie; elles constituent un bras armé pour l'action des territoires dans le développement des EnR. Pour pallier les oppositions locales à certains projets, il convient de privilégier le financement participatif, qui pourrait être porté par ces structures. D'autres outils (fiscalité, appels d'offres CRE...) pourraient inciter les particuliers à investir dans les projets portés par les collectivités, renforçant ainsi les mécanismes d'adhésion.

Il est également impératif de simplifier le recours aux nouveaux modèles de commercialisation de l'énergie pour les collectivités à travers les opérations d'autoconsommation collective ou individuelle, et les contrats d'achat direct d'énergie renouvelable (PPA), pour lesquels les propositions de la FNCCR ont inspiré certaines dispositions du projet de loi d'accélération des EnR. Il s'agit aussi de simplifier les dispositifs d'investissement. Par exemple, si la possibilité pour les collectivités et leurs groupements de participer au capital de sociétés dont l'objet social est la production d'énergies renouvelables a bénéficié ces dernières années d'assouplissements significatifs en ce qui concerne le montant et la durée des avances remboursables des collectivités actionnaires, cette possibilité

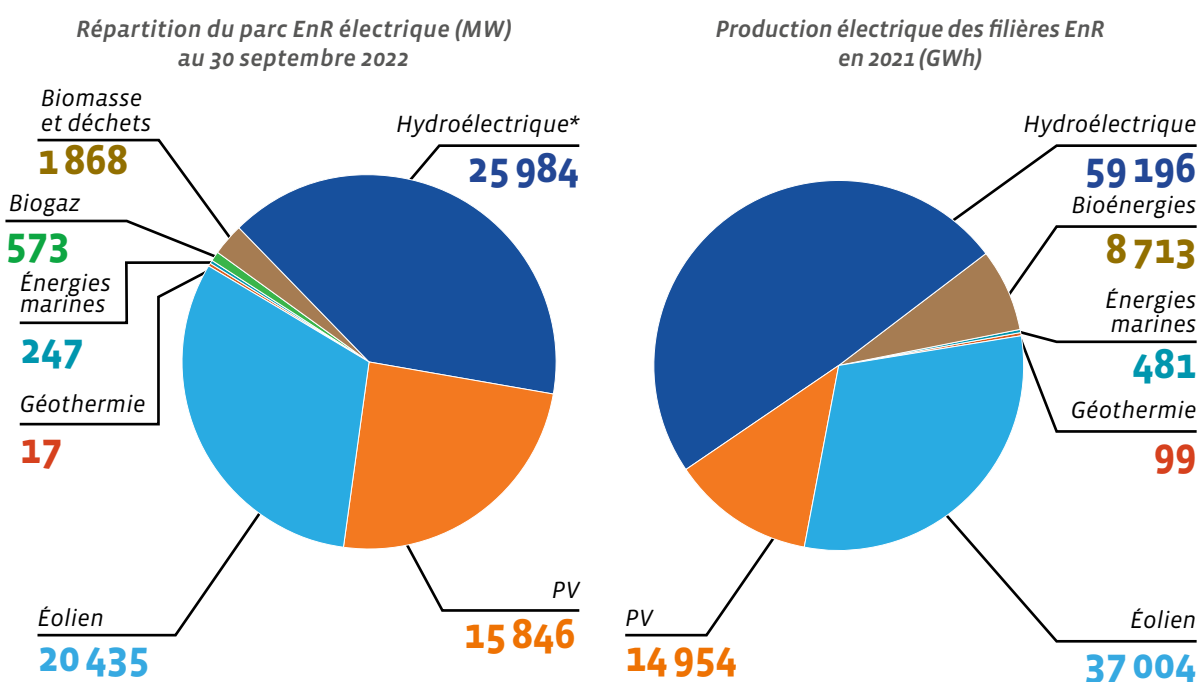
reste limitée à des installations situées sur leur territoire ou limitrophes. Cette limitation géographique n'a pas de sens pour des investissements qui doivent s'envisager à l'échelle de PCAET, Scot ou de bassins de vie. De surcroît, il est nécessaire de permettre à plusieurs collectivités et groupements de co-investir ensemble et massivement sur un même projet et de garantir ainsi une participation suffisante du bloc public et de sa gouvernance dans les projets locaux. ●

TABLEAU DE BORD DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTIONS



EMPLOIS ET MARCHÉS EN 2021

	 Éolien terrestre	 PV	 Hydro-électricité	 Biomasse solide**	 Biogaz**	 Déchets**	 Énergies marines (éolien en mer inclus)
Emplois	19 305	19 990	12 060	7 440	4 460	580	6 591
Chiffre d'affaires	7 038	8 381	3 281	1 935	1 485	164	1 383

* Chiffre pour 2021.

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

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LE MIX ÉLECTRIQUE FRANÇAIS EN 2021

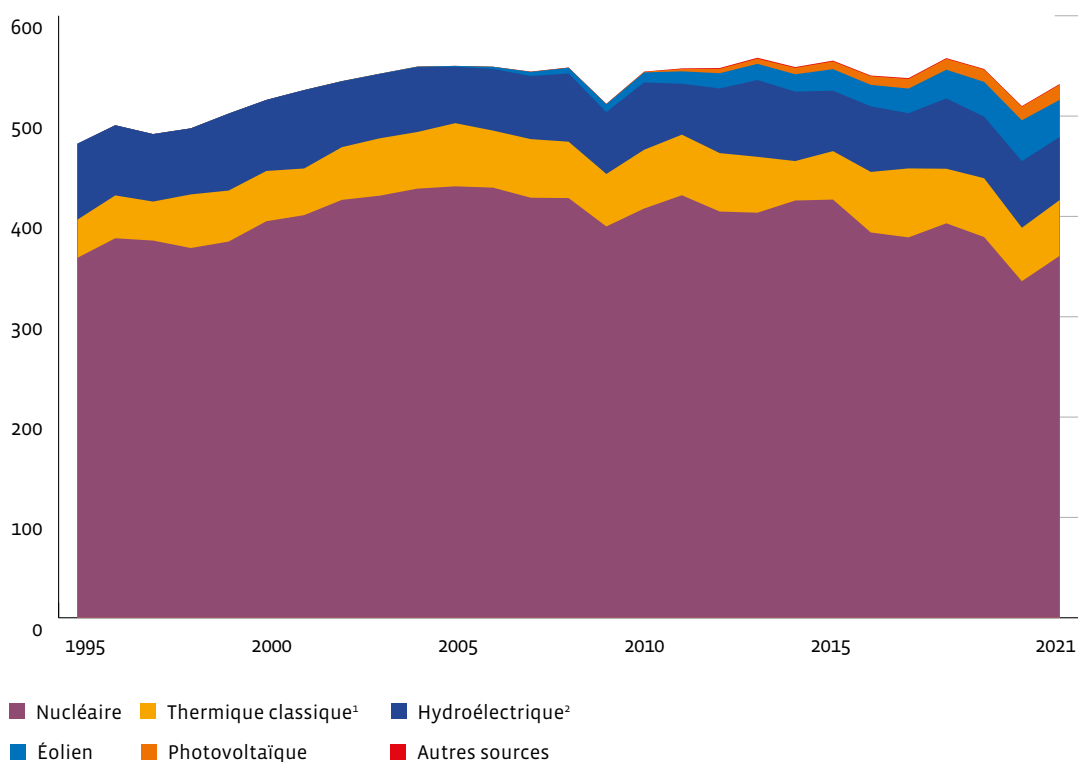
En 2021, la production nette d'électricité en France a été de 532 TWh, un chiffre en hausse de 4,3 % par rapport à l'année précédente. Cette hausse s'explique surtout par l'augmentation de la production nucléaire (+ 7,5 %, à 361 TWh). Le parc nucléaire a été plus disponible qu'en 2020 mais subit les effets rémanents de la crise sanitaire (décalages de maintenance) et des arrêts inopinés en fin d'année 2021. La production thermique classique (gaz, fioul et charbon)

augmente de 3,4 % (56 TWh). Les centrales thermiques ont été relativement peu sollicitées malgré la forte hausse de la demande et la faible disponibilité du parc nucléaire. En revanche, la production d'électricité renouvelable recule par rapport à 2020. La production hydraulique diminue de 5,0 % en raison d'un stock hydraulique moins élevé que l'année précédente. La production éolienne recule de 7,0 % par rapport à son niveau de 2020 et, à l'inverse, la production photovoltaïque progresse de 12,7 % sur un an.

Graphique n° 1

Évolution de la production nette d'électricité en France en TWh

Source : « Bilan énergétique de la France », Sdes.



1. Thermique à combustibles fossiles (charbon, fioul, gaz fossile), biomasse ou déchets.

2. Y compris énergie marémotrice.

Champ : jusqu'à l'année 2010 incluse, le périmètre géographique est la France métropolitaine. À partir de 2011, il inclut en outre les cinq Drom.

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

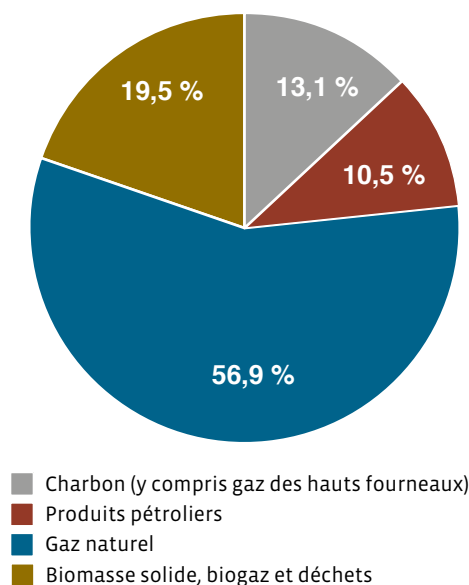
L'ajustement de l'offre à la demande d'électricité est pour l'essentiel assuré par les filières thermiques classiques, dont les moyens de production peuvent être démarrés ou stoppés très rapidement selon les besoins. En 2021, le bouquet de ce secteur est resté dominé par le gaz naturel. La production d'électricité à partir de charbon et de produits pétroliers est en déclin continu depuis plusieurs décennies. Celle à partir d'énergies renouvelables (notamment de biomasse, de biogaz et de déchets renouvelables) tend en revanche à progresser ces dernières années.

Pour 2021, Les premiers chiffres font état d'une part de 24,2 % d'électricité renouvelable dans la consommation annuelle du pays. Bien qu'en constante augmentation depuis 2004, cette part a été pratiquement toujours en retard sur les objectifs nationaux du plan d'action énergie renouvelable sur lequel le pays s'était engagé vis-à-vis de la Commission européenne. Le niveau de 27 % qui était visé à fin 2020 n'est toujours pas atteint fin 2021. De plus, les résultats de 2020 avaient été artificiellement améliorés de par le ralentissement économique lors des périodes de confinements. En effet, si les énergies renouvelables électriques thermiques (biomasse solide, biogaz et déchets) ont moins produit en 2020, cela n'a pas été le cas de l'éolien ou du photovoltaïque, qui ont progressé en moyenne de 10 %. Dans un contexte plus normal, la part de l'électricité renouvelable se serait sans doute située entre 23 et 23,5 %. ●

Graphique n° 2

Décomposition de la production 2021 d'électricité des filières thermiques par source

Source : « Bilan énergétique de la France », Sdes.



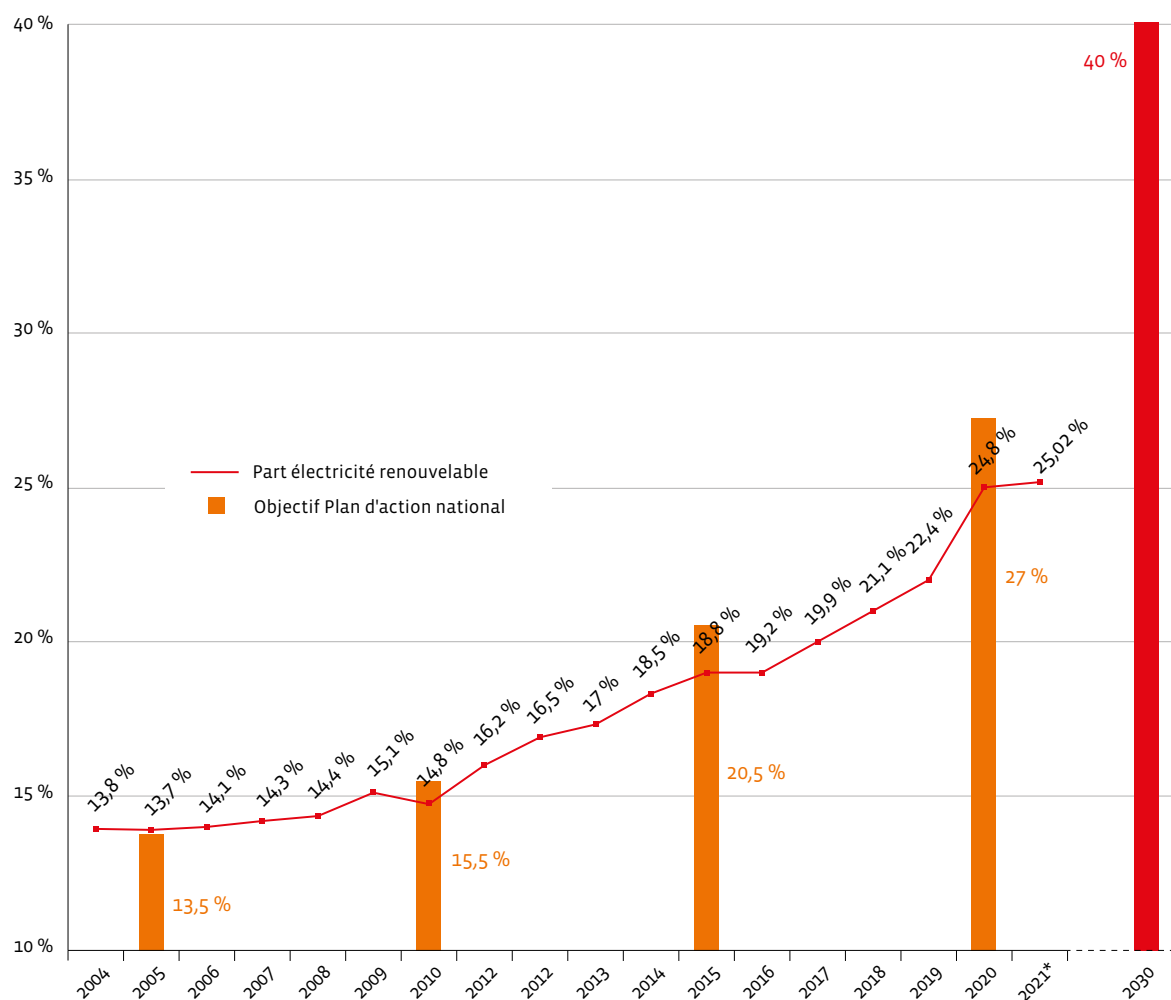
Champ : France entière (y compris Drom)..

Graphique n° 3

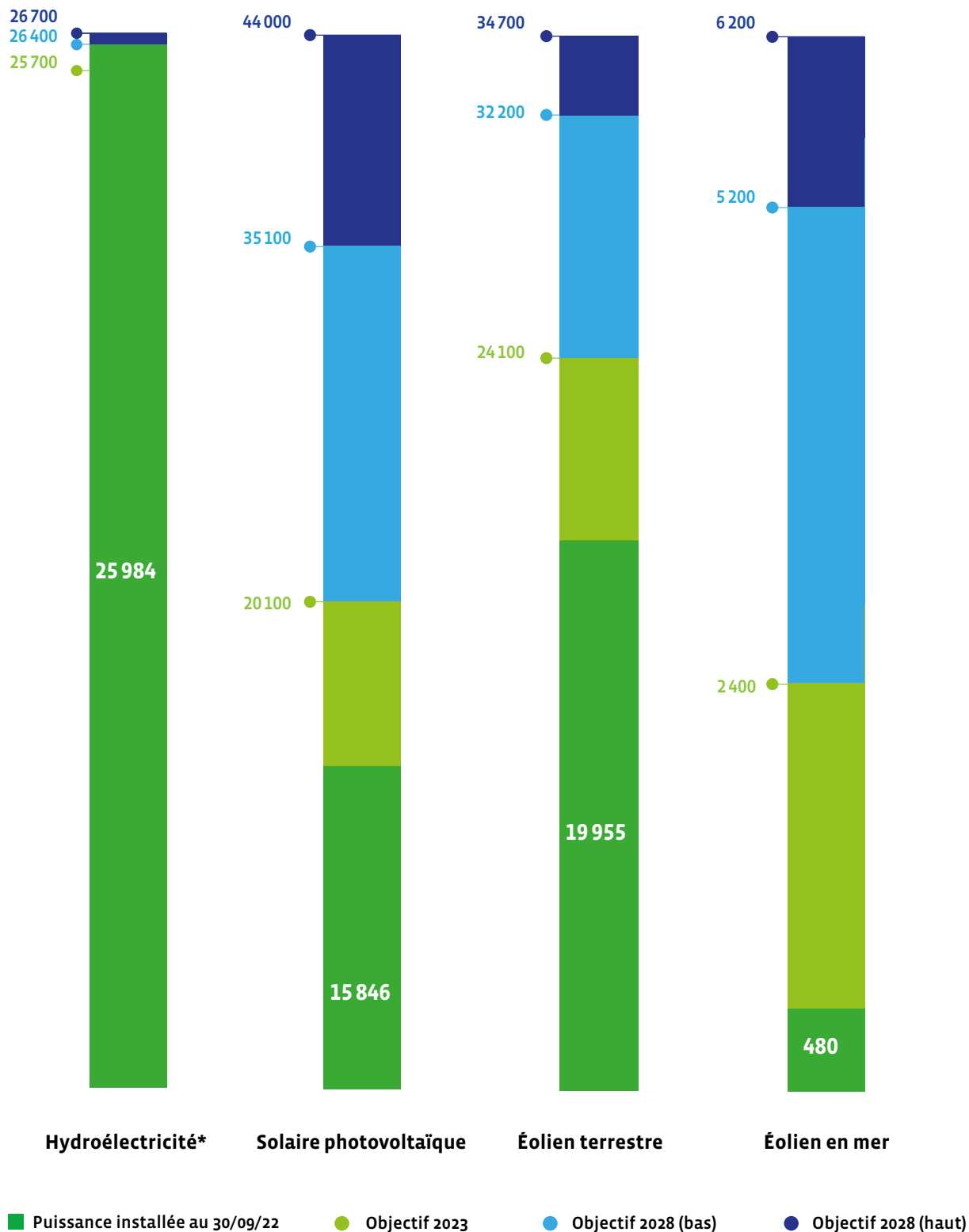
Évolution de la part renouvelable électrique dans la consommation française

Source : Sdes, 2022.

* Chiffre provisoire.



LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (EN MW)

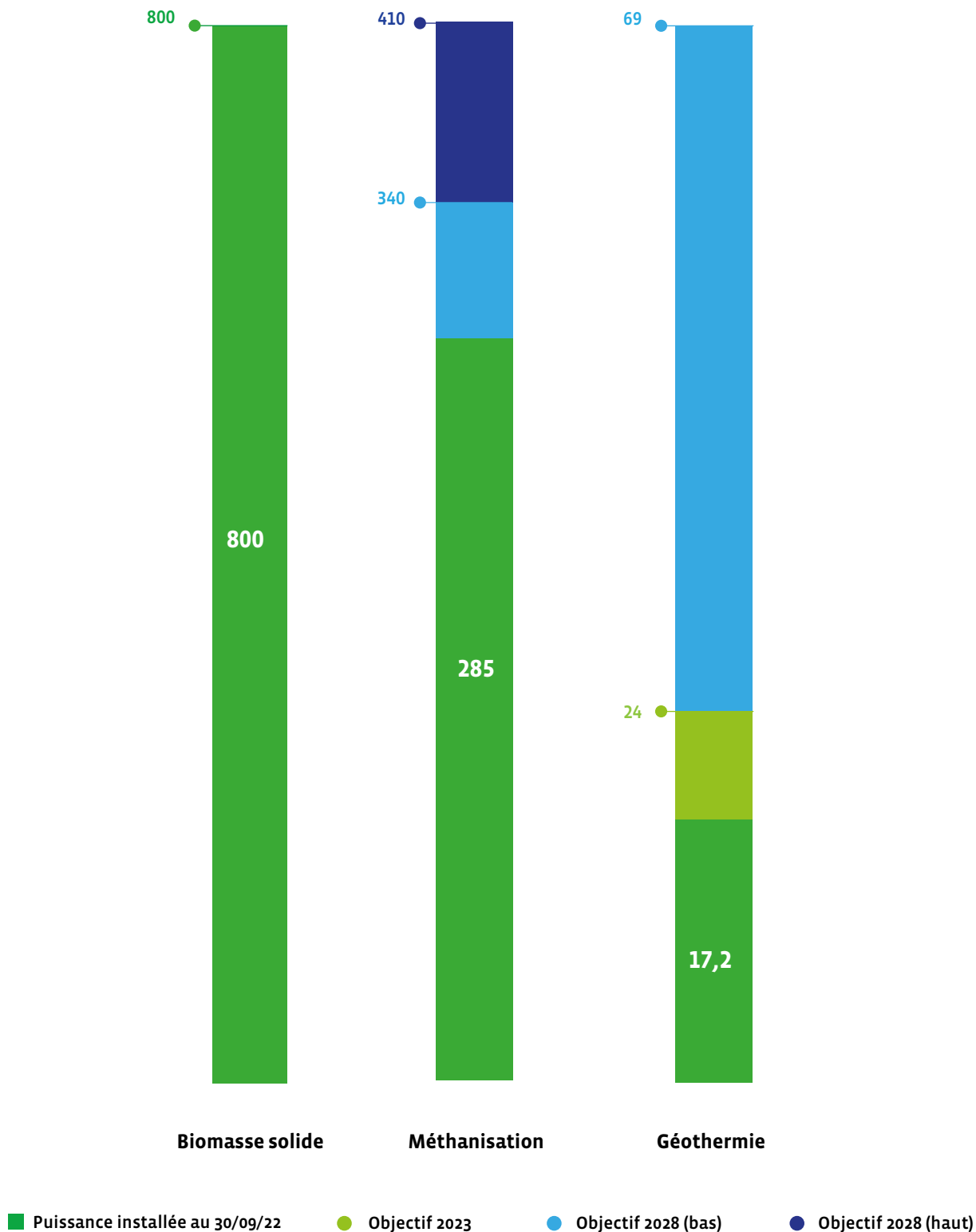


* Chiffre à fin 2021.

Observ'ER

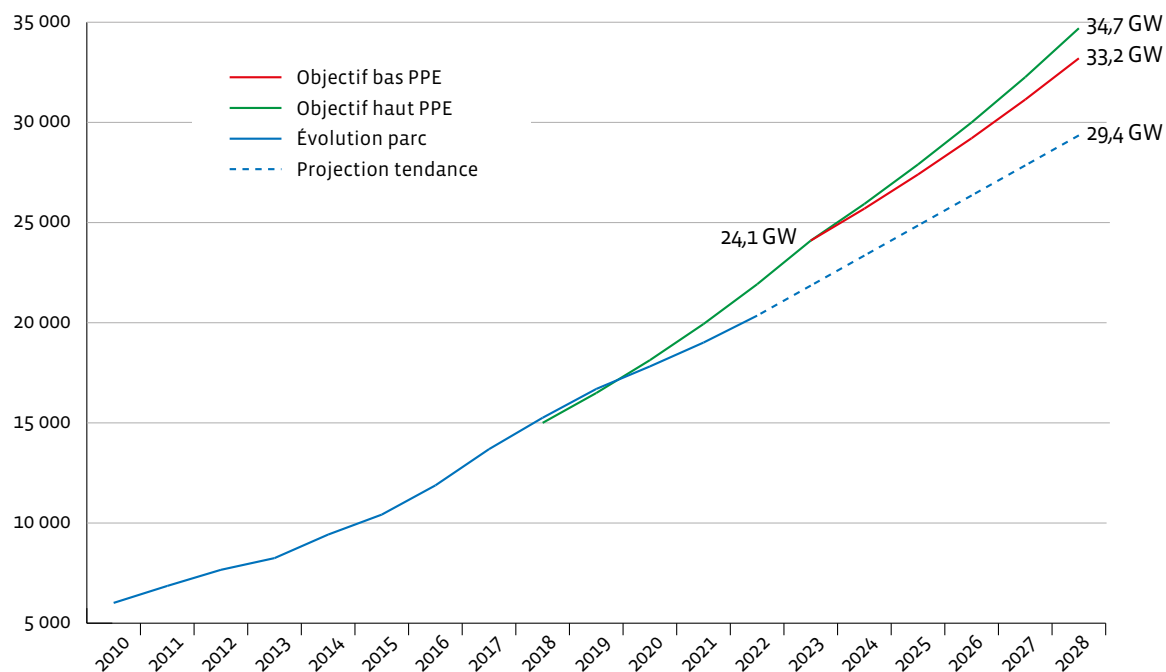
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA PROGRAMMATION PLURIANNUELLE DE L'ÉNERGIE (EN MW)



PROJECTION DE LA TENDANCE DE PROGRESSION DU PARC ÉOLIEN ET OBJECTIFS DE LA PPE

Source : Observ'ER, 2022.

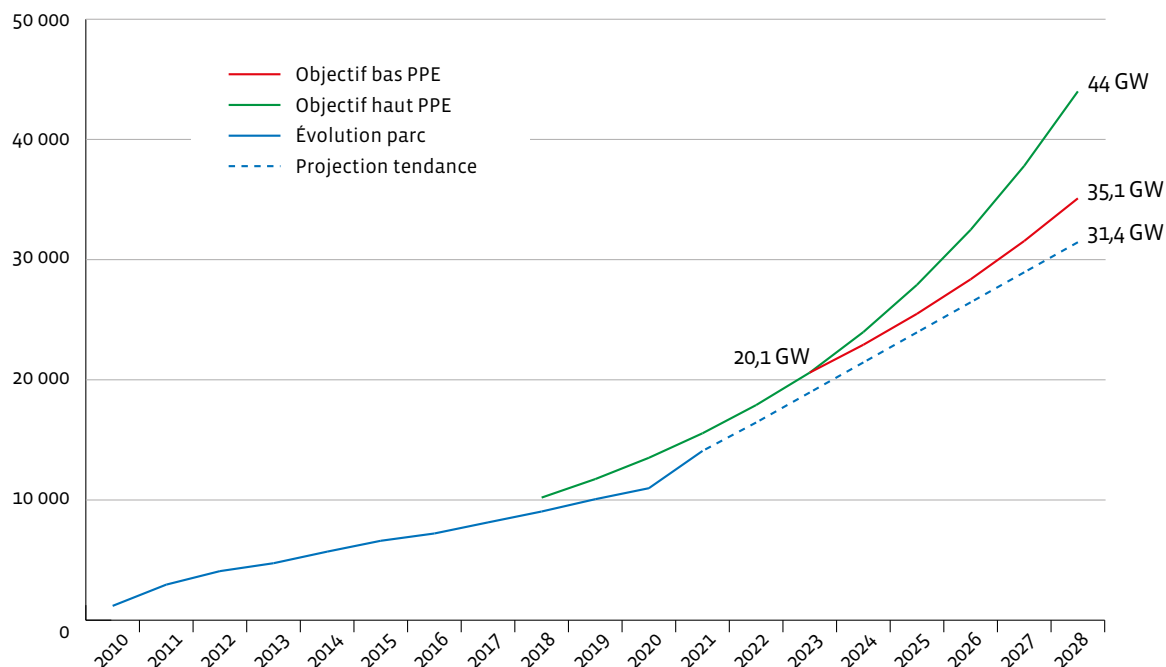


Pour la filière éolienne, il se confirme que la progression actuelle n'est pas en phase avec le rythme demandé par la programmation pluriannuelle de l'énergie. L'objectif

de 24,1 GW ne sera pas atteint car il demanderait près de 4 GW de puissance supplémentaire raccordée en 2023, un niveau qui semble hors de portée de la filière française.

PROJECTION DE LA TENDANCE DE PROGRESSION DU PARC PHOTOVOLTAÏQUE ET OBJECTIFS DE LA PPE

Source : Observ'ER, 2022.

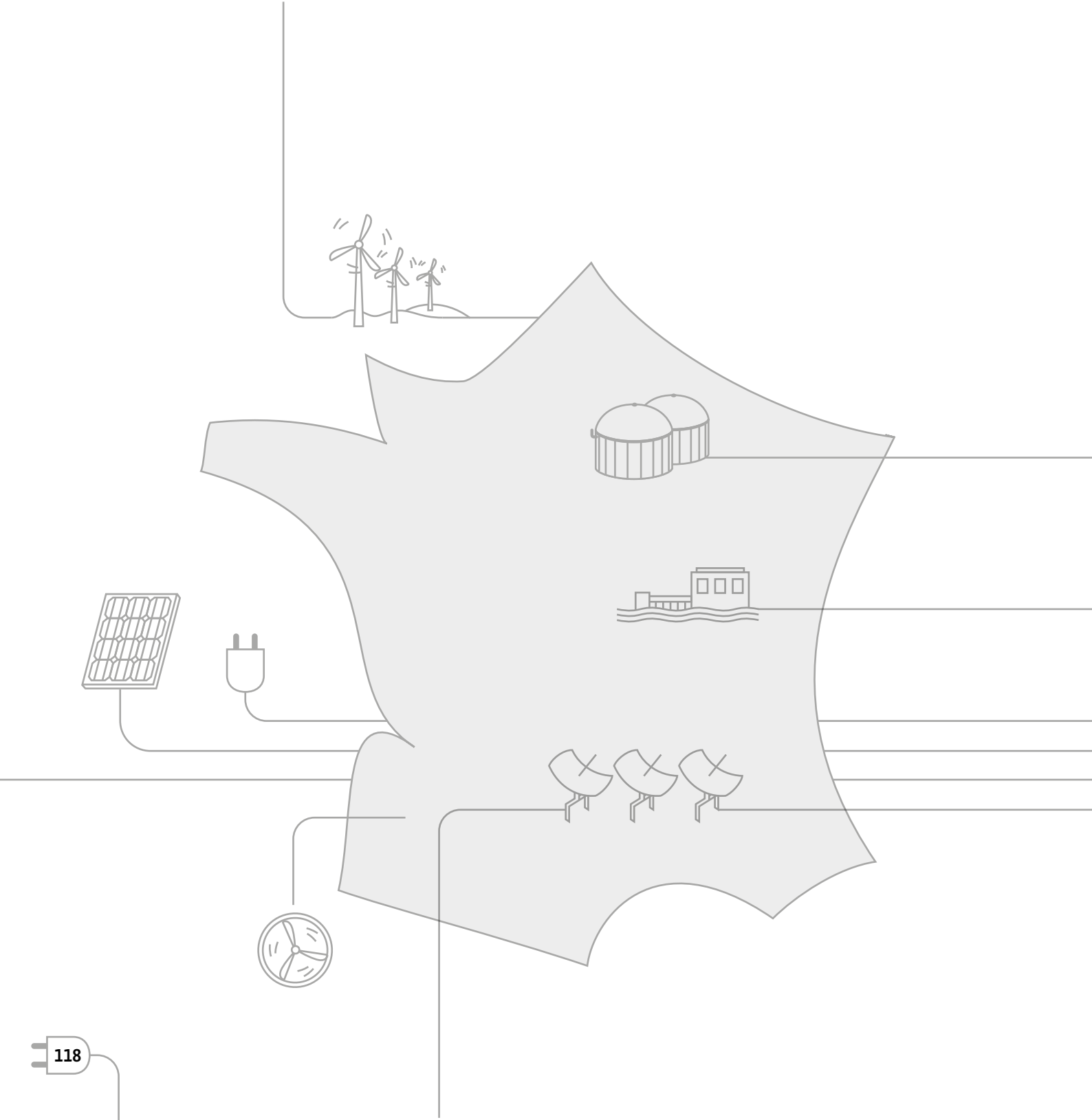


Pour la filière photovoltaïque, le rythme moyen observé jusqu'à 2020 a laissé craindre des retards sur les objectifs de 2028 de l'ordre de 6 MW pour la fourchette basse et plus de 15 GW pour le niveau haut. Le relèvement observé en 2021 (et partiel-

lement confirmé en 2022) permet un rattrapage mais il ne remet pas totalement le secteur dans la bonne trajectoire. Dans six ans, c'est plus de 12 MW qui risquent de manquer par rapport à l'objectif haut. ●

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

Filière	Objectifs 2023	Situation actuelle	Analyses
Hydroélectrique	25 700 MW	25 721 MW en 2021	L'objectif est déjà atteint. C'est un important outil de stockage de l'énergie. La PPE attend surtout que la filière conserve ses capacités. Pourtant, un potentiel existe.
Éolien terrestre	24 100 MW	19 955 MW fin sept. 2022	Probablement pas. La levée des obstacles administratifs, du desserrement de la contrainte spatiale et de l'acceptabilité des nouveaux projets sur l'ensemble du territoire grève trop la progression du secteur, qui n'aura jamais atteint les 2 GW de puissance supplémentaire annuelle.
Solaire photovoltaïque	20 100 MW	15 846 MW fin sept. 2022	Probablement pas. Malgré la hausse du rythme de croissance en 2021, le secteur avait trop de retard sur la feuille de route. Mais si l'objectif 2023 ne sera raté que de peu, il risque de manquer plus de 12 MW à celui de 2028.
Biomasse solide	800 MW	800,32 MW fin 2022	L'objectif est déjà atteint. L'État attend désormais le secteur de la biomasse solide surtout sur de la production de chaleur.
Méthanisation	270 MW	285 MW fin sept. 2022	L'objectif est déjà atteint car il n'était pas très ambitieux. La montée en puissance de la biométhanisation au détriment de la valorisation électrique est une contrainte de la filière.
Énergies marines	- Éolien posé en mer : 2 400 MW - Éolien flottant : 750 MW entre 2020 et 2022	480 MW fin 2022	L'objectif ne sera pas atteint. La France compte son premier parc éolien en mer (480 MW), mais le secteur a pris beaucoup trop de retard. L'enjeu est désormais de respecter le rythme des AO futurs.
Géothermie	24 MW	17,2 MW fin 2022	L'objectif ne sera pas atteint. L'extension de bouillante devrait intervenir en 2024 pour atteindre un parc national de l'ordre de 28 MW. A l'instar de la biomasse solide, l'État attend désormais le secteur de la géothermie surtout sur de la production de chaleur.



LE DOSSIER DU BAROMÈTRE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Centrale photovoltaïque
à La Buisse, entre Voiron
et Voreppe sur le site d'une
ancienne décharge.



Bruno Lavit

En matière d'énergies renouvelables, les collectivités ne sont plus des acteurs passifs qui voient les projets se développer sur leur territoire par d'autres. Elles disposent aujourd'hui d'outils qui leur permettent d'inciter, d'accompagner, voire de porter des opérations et ainsi de piloter de véritables politiques de transition énergétique.

119

LES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES ACTEURS DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

En inscrivant concrètement les objectifs nationaux dans la réalité des territoires, les collectivités sont venues occuper une place de premier plan dans le développement des énergies renouvelables en France. Ces acteurs peuvent s'appuyer sur leur connaissance du terrain ainsi que sur leur savoir-faire pour gérer efficacement les interactions entre les différentes parties prenantes d'un projet. Les collectivités territoriales sont souvent en bonne position pour piloter le développement de productions décentralisées d'énergie au travers de la réhabilitation ou de l'exploitation de leur patrimoine. L'élaboration de documents

de politique environnementale locale incite également les acteurs du territoire à mettre en place les infrastructures d'énergie renouvelable. Plusieurs outils infranationaux comme le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet) ou le plan climat-air-énergie territorial (PCAET) encadrent les actions des collectivités en matière de renouvelables en France. Leur palette d'actions et les outils d'intervention pour faciliter et accompagner le développement des projets d'énergie renouvelables ont largement évolué. Elles peuvent notamment agir pour :

Axes d'action des collectivités pour accompagner des projets d'énergie renouvelable

Faciliter l'émergence des projets	Développer et accompagner les projets	Participer au financement des projets	Communiquer autour des projets
Concertation locale	Maîtrise d'ouvrage des projets	Participation financière dans les projets	Apport des moyens de communication de la collectivité
Aide à la structuration des projets	Accompagnement technique des projets	Codéveloppement avec des partenaires privés	Médiation sur le territoire
Études des potentiels locaux (cadastre, gisements...)	Mise à disposition du foncier, apport des débouchés	Organisation des appels à manifestation d'intérêt	Légitimation des projets et mise en visibilité
Intégration dans les outils de planification (Scot, PLU(i), PCAET...)		Mise en place de subventions, avances remboursables à partir de fonds régionaux	

Source : Fédération des élus des entreprises publiques locales 2022

Observ'ER

Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

Trois formes distinctes d'EPL

Pour plus d'efficacité, les entreprises publiques locales peuvent se décliner selon trois formules :

- *la société d'économie mixte (SEM), qui associe les communes, les départements, les régions ou leurs groupements à une ou plusieurs structures privées. L'actionnariat de ces sociétés anonymes comprend une participation privée et une participation publique comprise entre 34 % à 85 % du capital. Les SEM ont la possibilité de développer des opérations en propre sur des missions d'intérêt général mais aussi de prendre des participations dans d'autres entreprises ou de créer des filiales. Elles représentent la forme la plus fréquente, puisque 85 % des 48 EPL créées entre 2016 et 2020 l'ont été sous forme de SEM ;*
- *la société publique locale (SPL) est une société anonyme créée par la collectivité territoriale, qui détient la totalité de son capital. Les SPL exercent leurs activités exclusivement pour le compte de leurs actionnaires et sur le territoire des collectivités territoriales qui en sont membres. Les SPL ne sont pas soumises à concurrence à partir du moment où les collectivités actionnaires exercent un contrôle analogue à celui qu'elles exercent sur leurs propres services. Ces types d'EPL sont plutôt utilisés dans le cadre de projets de moindre importance comme l'installation de panneaux photovoltaïques sur la toiture des bâtiments publics ;*
- *la société d'économie mixte à opération unique (Semop) est une société anonyme créée par une collectivité territoriale ou un groupement de collectivités territoriales, avec au moins un actionnaire opérateur économique. Elle est généralement constituée dans le but de la réalisation d'un projet bien défini. Comme les SEM, les Semop supposent un actionnariat comprenant une participation privée et une participation publique comprise entre 34 % et 85 % du capital. Ce type d'EPL est généralement destiné à accompagner des projets importants qui doivent se faire sur le long terme, comme le développement d'un réseau de chauffage urbain.*

121

- faciliter l'émergence des projets ;
- développer ou accompagner des projets ;
- participer aux financements des projets ;
- communiquer et informer les acteurs du territoire.

Dans les faits, l'intervention des collectivités dans les projets d'énergie renouvelable se réalise essentiellement au travers des entreprises publiques locales (EPL). Les articles L.1251 et L.1531-1 du code général des collectivités territoriales donnent

en effet la possibilité à ces dernières de prendre part au capital d'EPL qui peuvent prendre la forme de sociétés d'économie mixte (SEM), de sociétés d'économie mixte à objet unique (Semop) ou de sociétés publiques locales (SPL). Ces structures permettent de concilier les atouts d'une entreprise pour manager des projets, tout en s'inscrivant dans une vision de partenariat avec des acteurs privés (PME, associations, organismes consommateurs, particuliers, etc.) et en se

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

plaçant au service de l'intérêt général. Cette démarche s'inscrit plus largement dans le mouvement de l'énergie citoyenne où des collectivités, associées ou pas à des groupements de citoyens, prennent part au financement et à la gouvernance de projets énergétiques.

PLUS DE 600 EPL ENGAGÉES DANS LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

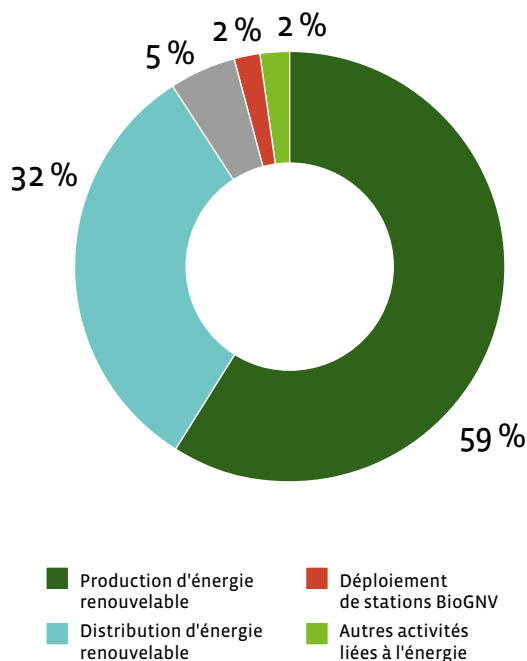
En France, une structure rassemble les EPL : la Fédération des élus des entreprises publiques locales. En 2020, on dénombrait 128 EPL engagées dans des projets de transition énergétique en France. Dix ans auparavant, on n'en comptait que 46. Ce chiffre est cependant réducteur, car aux 128 entités recensées doivent s'ajouter 479 autres ayant une activité secondaire ou indirectement liée à la transition énergétique. Il y a donc une pénétration très fine dans le maillage territorial de ces structures qui œuvrent dans des domaines relatifs au développement des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique, de la distribution d'énergie durable ou de la mobilité verte (voir graphique 1).

Économiquement, les EPL directement engagées dans des projets énergétiques ont acquis un poids certains, puisqu'elles représentaient en 2020, selon la Fédération, un volume d'activité de 2,8 milliards d'euros et 4 735 emplois équivalents temps plein (ETP). Ramenée à l'ensemble des 607 EPL en activité fin 2020 (128 + 479), leur envergure atteint alors un volume de chiffre d'affaires de 11,3 milliards d'euros et de plus de 3 400 emplois ETP (chiffre en 2019). Véritable bras armé des collectivités dans leur action de création de nouveaux sites, les entreprises publiques locales

Graphique n° 1

Répartition des 128 EPL engagées dans la transition énergétique par domaine d'activité (situation à fin 2020)

Source : Fédération des élus des entreprises publiques locales 2022.



sont engagées dans les principales filières renouvelables. Les domaines d'intervention sont nombreux, puisque les SEM, Semop ou SPI peuvent agir dans l'identification des ressources énergétiques des territoires ou conduire des études de pré-diagnostic technique. De par le savoir-faire développé dans d'autres domaines, les EPL peuvent également évaluer la faisabilité technique d'un projet ou participer à la recherche de financement pour boucler un budget d'investissement. Une fois le projet réalisé, une SEM peut être en charge de l'exploitation, de la maintenance et de la gestion d'un site énergétique, le tout sous le contrôle et la gouvernance des collectivités territoriales.

LES EPL DANS LE SECTEUR DE L'HYDROÉLECTRICITÉ

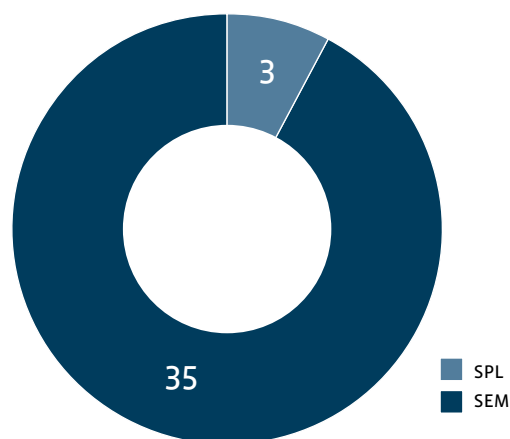
Les collectivités agissent dans le domaine de l'hydroélectricité, notamment au travers du financement de projets, de la réalisation d'études techniques préalables ou de l'exploitation directe de centrales de petite hydraulique (jusqu'à 12 MW de puissance unitaire).

Le pointage fait pour 2020 a identifié 38 EPL engagées dans cette filière, dont 35 étaient des SEM. Elles ont généré un chiffre d'affaires de 1,4 milliard d'euros et emploient 2418 personnes en France, au travers de l'exploitation de 67 centrales petite hydraulique qui représentent une puissance de 196,2 MW et une production électrique de 705 Gwh en 2020.

Graphique n° 2

Répartition des EPL engagées dans l'hydroélectricité

Source : Fédération des élus des entreprises publiques locales 2022.



Nombre de centrales : 67

Puissance totale : 196,2 MW

Production annuelle : 705,2 GWh

Soit **1,27 %** de la production annuelle française de la filière en 2020

Centrale géothermique de Soultz-Sous-Forêt (Bas-Rhin)



Groupe ES

LES EPL DANS LE SECTEUR DE L'ÉOLIEN

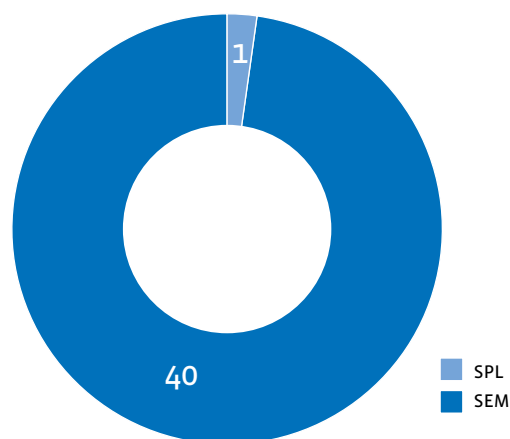
L'éolien est l'un des principaux secteurs d'activité des collectivités. En 2020, 41 EPL intervenaient dans cette filière avec la particularité de chercher de plus en plus à associer les citoyens locaux dans la gouvernance des projets, ceci pour améliorer leur acceptabilité et faire davantage profiter au niveau local des retombées économiques des opérations faites sur le territoire.

Le pointage fait en 2020 a identifié 41 EPL engagées dans cette filière, dont 40 étaient des SEM. Elles ont généré un chiffre d'affaires de 1,2 milliard d'euros et emploient 1 597 personnes en France au travers de l'exploitation de 289 sites éoliens. En termes énergétiques, ces centrales représentaient 585,5 MW de puissance et une production électrique de 1 204 Gwh en 2020, soit 3,53 % de la production annuelle de la filière.

Graphique n° 3

Répartition des EPL engagées dans l'éolien

Source : Fédération des élus des entreprises publiques locales 2022.



Nombre de sites : 269
Puissance totale : 585,5 MW
Production annuelle : 1 204 GWh

Soit **3,53 %** de la production annuelle française de la filière en 2020



Vue satellite de la centrale photovoltaïque de Bordeaux-Lac

LES EPL DANS LE SECTEUR DU PHOTOVOLTAÏQUE

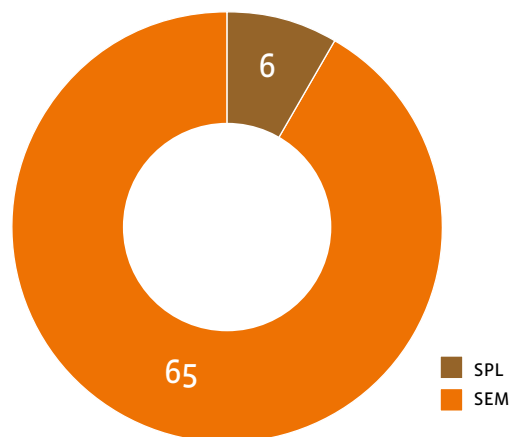
Les entreprises publiques locales se sont très tôt saisies des opportunités offertes par la filière solaire favorisées par de nombreux dispositifs publics d'incitation. Parmi elles, 71 sociétés agissent pour le développement du photovoltaïque en tant que prestataires d'études techniques, financeurs ou encore exploitants de centrales solaires. Elles représentent près de 3 400 emplois au total et ont généré un chiffre d'affaires de 2,118 milliards d'euros en 2019. Les 35 SEM et les 6 SPL concernées se sont notamment servies de leur patrimoine foncier important pour installer des centrales photovoltaïques en toiture.

Ainsi, pour ces trois filières, la Fédération des élus des entreprises publiques locales a recensé à fin 2020 un total de 1 630 sites pour une puissance de 1 366 MW électriques renouvelables. Économiquement, le bilan est également intéressant, avec un volume de chiffre d'affaires de 4,7 milliards d'euros et 7 415 équivalents temps plein.

Graphique n° 3

Répartition des EPL engagées dans le photovoltaïque

Source : Fédération des élus des entreprises publiques locales 2022.



Nombre de sites : 1 294

Puissance totale : 584,5 MW

Production annuelle : 666,4 GWh

Soit **5,74 %** de la production annuelle française de la filière en 2020



Centrale sur toiture SIMAR Concorde, en Martinique.

Les EPL dans les ZNI

Le rôle des EPL ne se limite pas à la métropole. Dans les zones non interconnectées (ZNI), les EPL sont également actives. Ces territoires correspondent aux zones non reliées (ou de façon limitée) au réseau électrique métropolitain continental. Y figurent notamment la Corse, les départements et régions d'outre-mer ou certaines collectivités d'outre-mer (Saint-Pierre-et-Miquelon, Wallis-et-Futuna). Ces territoires utilisent très majoritairement des énergies fossiles pour leur production d'électricité et, de plus, ils disposent souvent de réseaux de petite taille qui ne permettent pas l'émergence d'une concurrence dans le secteur de l'énergie. Dans les ZNI, les EPL bénéficient d'une dérogation car elles peuvent intégrer les missions de gestionnaire de réseaux de transport et de distribution ou de fourniture, à l'image de la SEM Électricité de Mayotte (EDM). La production est en revanche ouverte à la concurrence. De plus, ces territoires ultramarins, de par leur situation géographique, disposent d'un fort potentiel de production d'énergies renouvelables (notamment en géothermie, énergies marines ou photovoltaïque). Cependant, la configuration parfois compliquée des territoires et les coûts des projets souvent plus importants qu'en métropole rendent plus difficile la réalisation de nouveaux sites renouvelables dans les ZNI. C'est sur ce terrain que les SEM ont une carte à jouer et qu'elles seront appelées à jouer un rôle d'initiateur dans les années à venir. D'autant plus que la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte a fixé un objectif ambitieux pour l'Outre-Mer : atteindre l'autonomie énergétique de ces territoires d'ici 2030.

QUELLE PLACE POUR LES COLLECTIVITÉS DANS LES COMMUNAUTÉS D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ?

En novembre 2021, à l'occasion des deuxièmes Assises des énergies renouvelables citoyennes, Barbara Pompili, alors ministre de la Transition écologique, faisait l'annonce de dix mesures en faveur du développement des projets citoyens. Deux points avaient alors tout particulièrement retenu l'attention : un objectif emblématique de 1000 projets à gouvernance partagée supplémentaires d'ici 2028 (par rapport à la situation fin 2021) et l'arrivée prochaine d'un décret sur les « communautés énergétiques ». Si ce dernier point renvoie à une notion encore floue

pour le grand public, il constituait l'une des annonces les plus importantes faites alors. Une communauté d'énergie est une entité juridique dans laquelle citoyens, collectivités locales et PME peuvent s'associer pour organiser toutes sortes de services énergétiques. C'est une forme de projet citoyen où l'on peut produire, consommer, stocker et vendre de l'énergie, y compris par des contrats d'achat d'électricité, autour d'une opération où la gouvernance doit être largement ouverte. Dans le contexte des énergies renouvelables, on parle alors de « communautés d'énergie renouvelable » (CER), une expression qui pose le premier cadre réglementaire de référence en France pour des opérations à gouvernance partagée qui, sur le

Quels critères pour une CER ?

Une communauté d'énergie renouvelable a pour objectif premier de fournir des avantages environnementaux, économiques ou sociaux à ses membres ou son territoire d'implantation, et non pas de générer des profits. En termes de gouvernance, au moins 40% des fonds propres et quasi-fonds propres d'une part, et des droits de votes d'autre part doivent être détenus par :

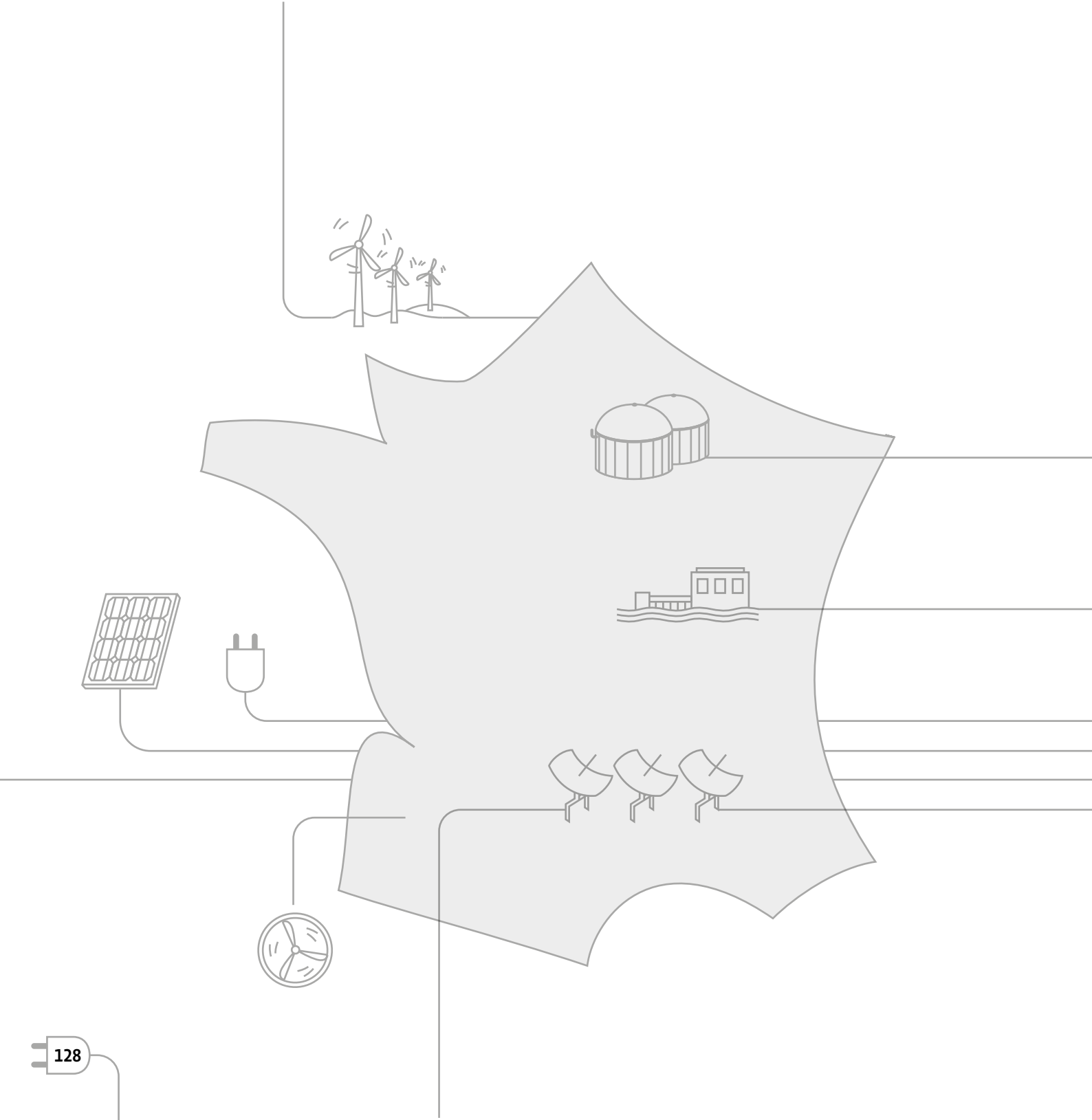
- *au moins 20 personnes physiques ;*
- *ou une ou plusieurs collectivités territoriales ou groupements de collectivités ;*
- *ou une ou plusieurs PME autonomes (vis-à-vis de grands groupes).*

Sur le critère de proximité géographique, les actionnaires cités ci-dessus doivent résider ou être localisés dans le département d'implantation du projet ou dans un département limitrophe.

terrain, se développent depuis plus d'une douzaine d'années. Timidement évoquées dans la loi énergie-climat de 2019, les communautés d'énergie renouvelable ont surtout été introduites dans le droit français avec l'ordonnance du 4 mars 2021. Ce texte est issu de la transposition de la directive européenne 2018/2001 du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Toutefois, pour pleinement entrer en action, l'ordonnance doit être complétée par un décret. Annoncé initialement pour tout début 2022, le décret était toujours attendu en décembre.

Toutefois, avant même sa mise en application, un point d'inquiétude avait rapidement été identifié autour du rôle des collectivités : la non-possibilité pour des sociétés d'économie mixte de prendre part à des CER. C'est là un problème majeur puisque ces EPL ont de réelles compétences techniques et financières, et sans leur éligibilité aux futurs critères des communautés, beaucoup craignent que les textes ne soient qu'une coquille vide, et les projets de

communautés énergétiques renouvelables ne se limiteront qu'à des petites opérations portées uniquement par des groupements de citoyens. Selon le Cler – Réseau pour la transition énergétique, l'explication à cette situation est simple : les SEM étant des entités spécifiques au droit français, elles n'étaient pas initialement dans le texte de la directive européenne qui a ensuite été fidèlement transcrit dans l'ordonnance nationale. Pour contourner le problème, la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère de Transition écologique explique que dans le texte du futur décret, il sera dit que les collectivités territoriales pourront participer à des CER, soit directement soit via un établissement public. Dans ce cas, serait reconnue dans la gouvernance du projet la part détenue par une SEM. Cela pourrait résoudre l'épineuse question de l'éligibilité des entreprises publiques locales, mais il n'est cependant pas certain que le Conseil d'État suive le texte du décret sur ce point. Si cela échouait, il faudrait attendre une nouvelle opportunité de modifier la loi, ce qui pourrait prendre des années. ●



PANORAMA RÉGIONAL DES FILIÈRES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Tableau n° 1

Puissances régionales électriques renouvelables en 2021 (en MW)

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

	Hydrau- lique	Éolien terrestre et en mer	PV	Biomasse solide et déchets	Biogaz	Énergies marines	Géo- thermie	Total
Auvergne Rhône-Alpes	11 452	600	1 531	148	43	0,3	0	13 774
Bourgogne Franche-Comté	522	952	477	55	27	0	0	2 033
Bretagne	275	1 140	349	34	47	247,0	0	2 092
Centre - Val de Loire	95	1 393	676	71	17	0	0	2 252
Corse	223	18	209	0	2	0	0	452
Grand Est	2 311	4 109	954	173	82	0	1,5	7 629
Hauts-de-France	4	5 285	362	130	51	0	0	5 832
Île-de-France	20	127	192	247	78	0	0	664
Normandie	30	915	268	107	42	0	0	1 362
Nouvelle Aquitaine	2 222	1 331	3 354	282	55	0	0	7 244
Occitanie	5 283	1 657	2 699	114	35	0	0	9 788
Pays de la Loire	11	1 158	790	36	45	0	0	2 040
Paca	3 273	113	1 683	256	37	0	0	5 362
France métropolitaine	25 721	18 798	13 544	1 653	561	247,3	1,5	60 524
Guadeloupe	11	52	86	59,5	4	0	15,0	213
Guyane	118	0	55	2	0	0	0	175
La Réunion	133	15	216	251	4	0	0	619
Martinique	0	14	73	44	1	0	0	132
Mayotte	0	0	18	0	0	0	0	18
Total Drom	262	81	448	356,5	9	0	15	1 157
Total France	25 983	18 879	13 992	2 010	570	247,3	16,5	61 681

Tableau n° 2

Puissances régionales électriques renouvelables à fin septembre 2022 (en MW)

Source : Observ'ER d'après données Sdes.

	Hydrau- lique ¹	Éolien terrestre et en mer	PV	Biomasse solide et déchets	Biogaz	Énergies marines	Géo- thermie	Total
Auvergne Rhône-Alpes	11 452	623	1 766	148	42	0,3	0	14 031
Bourgogne Franche-Comté	522	1 028	582	55	27	0	0	2 214
Bretagne	275	1 200	415	34	37	247	0	2 208
Centre - Val de Loire	92	1 513	787	71	18	0	0	2 481
Corse	223	18	215	0	2	0	0	458
Grand Est	2 311	4 387	1 100	187,6	87	0	1,7	8 074
Hauts-de-France	4	5 505	432	130	54	0	0	6 125
Île-de-France	20	146	250	247	78	0	0	741
Normandie	30	963	279	107	42	0	0	1 421
Nouvelle Aquitaine	2 223	1 533	3 781	282	52	0	0	7 871
Occitanie	5 285	1 653	3 031	114	36	0	0	10 119
Pays de la Loire	11	1 688	902	36	45	0	0	2 682
Paca	3 273	97	1 830	256	38	0	0	5 494
France métropolitaine	25 721	20 354	15 370	1 667,6	558	247,3	1,7	63 920
Guadeloupe	11	52	88	59,5	4	0	15,5	230
Guyane	119	0	55	2	0	0	0	176
La Réunion	133,2	15	226	95	9	0	0	478
Martinique	0	14	77	44	1	0	0	136
Mayotte	0	0	30	0	1	0	0	31
Total drom	263,2	81,0	476,0	200,5	15,0	0,0	15,5	1 051,2
Total France	25 984,2	20 435,0	15 846,0	1 868,1	573,0	247,3	17,2	64 970,8

1. Reprise des chiffres de 2021. Les données trimestrielles 2022 de la filière hydroélectrique n'étaient pas disponibles à la date de publication du panorama 2022.

En 2021, l'ensemble du parc de production électrique renouvelable français a progressé de 4 580 MW. Un chiffre particulièrement élevé qui s'explique en grande partie par la très bonne année réalisée par le secteur du photovoltaïque (+ 3 102 MW). Le report du raccordement de nombreux

projets de 2020 à 2021 à cause de la pandémie est également un facteur d'explication. L'hydraulique reste la première filière de production d'électricité renouvelable, avec 42 % de la puissance totale renouvelable, mais l'écart avec l'éolien terrestre et en mer se réduit (30,6 %).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Tableau n° 3

Productions régionales électriques renouvelables en 2021 (en GWh)

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

	Hydrau- lique	Éolien	PV	Bioénergies	Énergies marines	Géo- thermie	Total
Auvergne Rhône-Alpes	25 900	1 300	1 486	766	0	0	29 452
Bourgogne Franche-Comté	982	1 921	410	334	0	0	3 647
Bretagne	551	1 956	287	387	481	0	3 662
Centre - Val de Loire	129	2 885	591	415	0	0	4 020
Corse	537	12	256	4	0	0	809
Grand Est	7 967	7 658	868	1 083	0	15	17 591
Hauts-de-France	17	10 252	267	779	0	0	11 315
Île-de-France	65	274	154	812	0	0	1 305
Normandie	112	1 790	220	549	0	0	2 671
Nouvelle Aquitaine	3 941	2 755	3 830	1 310	0	0	11 836
Occitanie	9 237	3 566	3 023	516	0	0	16 342
Pays de la Loire	24	2 271	774	402	0	0	3 471
Paca	8 890	201	2 137	599	0	0	11 827
France métropolitaine	58 352	36 841	14 303	7 956	481	15	117 948
Guadeloupe	11	107	237	292	0	84	731
Guyane*	410	0	50	1	0	0	461
La Réunion*	423	14	255	240	0	0	932
Martinique*	0	49	92	224	0	0	350
Mayotte*	0	0	25	0	0	0	25
Total Drom	844	169	659	757	0	84	2 499
Total France	59 196	37 010	14 962	8 713	481	99	120 447

* Chiffres de production 2020.

En 2021, la production électrique d'origine renouvelable a été de plus de 120,4 TWh pour l'ensemble du territoire français (avec cependant des chiffres 2020 pour la plupart des territoires d'outre-mer). Ce chiffre est sensiblement inférieur à celui de 2020 (124,8 TWh). Malgré un parc de puissance croissant, 2021 a été une mauvaise année concernant les pro-

ductions hydrauliques et surtout éoliennes. Pour ce dernier secteur, malgré un parc en progression de près de 1,2 GW, la production a été en retrait de 9%. 2022 s'annonce dans la continuité de 2021, puisque la production éolienne au cours des neuf premiers mois de l'année était en retrait de 4 % par rapport à celle de la même période en 2021.

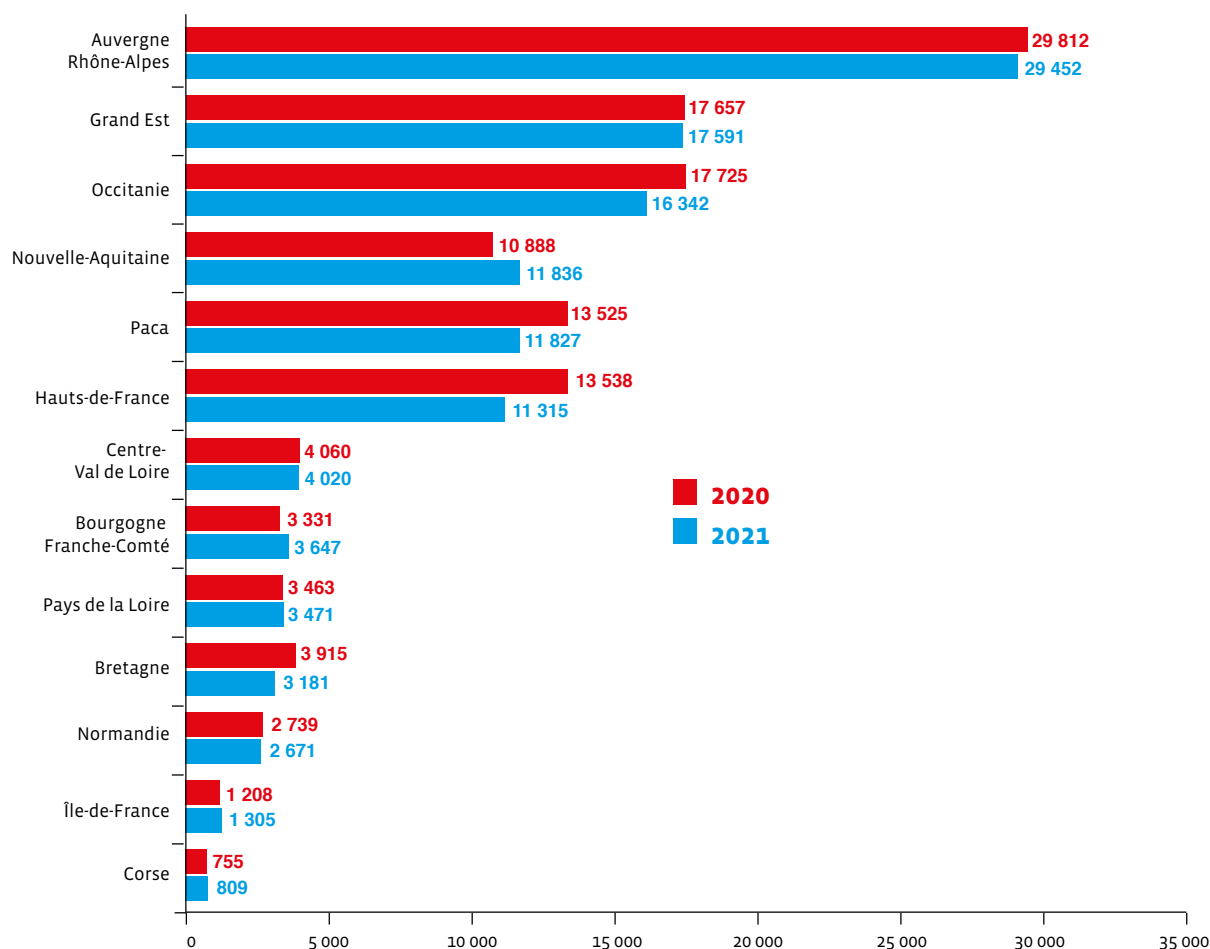
Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Graphique n° 1

Classement des régions selon la production électrique renouvelable en 2020 et 2021 (en GWh)

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



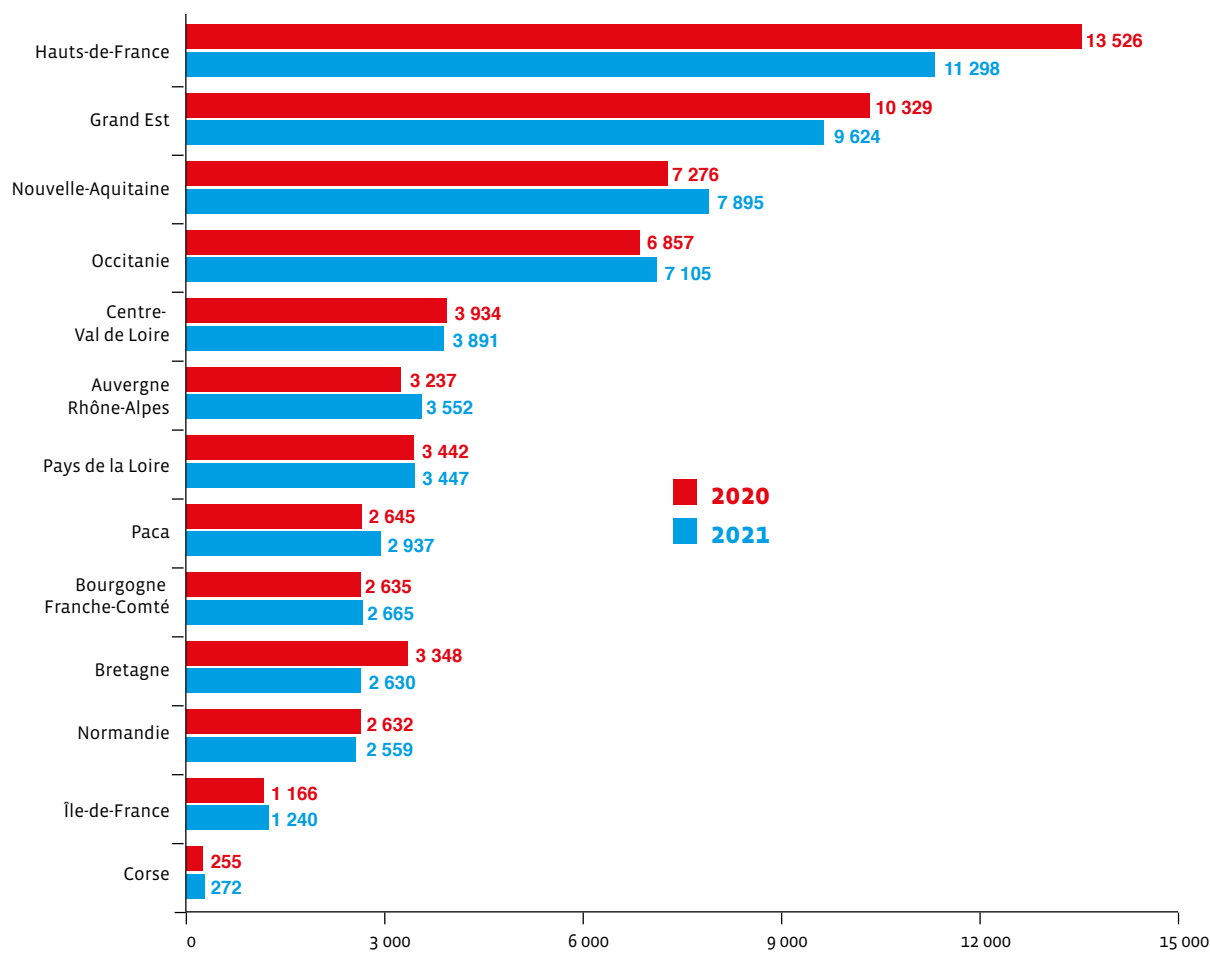
La première région métropolitaine en termes de production électrique renouvelable est de loin Auvergne – Rhône-Alpes. L'imposant parc de centrales hydroélectriques (et notamment de multiples barrages de forte puissance) compose près de 90 % de la production de ce territoire. L'observation de ce classement montre

également que certaines régions ont eu une production électrique moindre en 2021 qu'en 2020. Ce phénomène est dû au fait que les premiers mois de 2020 avaient profité de facteurs de charge éolien particulièrement bons. Cela s'illustre surtout dans la première région d'implantation de cette énergie : les Hauts-de-France.

Graphique n° 2

Classement des régions selon la production électrique renouvelable pour les filières éolienne, photovoltaïque, biomasse et géothermie pour les années 2020 et 2021 (en GWh)

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



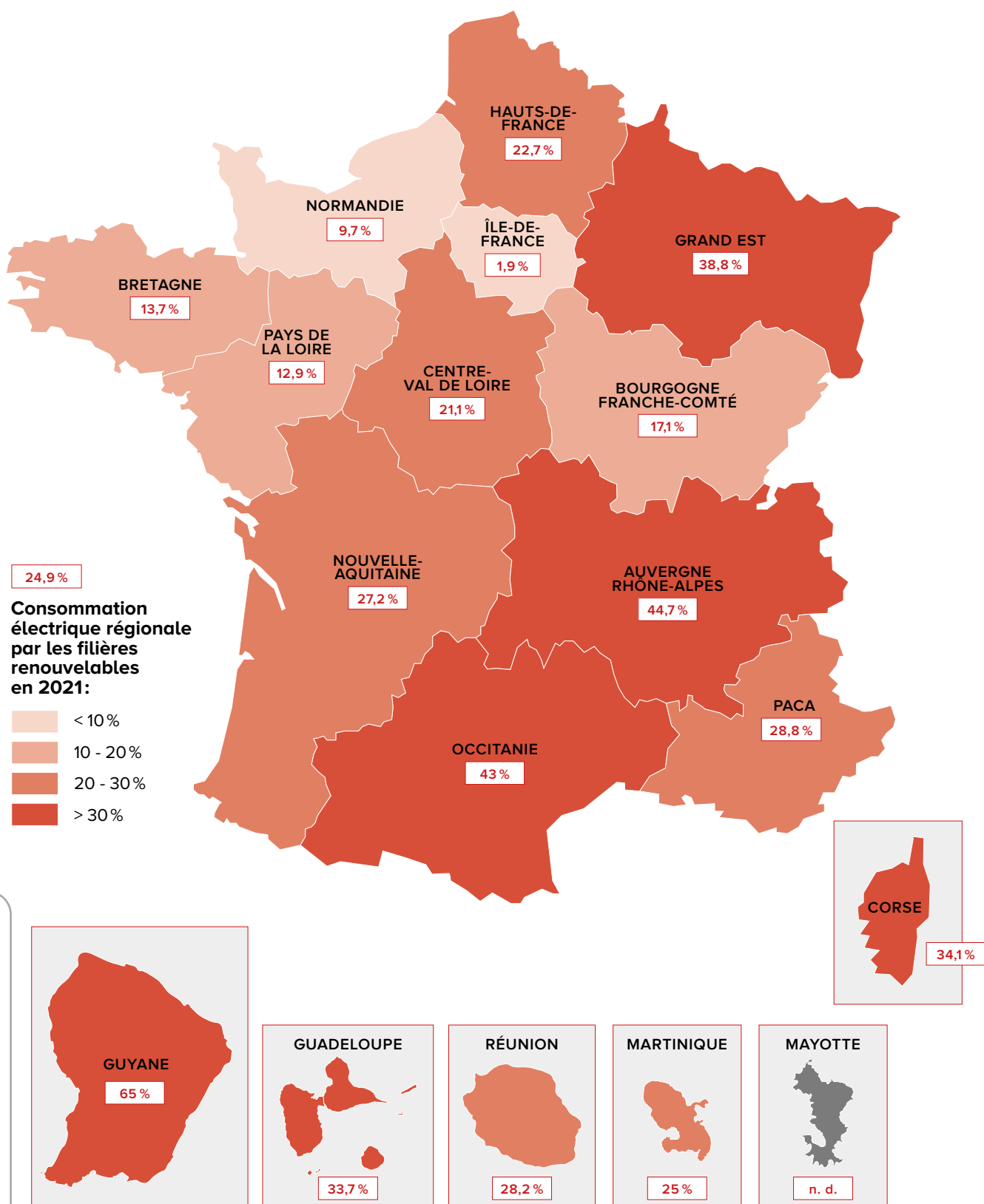
La filière hydroélectricité mise de côté, c'est la région Hauts-de-France qui arrive cette fois en tête de la production électrique renouvelable, portée en cela par son parc éolien. Cependant, le phénomène de baisse de facteur de charge de l'éolien en 2021 par rapport à 2020 est d'autant

plus visible sur les deux régions phares du secteur (Hauts-de-France et Grand Est). Les régions Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Auvergne-Rhône-Alpes et Paca sont les plus dynamiques dans le secteur du photovoltaïque et voient leur production progresser en 2021.

Carte n°1

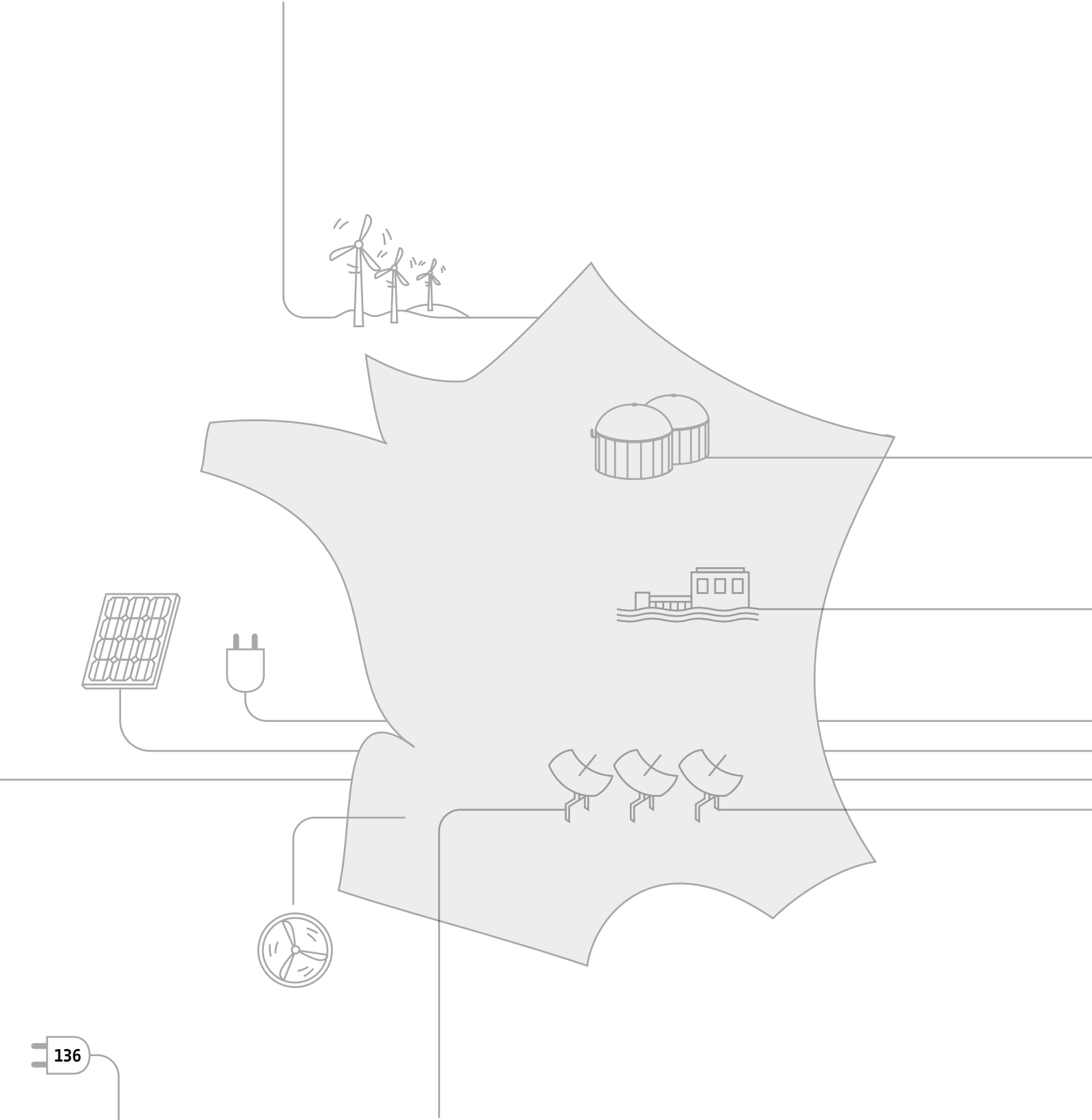
Couverture de la consommation électrique régionale par les filières renouvelables en 2021

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



PANORAMA RÉGIONAL

En 2021, le taux de couverture des besoins électriques s'est élevé à 24,9 % en moyenne en France. Un chiffre cependant inférieur à celui de 2020 (26,9 %), qui avait été mécaniquement aidé par la crise sanitaire et le ralentissement économique. La meilleure autonomie est celle de la Guyane (65 %). En métropole, c'est le territoire d'Auvergne Rhône-Alpes qui présente le meilleur bilan, avec 44,7 % de sa consommation électrique couverte par une production renouvelable. À l'autre bout de ce classement, on trouve l'Île-de-France, avec un taux de couverture de moins de 2 %. ●



RÉGIONS À LA LOUPE

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

MÉTHODOLOGIE ET SOURCES

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE

Capacité EnR
électrique installée



Source : SDES

Production EnR



Sources : RTE,
Enedis et EDF SEI

Taux de couverture EnR
de la consommation électrique



Sources : RTE,
Enedis et EDF SEI

Puissance EnR
raccordée 2010-2022



Source : SDES

PUISSANCES ET PRODUCTION

Répartition du parc EnR électrique régional
(en MW)



Source : SDES

Production électrique régionale des filières EnR
(en GWh)



Source : SDES

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

OBJECTIFS ET GISEMENTS

Pour les régions métropolitaines

Sources : Sraddet

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

Pour les DROM

Sources : Programmation Pluriannuelle de l'énergie (PPE) de chaque DROM



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.

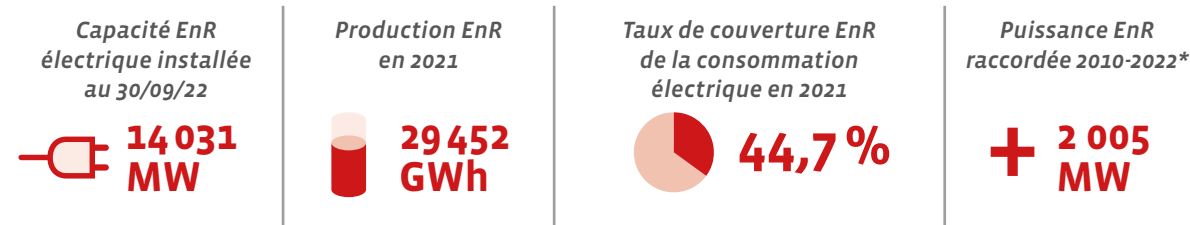
Note : Les données disponibles pour Mayotte n'étaient pas suffisantes pour pouvoir réaliser une fiche régionale.

Observ'ER

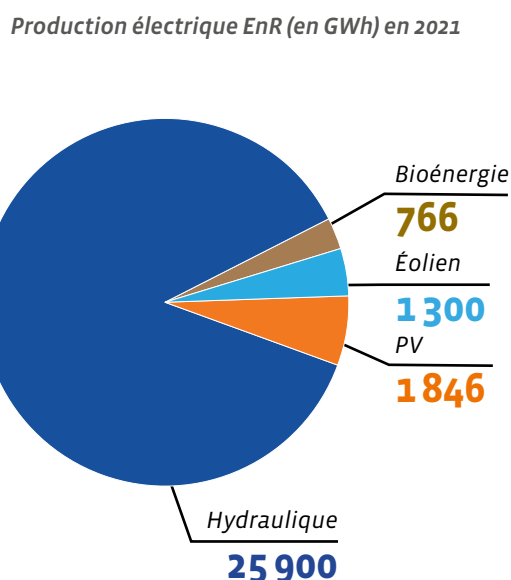
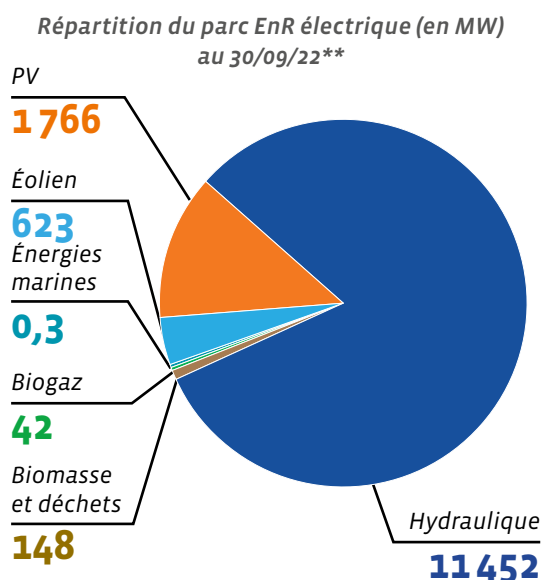
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Auvergne Rhône-Alpes

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS

Objectif régional hydraulique 2030

27 552 GWh

Objectif régional éolien 2030

4 807 GWh

Objectif régional PV 2030

7 149 GWh

 **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 chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 ».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Auvergne Rhône-Alpes énergie-environnement

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 le territoire.



Orcae (Observatoire régional climat air énergie)

www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr

Regroupant trois observatoires existant dans la région, son rôle est de mettre à disposition des territoires des données fiables et des analyses aux niveaux régional et territorial. Il se veut également lieu d'échanges entre acteurs territoriaux et experts, sur les thématiques climat, air et énergie.



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

www.aduhme.org

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



Le Réseau régional Auvergne Rhône-Alpes citoyennes et locales énergies (Auracle)

www.enrauvergnerhonealpes.org/projets-participatifs/le-reseau-regional-auvergne-rhone-alpes-citoyennes-et-locales-energies

Créé en 2013, 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.

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



Hespul

www.hespul.org

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



OSER

enr-oser.fr

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



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 2022 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE



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

www.tenerrdis.fr

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



Le Siel-Territoire d'énergie Loire

www.te42.fr

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



Énergie Rhône vallée

www.energiehonevallee.com

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



Syan'EnR

www.syane.fr

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



Essprod

www.es-seyssel.com

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



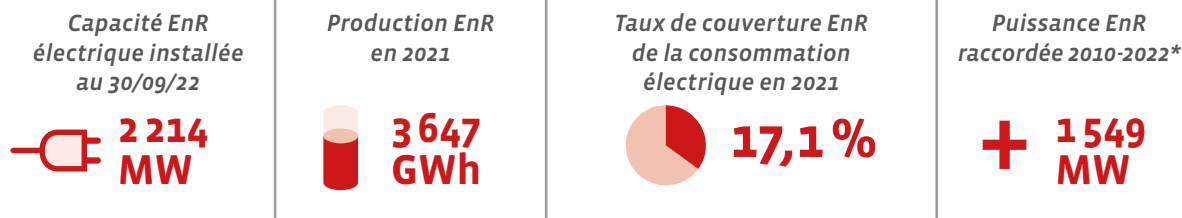
Retprod

www.ret.fr

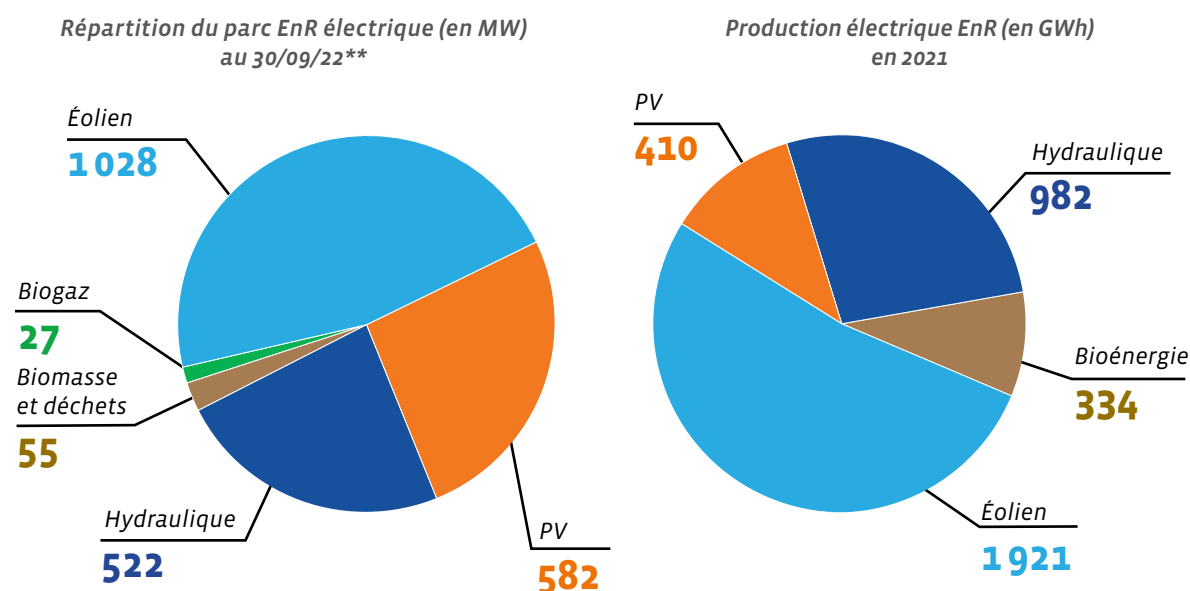
Société d'économie mixte créée par la Régie d'électricité de Thônes.

BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe «Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021)

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



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

www.alterrebourgognefranchecomte.org

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

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



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

www.opteer.org

Portail d'information énergie, climat et air de Bourgogne Franche-Comté.



Nièvre énergie

www.nievre-energies.fr

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



Bourgogne Franche-Comté mobilité électrique

www.bfcme-asso.fr

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



Côte-d'Or énergie

www.siceco.fr

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



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



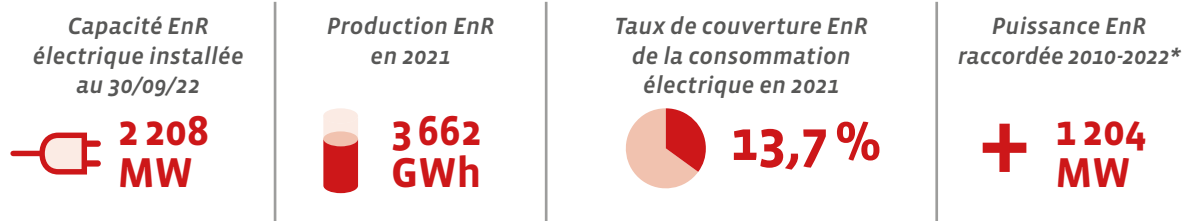
Réseaux citoyens

Observ'ER

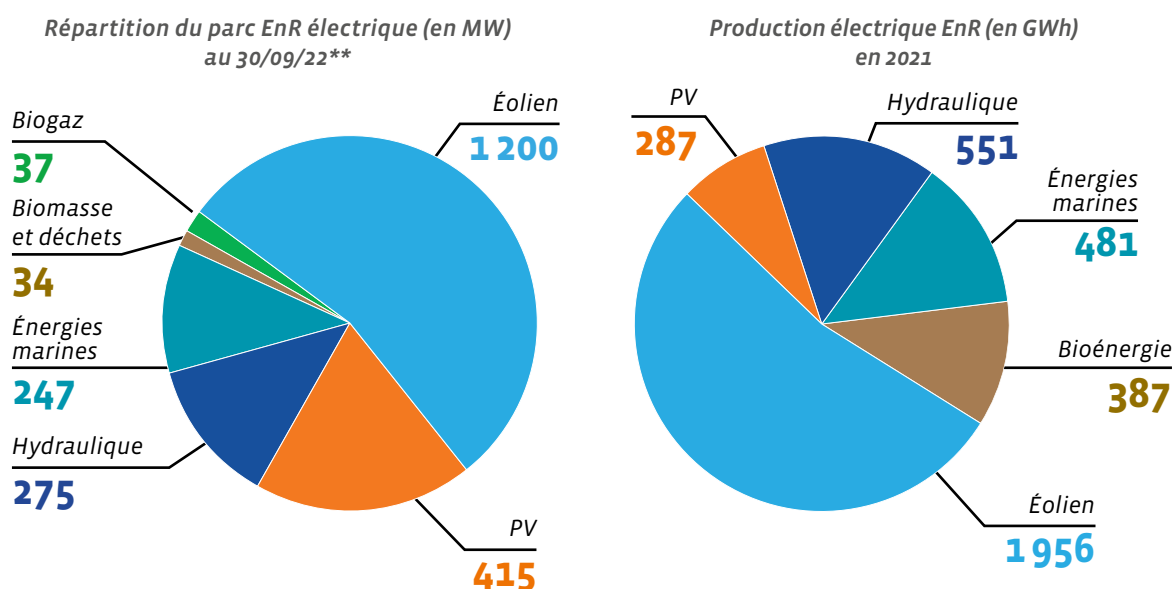
Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

BRETAGNE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe «Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

*** Issue d'éolien terrestre et en mer.

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



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

www.aile.asso.fr

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



Observatoire de l'environnement en Bretagne

www.bretagne-environnement.fr

Organisme qui a pour mission d'accompagner la mise en œuvre des politiques publiques de l'environnement en Bretagne dans deux domaines d'action : l'accès à la connaissance environnementale et l'observation.



Plan ambition climat énergie

www.ambition-climat-energie.bzh

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



Bretagne développement innovation

www.bdi.fr

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



Pôle de compétitivité mer Bretagne Atlantique

www.pole-mer-bretagne-atlantique.com

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



Taranis

www.reseau-taranis.fr

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

144



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France



Eilan

www.sembreizh.fr

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



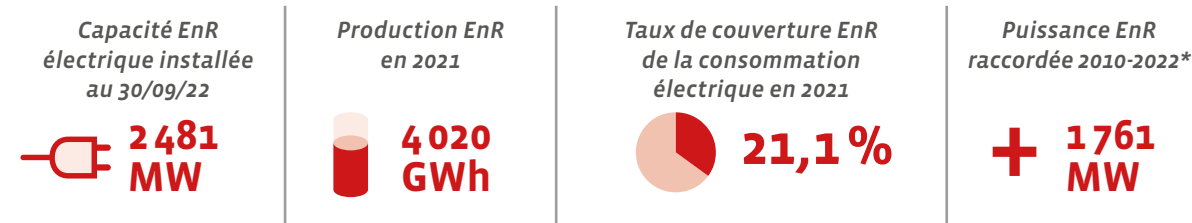
Liger

www.liger.fr

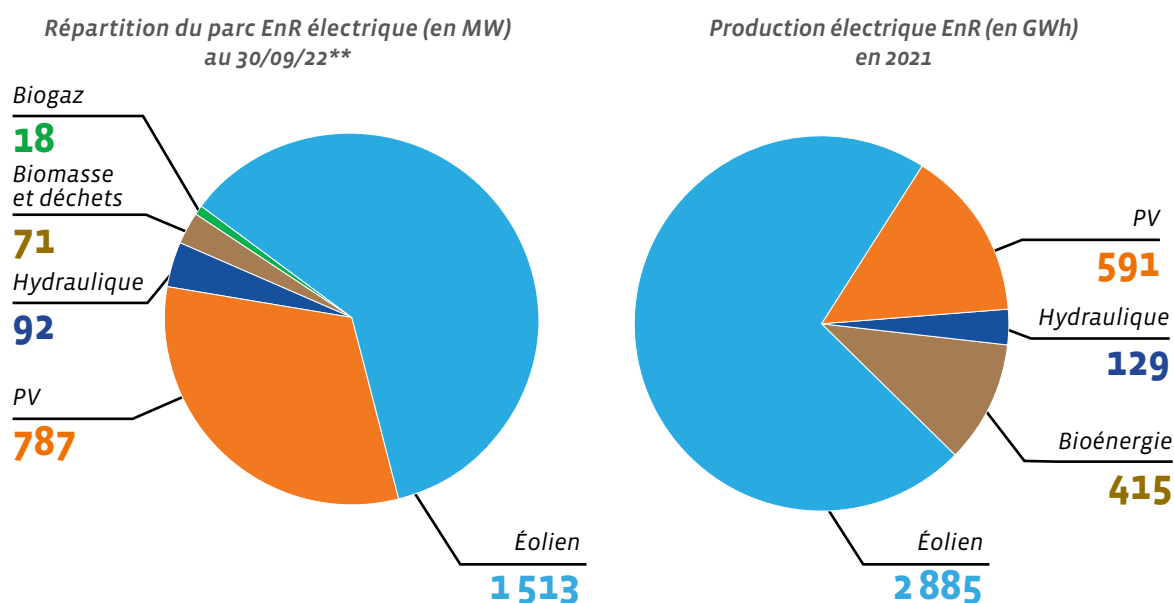
Associée à la ville de Locminé et à son territoire, la SEM Liger a créé un centre d'énergie renouvelable unique en Bretagne et en France pour renforcer sa démarche de développement durable. Les collectivités locales, les industriels fournisseurs de matières premières et clients du réseau de chaleur et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

CENTRE-VAL DE LOIRE

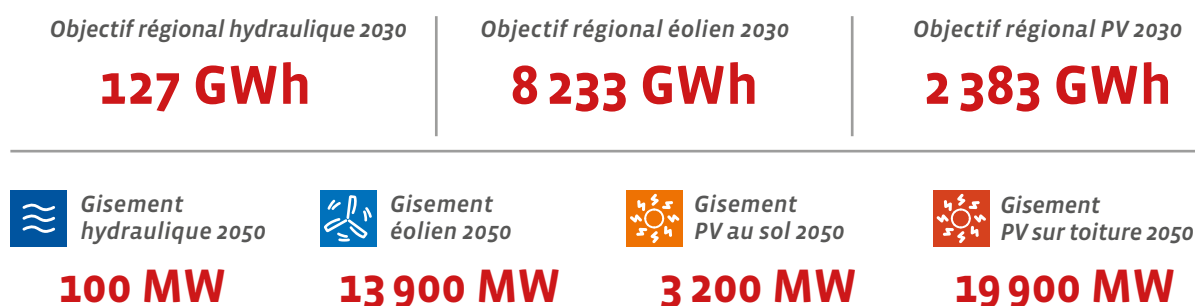
CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe «Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire régional de l'énergie et des gaz à effet de serre en région Centre-Val de Loire (Oreges)

www.observatoire-energies-centre.org

Recense, analyse et exploite les données énergétiques régionales et accompagne les politiques publiques.



Énergie partagée en Centre-Val de Loire

www.energie-partagee.org/monter-projet/se-faire-accompagner/les-reseaux-regionaux/energie-partagee-centre-val-de-loire/

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



EnR Centre-Val de Loire

www.sieil37.fr

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



S2E2 Smart Electricity Cluster

www.s2e2.fr

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



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



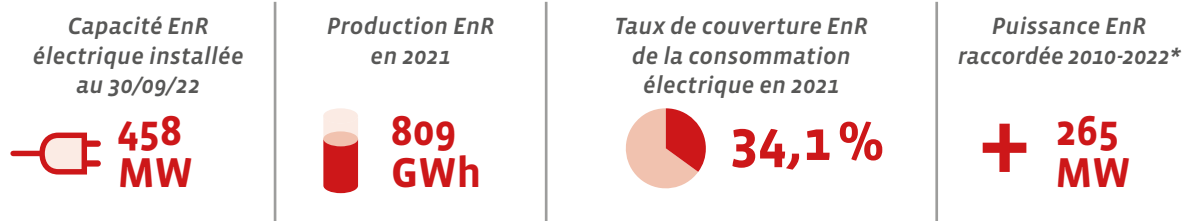
Réseaux citoyens

Observ'ER

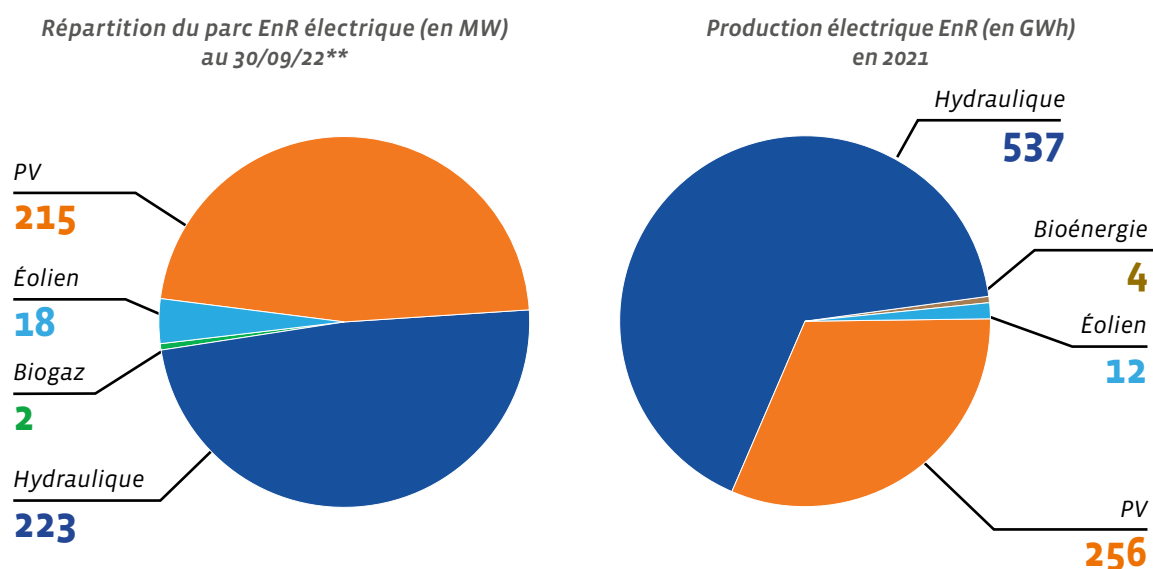
Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

CORSE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS* ET GISEMENTS



* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



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

www.oec.fr

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



Capenergies
www.capenergies.fr

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



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

www.aue.corsica/L-Observatoire-Regional-de-l-Energie-et-des-Gaz-a-Effet-de-Serre-OREGES-de-Corse_a4.html

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.

149



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



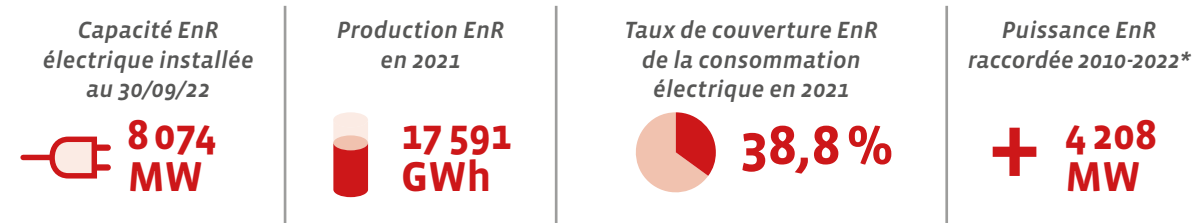
Réseaux citoyens

Observ'ER

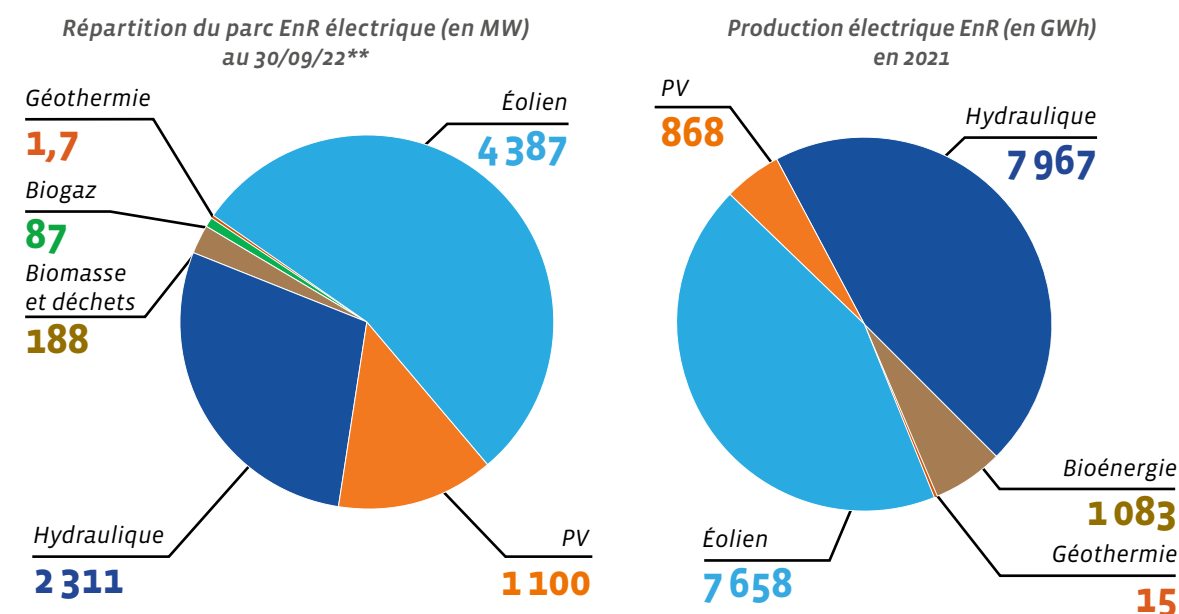
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

GRAND EST

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 ».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Observatoire bois-énergie Grand Nord Est

www.valeur-bois.com

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



Observatoire climat-air-énergie du Grand Est

<https://observatoire.atmo-grandest.eu>

Animé par Atmo Grand Est, l'Observatoire vise à fournir les indicateurs du Sradet et à développer les expertises relatives aux profils climat-air-énergie de la région.



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

www.aleo8.org

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



Grand Est mobilité électrique www.grandestmobelec.org

Association créée en 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.



Pôle de compétitivité Fibre- Energivie

www.fibres-energivie.eu/fr

Né de la fusion en 2015 des pôles Alsace-Energivie et Fibres, il 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.



SEBL (Société d'économie mixte du bassin lorrain) – Grand Est énergies nouvelles

www.sebl.fr

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



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



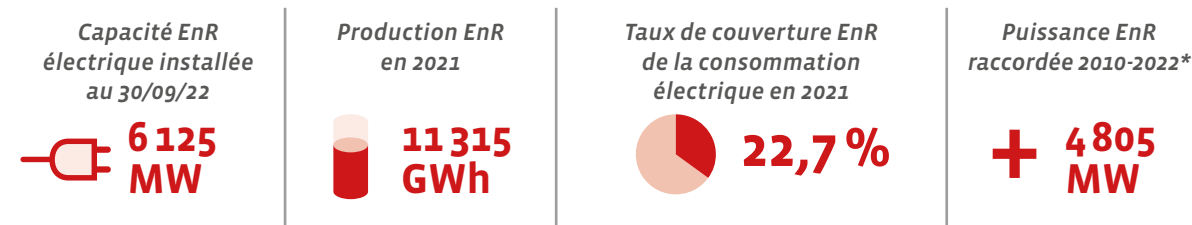
Réseaux citoyens

Observ'ER

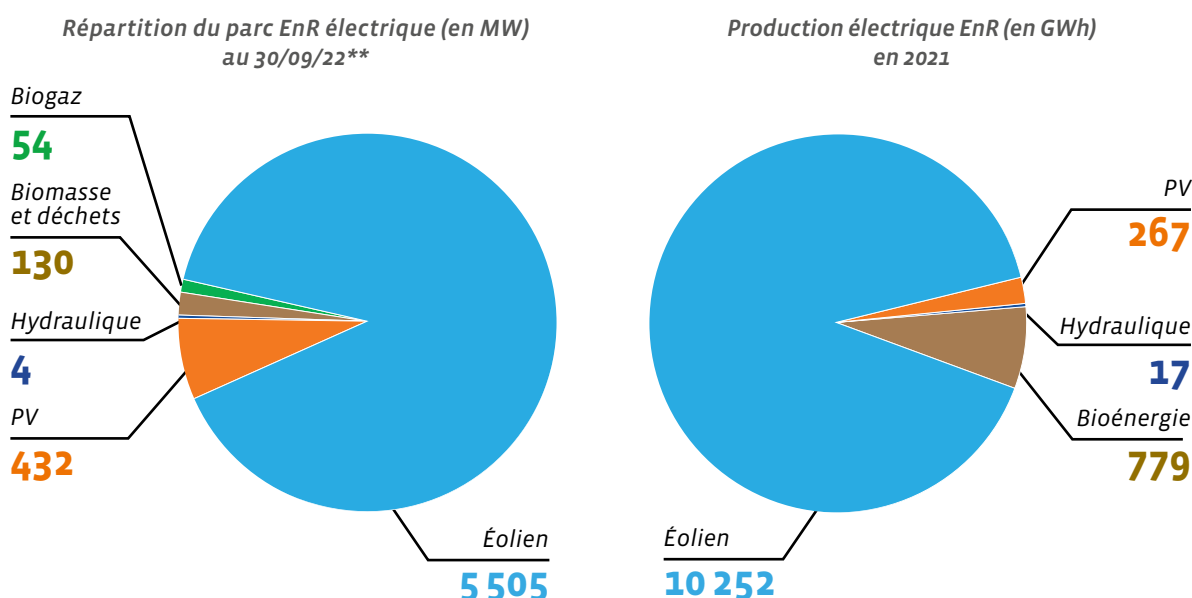
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

HAUTS-DE-FRANCE

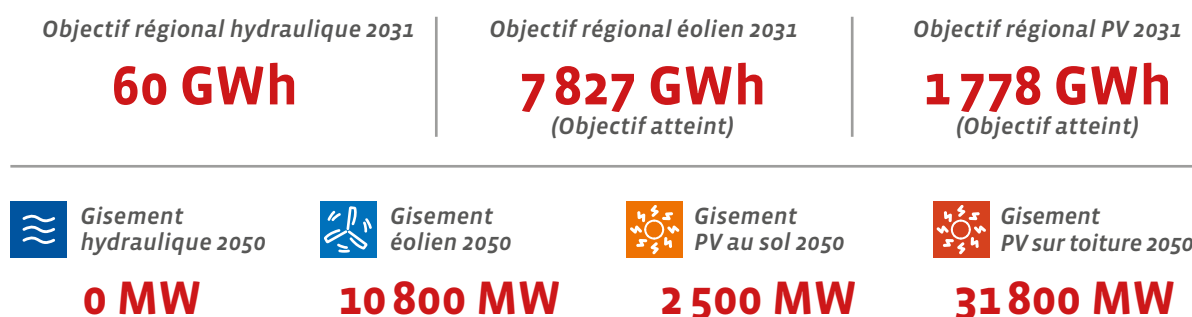
CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



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

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Centre ressource du développement durable (CERDD)

www.cerdd.org

L'observatoire a pour mission de collecter les données et fournir les chiffres nécessaires à la prise de décision, d'aider à suivre les politiques publiques et de constituer un espace d'échange et d'animation pour le réseau des acteurs de l'observation autour de l'énergie et du climat.



Observatoire climat des Hauts-de-France

www.observatoireclimat-hautsdefrance.org

L'Observatoire climat des Hauts-de-France est porté par le CERDD. Ses missions sont d'orienter, d'inciter, de mettre en œuvre et d'explorer toute démarche visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'adapter ses territoires aux changements futurs.



Mouve

mouve.univ-lille.fr

Projet lancé 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

www.passpasselectrique.fr

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



Cigales

www.cigales-hautsdefrance.org

Réseau d'investisseurs citoyens pour une économie locale solidaire.



SEM énergies Hauts-de-France

www.energies-hdf.fr

Outil de développement régional qui accompagne le déploiement du premier pilier de la troisième révolution industrielle, le passage aux énergies renouvelables, et duplique par conséquent la stratégie régionale en la matière.

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



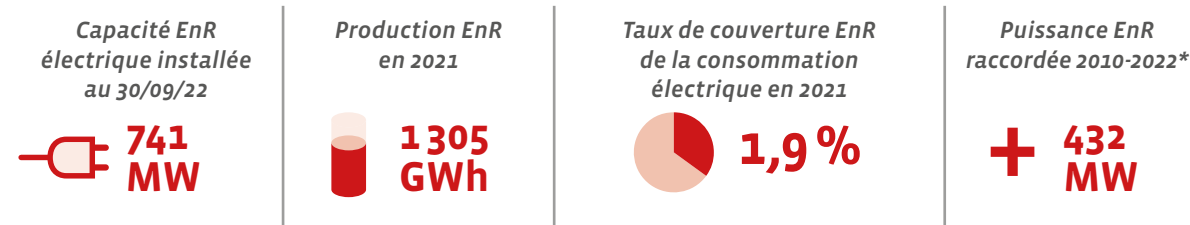
Réseaux citoyens

Observ'ER

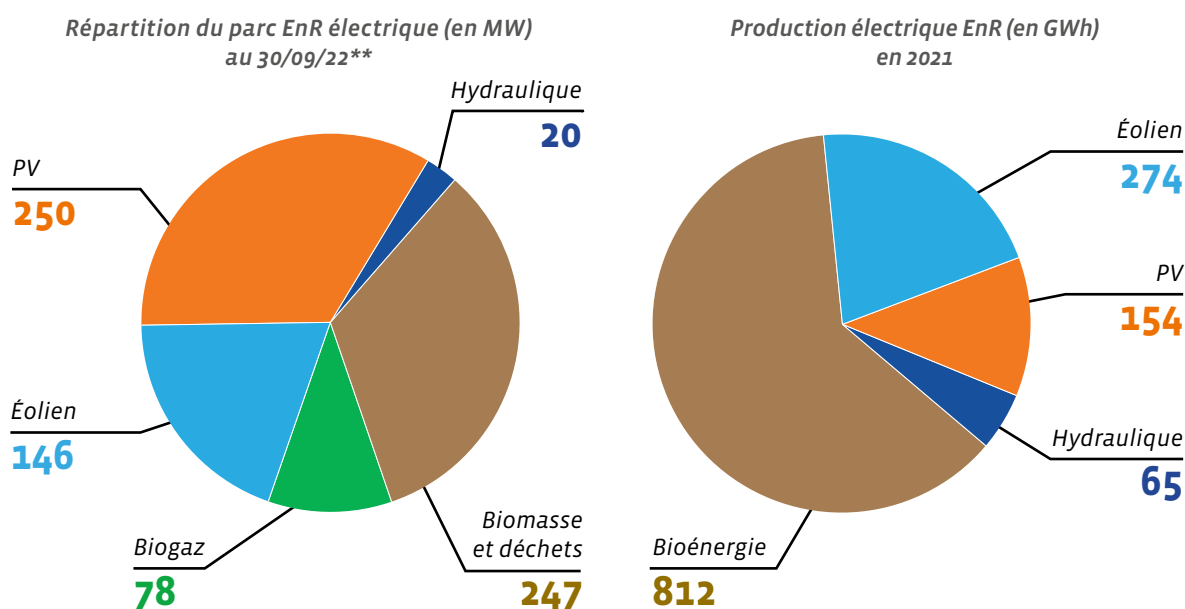
Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

ÎLE-DE-FRANCE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 ».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



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

www.roseidf.org

Panorama énergétique d'Île-de-France et bonnes pratiques en matière d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables – « Données 2009 ».



Agence régionale énergie-climat (Arec)

www.arec-idf.fr

Organisme associé à l'Institut Paris région participant à la mise en œuvre du développement en Île-de-France. L'Arec Île-de-France a pour objectif de faciliter et d'accélérer la transition énergétique et l'adaptation au changement climatique en assistant les collectivités et autres acteurs franciliens.



Belib'

www.belib.paris

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.



Énergie partagée en Île-de-France

www.energie-partagee.org/monter-projet/se-faire-accompagner/les-reseaux-regionaux/energie-partagee-ile-de-france/

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



Cap Digital & Advancity

<https://advancity.capdigital.com/>

Intégré à Cap Digital en 2018, Advancity a pour vocation 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.



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 2022 des énergies renouvelables électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE



Bi-métha 77

www.sdesm.fr/qui-sommes-nous/nos-societes-deconomie-mixte-sem/bi-metha-77

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



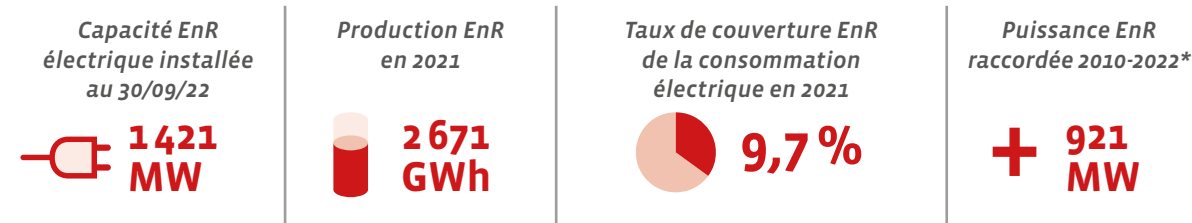
Île-de-France énergies

www.iledefranceenergies.fr

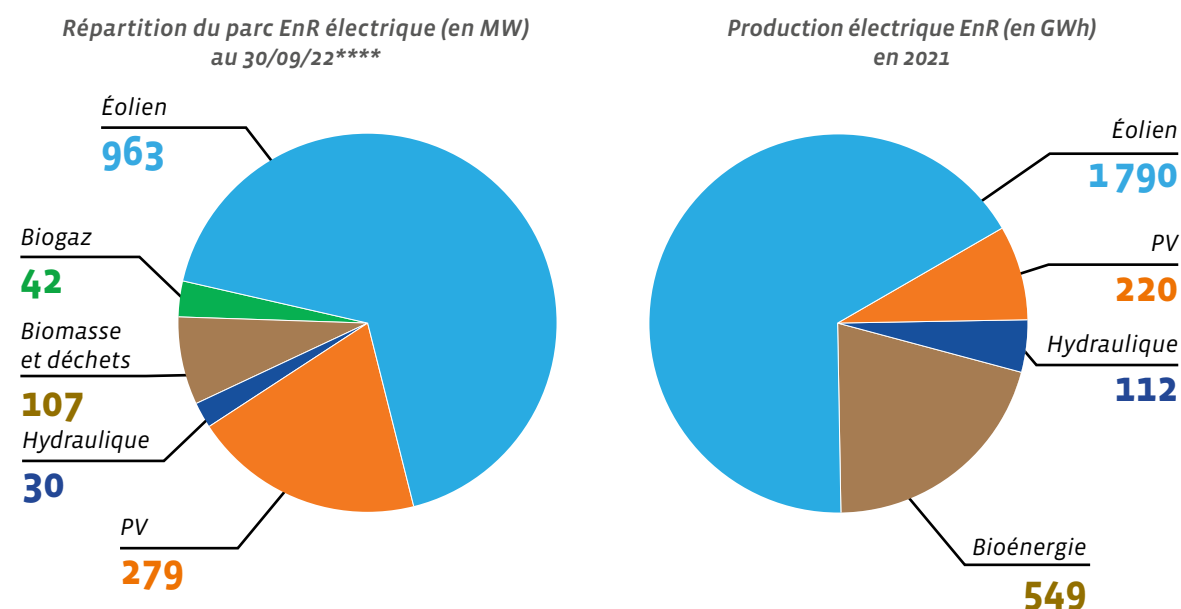
Île-de-France énergies accompagne les copropriétés et les organismes de logement social (OLS) dans les différentes étapes d'un projet de rénovation énergétique ambitieux: organisation et montages technique, juridique et financier du projet de A à Z.

NORMANDIE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe «Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Issue de centrales hydrauliques et d'énergies marines.

*** Issue d'éolien terrestre et en mer.

**** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



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

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.



Observatoire régional énergie climat air de Normandie

www.orecan.fr

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



Biomasse Normandie

www.biomasse-normandie.org

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



La Fabrique énergétique

www.maisondelenergie.fr

Association de promotion, d'information et de formation sur la thématique de la transition énergétique dans le Calvados.



Terra énergies

www.terra-energies.fr

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



West énergies

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

West énergies a pour objectif d'être un acteur privé-public, rationalisé et décentralisé de la production et de la gestion de l'énergie sur le territoire de la Manche et de positionner celui-ci dans le mix énergétique de demain.

158



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



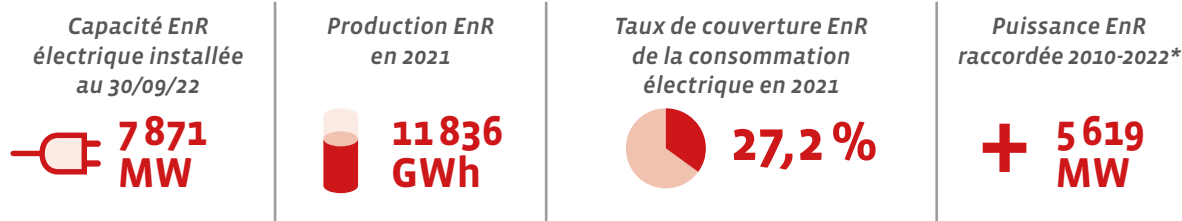
Réseaux citoyens

Observ'ER

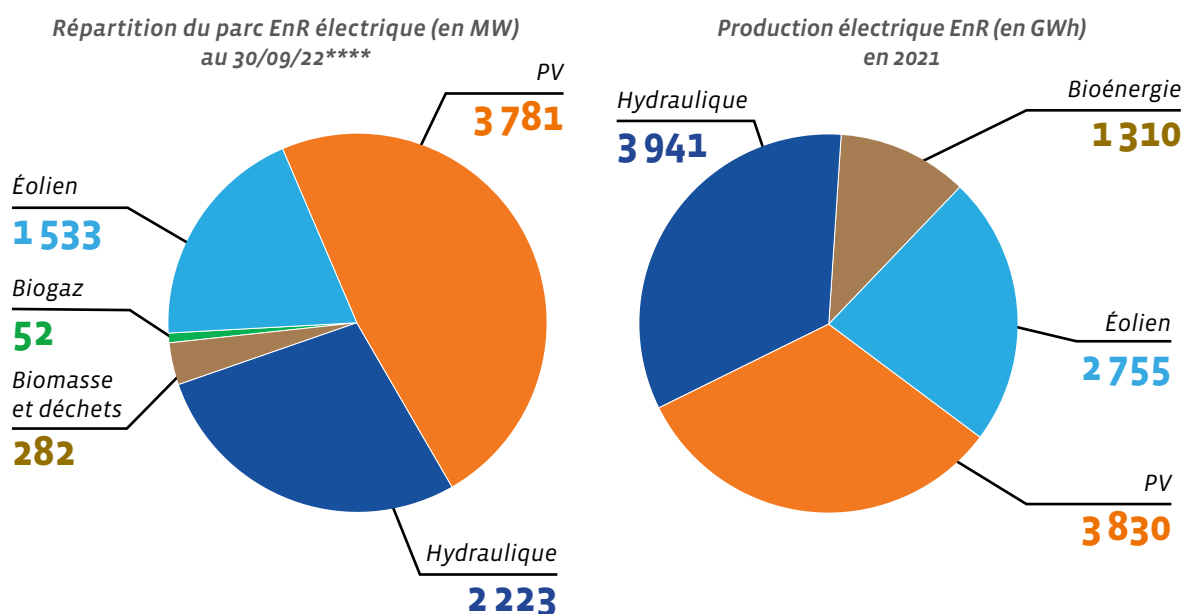
Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

NOUVELLE-AQUITAINE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe «Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Issue de centrales hydrauliques et d'énergies marines.

*** Issue d'éolien terrestre et en mer.

**** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021)

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Agence régionale d'évaluation environnement et climat

Poitou-Charentes (ArecPC)

www.arecpc.com

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



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

www.observatoire-environnement.org

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



Observatoire régional énergie gaz à effet de serre (Oreges)

www.arecpc.com

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



Cirena

www.cirena.fr

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.



Mobive

www.mobive.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.



Avenia

www.pole-avenia.com

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

160



Observatoires régionaux
de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion
des énergies renouvelables



Agences régionales
de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement
régionaux



Pôles de compétitivité,
clusters d'entreprises



Objectifs et programmes
régionaux



Sociétés d'économie mixte
ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France



S2E2 Smart Electricity Cluster

www.s2e2.fr

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



3D énergies

www.3denergies.fr

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



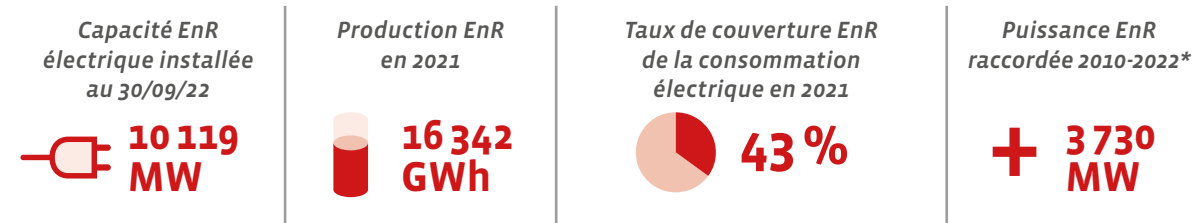
SEM Sergies

www.sergies.fr

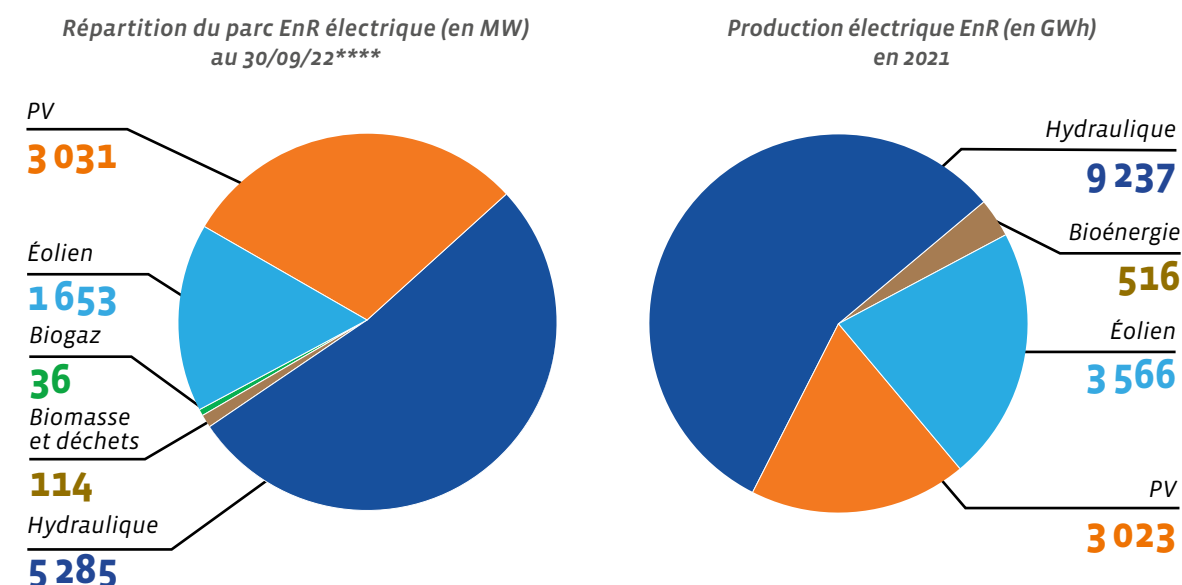
Société d'économie mixte créée en 2001 par le Syndicat d'énergie de la Vienne (Énergies Vienne).

OCCITANIE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS **



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 ».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique)

** Contrairement aux autres régions qui fixent des objectifs en termes de production, le Srdet Occitanie fixe uniquement des objectifs en termes de puissance installée.

*** Issue d'éolien terrestre et en mer.

**** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021)

Observ'ER

Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Arec Occitanie, Agence régionale énergie climat

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.



Observatoire régional de l'énergie en région Occitanie (Oreo)

www.arec-occitanie.fr/observatoire-regional-de-lenergie-en-occitanie.html

L'Observatoire est un outil d'observation et d'information sur la situation énergétique régionale, un lieu de concertation entre les acteurs régionaux de l'énergie, doté d'une capacité de proposition.



Révéo

www.reveocharge.com/fr

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



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

www.pole-derbi.com

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



MPEI (Midi-Pyrénées énergies infrastructures)

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



Catalis

www.catalis.coop

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



EC'LR

www.ec-lr.org

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



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



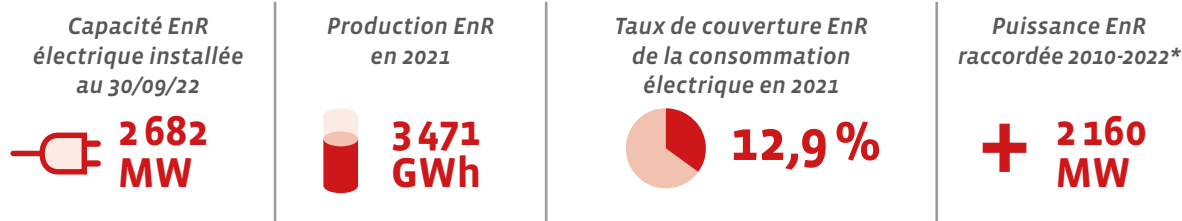
Réseaux citoyens

Observ'ER

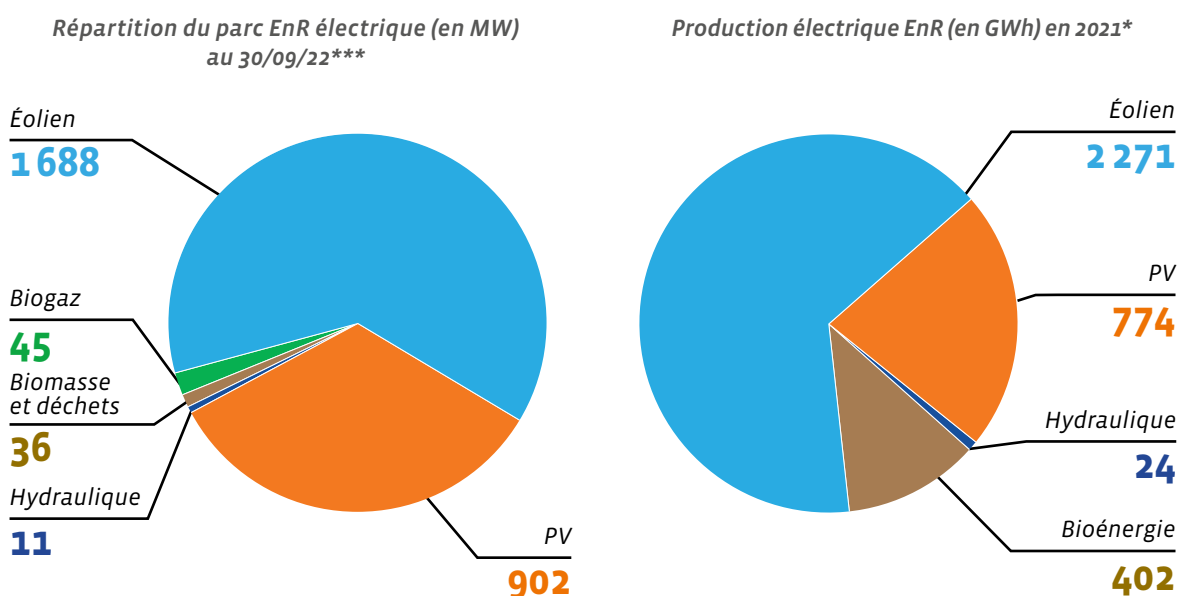
Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

PAYS DE LA LOIRE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe « Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050 ».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Issue d'éolien terrestre et en mer.

*** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Transition écologique observatoire Pays de la Loire (Téo)

www.teo-paysdelaloire.fr

La création de cette structure fait suite à trois ans d'activité du Dispositif régional d'observation partagée de l'énergie et du climat (Dropec). Elle suit la situation énergétique et climatique de la région des 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. Il formalise, par une gouvernance commune, la mutualisation de moyens humains de la Dreal, de la région, de l'Ademe et d'Air Pays de la Loire sur l'observation.



Atlansun

www.atlansun.fr

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



S2E2 Smart Electricity Cluster

www.s2e2.fr

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



Neopolia

www.emr.neopolia.fr/neopolia-emr

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



Énergies citoyennes en Pays de la Loire

www.energie-partagee.org/monter-projet/se-faire-accompagner/les-reseaux-regionaux/le-reseau-energie-citoyenne-en-pays-de-la-loire

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.

165



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 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LES RÉGIONS À LA LOUPE



Vendée énergie

www.sydev-vendee.fr/transition-energetique/les-energies-renouvelables/vendee-energie

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



Anjou énergies renouvelables (SEM AER)

www.aer49.fr

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



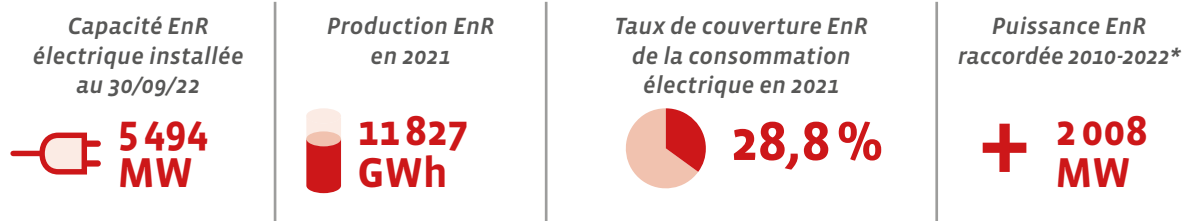
Alter énergies

www.anjouloireterritoire.fr

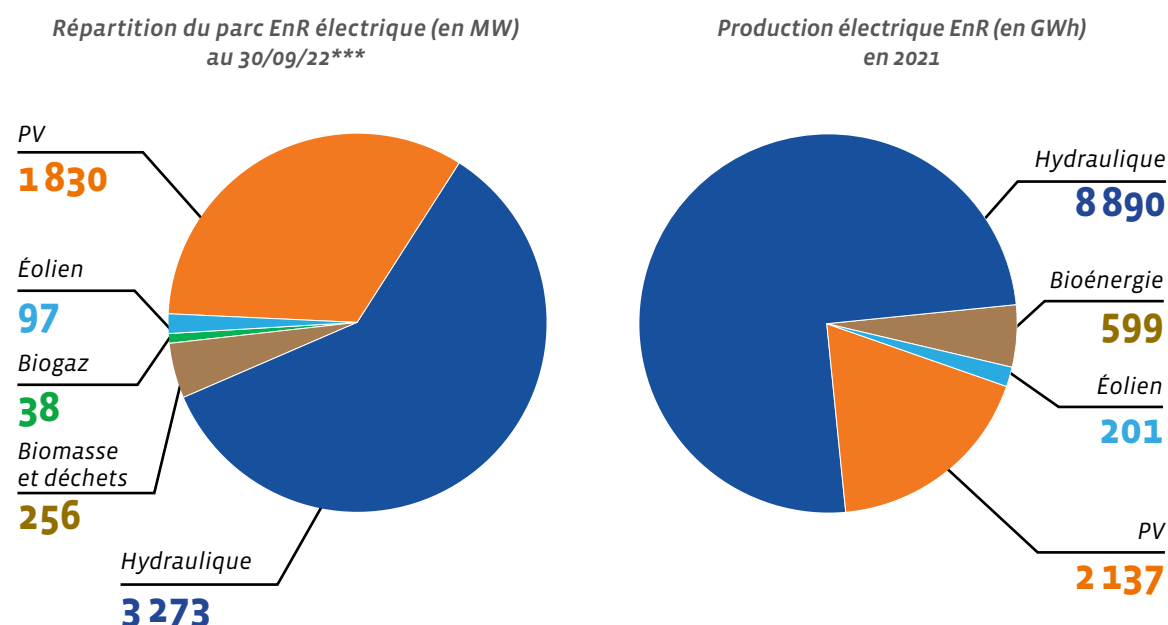
Alter énergies investit dans les énergies renouvelables en exploitant des centrales photovoltaïques et en développant l'éolien.

RÉGION SUD - PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS ET GISEMENTS



Les chiffres des gisements proviennent de l'étude Ademe «Vers un mix électrique 100 % renouvelable en 2050».

* Évolution jusqu'au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Issue d'éolien terrestre et en mer.

*** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Agence régionale pour l'environnement (Arpe-ARB)

www.arpe-arb.org

Accompagnement des territoires pour qu'ils réussissent leur transition écologique, grâce à la préservation et à la reconquête de la biodiversité. Initiation et accompagnement au montage de projets environnement, étude et validation de nouveaux procédés d'intervention pour sensibiliser, informer et animer.



Observatoire régional de l'énergie (Oreca)

<https://oreca.maregionsud.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.



Pôle de compétitivité mer Méditerranée

www.polemermediterranee.com

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



Énergie partagée en Provence-Alpes-Côte d'Azur

www.energie-partagee.org/monter-projet/se-faire-accompagner/les-reseaux-regionaux/provence-alpes-cotes-dazur-territoire-pilote-de-laccompagnement-local-denergie-partagee

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



Sem Seve (Soleil, eau, vent, énergie)

www.seveenergierenouvelable.fr

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

168



Observatoires régionaux de l'environnement et de l'énergie



Associations de promotion des énergies renouvelables



Agences régionales de l'environnement et de l'énergie



Fonds d'investissement régionaux



Pôles de compétitivité, clusters d'entreprises



Objectifs et programmes régionaux



Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



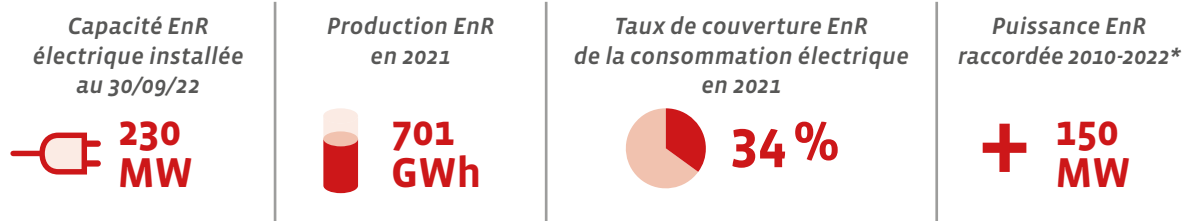
Réseaux citoyens

Observ'ER

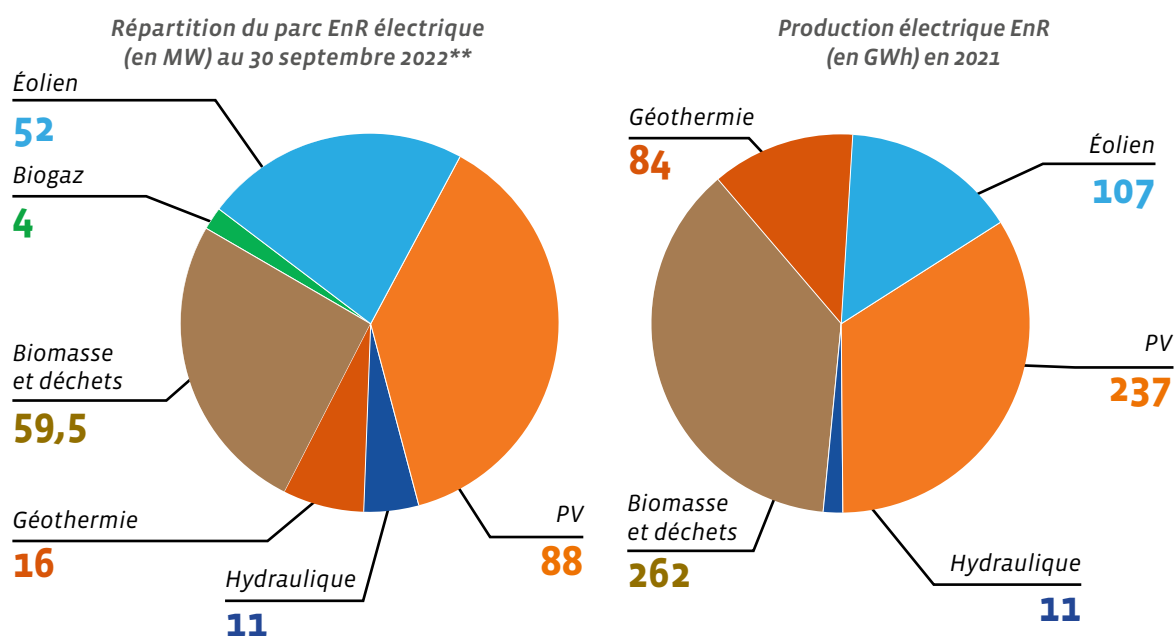
Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France

GUADELOUPE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS RÉGIONAUX



Porter le taux de couverture des énergies renouvelables électriques à 66,6% à fin 2023.

* Evolution jusqu'au 30/09/2022 (hormis le secteur hydroélectrique).

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Politique énergétique en région Guadeloupe

www.guadeloupe-energie.gp



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

www.guadeloupe-energie.gp

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

Inauguré en juin 2018, Drive est un programme de déploiement de bornes de recharge électrique alimentées par du photovoltaïque, mené par EDF Archipel Guadeloupe.



Guadeloupe EnR

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



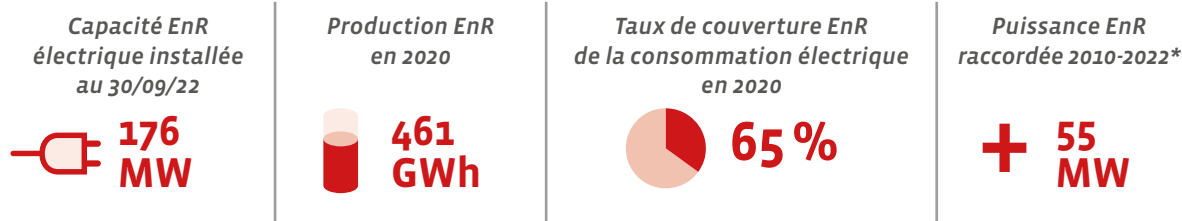
Réseaux citoyens

Observ'ER

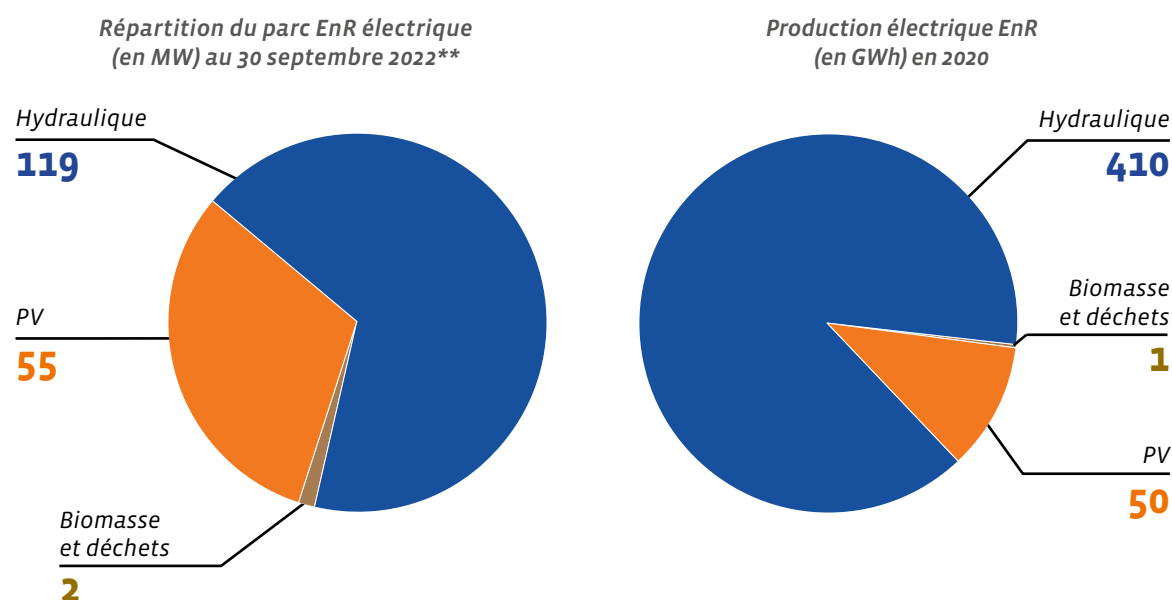
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

GUYANE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS RÉGIONAUX



* Au 30 septembre 2022.

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Association Guyane énergie-climat (GEC)

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

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

172



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



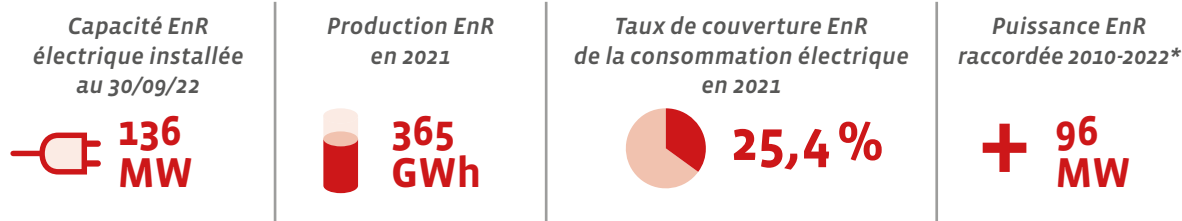
Réseaux citoyens

Observ'ER

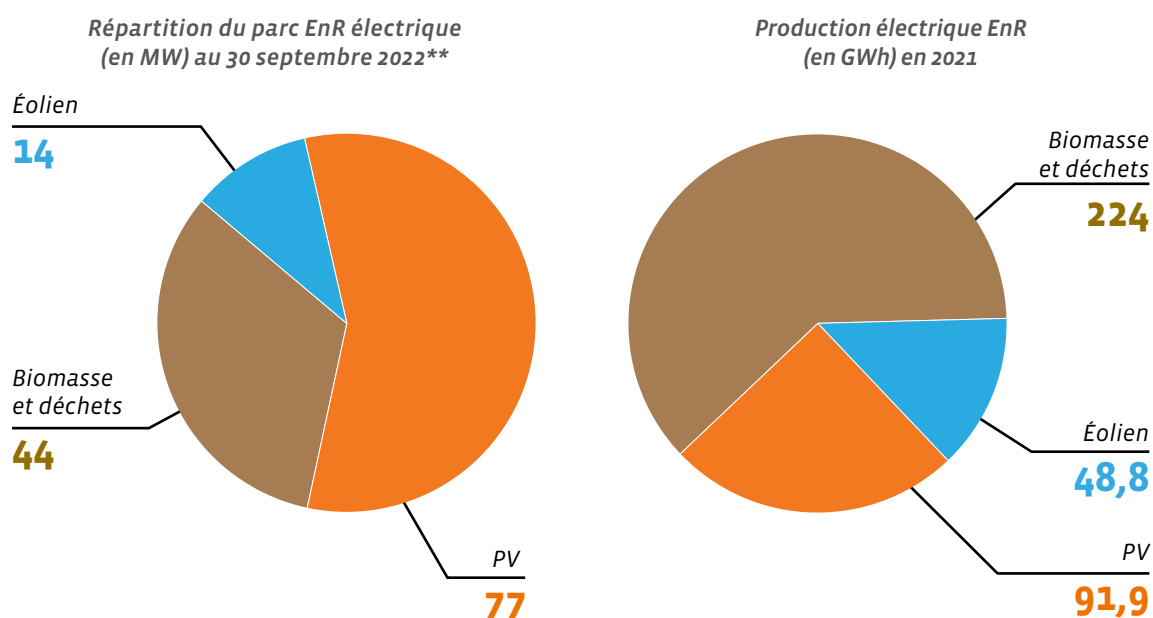
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

MARTINIQUE

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS RÉGIONAUX



Porter le taux de couverture des énergies renouvelables électriques à 55,6 % à fin 2023.

* Au 30 septembre 2022.

** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Transition énergétique Martinique

www.transitionenergetiquemartinique.mq

Outil d'aide au pilotage pour atteindre les objectifs d'autonomie énergétique fixés et de transition énergétique de l'île de la Martinique.

174



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



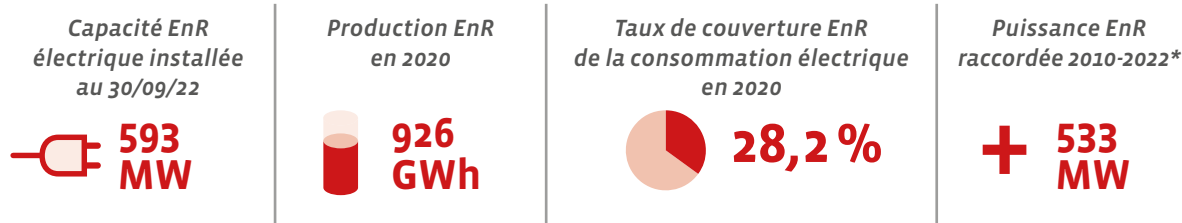
Réseaux citoyens

Observ'ER

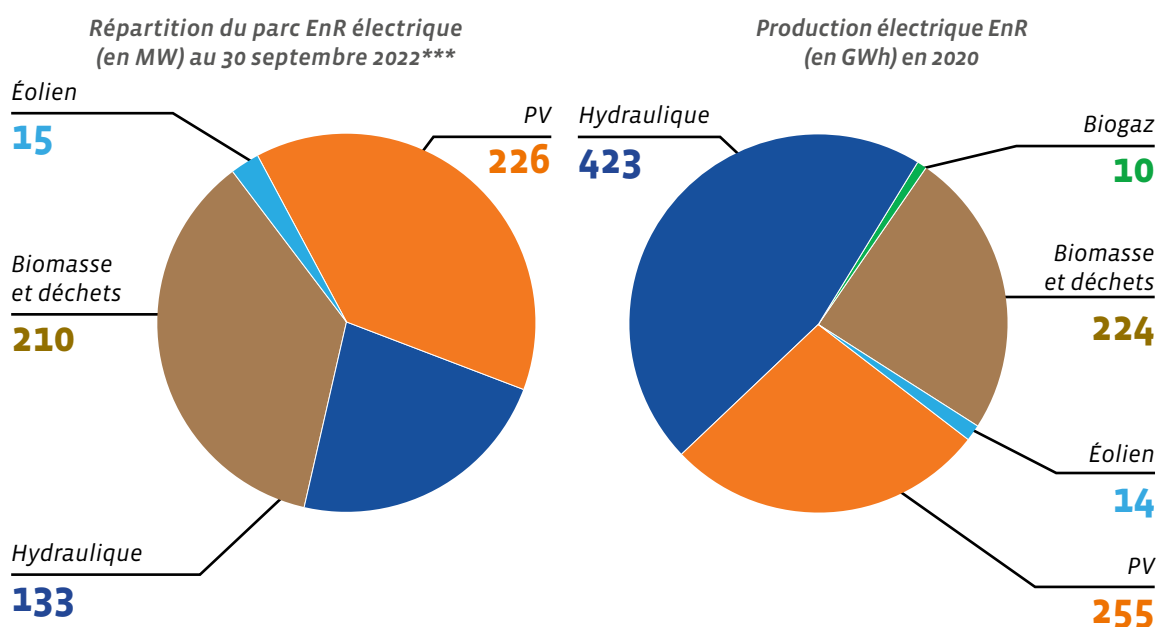
Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

RÉUNION

CHIFFRES CLÉS ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE



PUISSANCES ET PRODUCTION



OBJECTIFS RÉGIONAUX**



* Au 30 septembre 2022.

** Les objectifs régionaux de la Réunion sont exprimés en énergie.

*** Situation au 30/09/22 (hormis le secteur hydroélectrique, chiffre 2021).

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

LA RÉGION EN ACTION



Énergies Réunion

www.energies-reunion.com

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



Technologies des énergies maîtrisées, énergies renouvelables et gestion isolée

de l'énergie de la Réunion (Temergie)

www.temergie.com

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



SPL Horizon Réunion

www.energies-reunion.com

La SPL Horizon Réunion a été créée en juillet 2013. Elle est une suite logique à l'association Arer. Son rôle est d'accompagner les collectivités locales actionnaires dans le développement de projets concrets aux enjeux énergétiques.



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



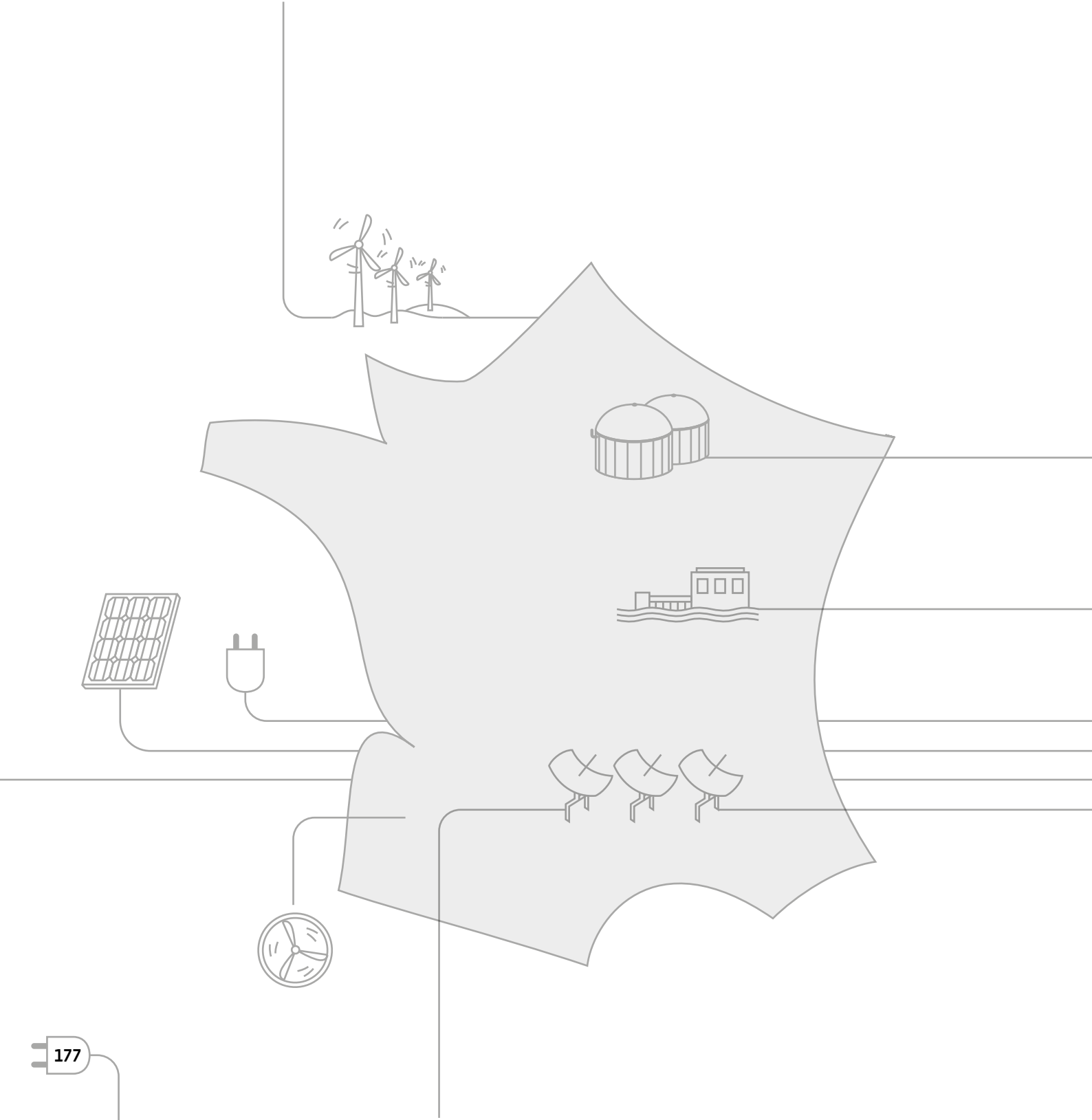
Sociétés d'économie mixte ayant des actifs EnR



Réseaux citoyens

Observ'ER

Le Baromètre 2022 des énergies renouvelables électriques en France



LEXIQUE ET SOURCES

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

Agence de la transition écologique (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 renouvelables 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 issus 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 2022
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 gigawattheure (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.

MTE

Ministère de la Transition écologique.

Mix électrique

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

Module photovoltaïque

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

MWh

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

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^{er} août 2016.

Tonne d'équivalent pétrole (TEP)

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

L'ÉLECTRIFICATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Réimpression
Novembre 2022

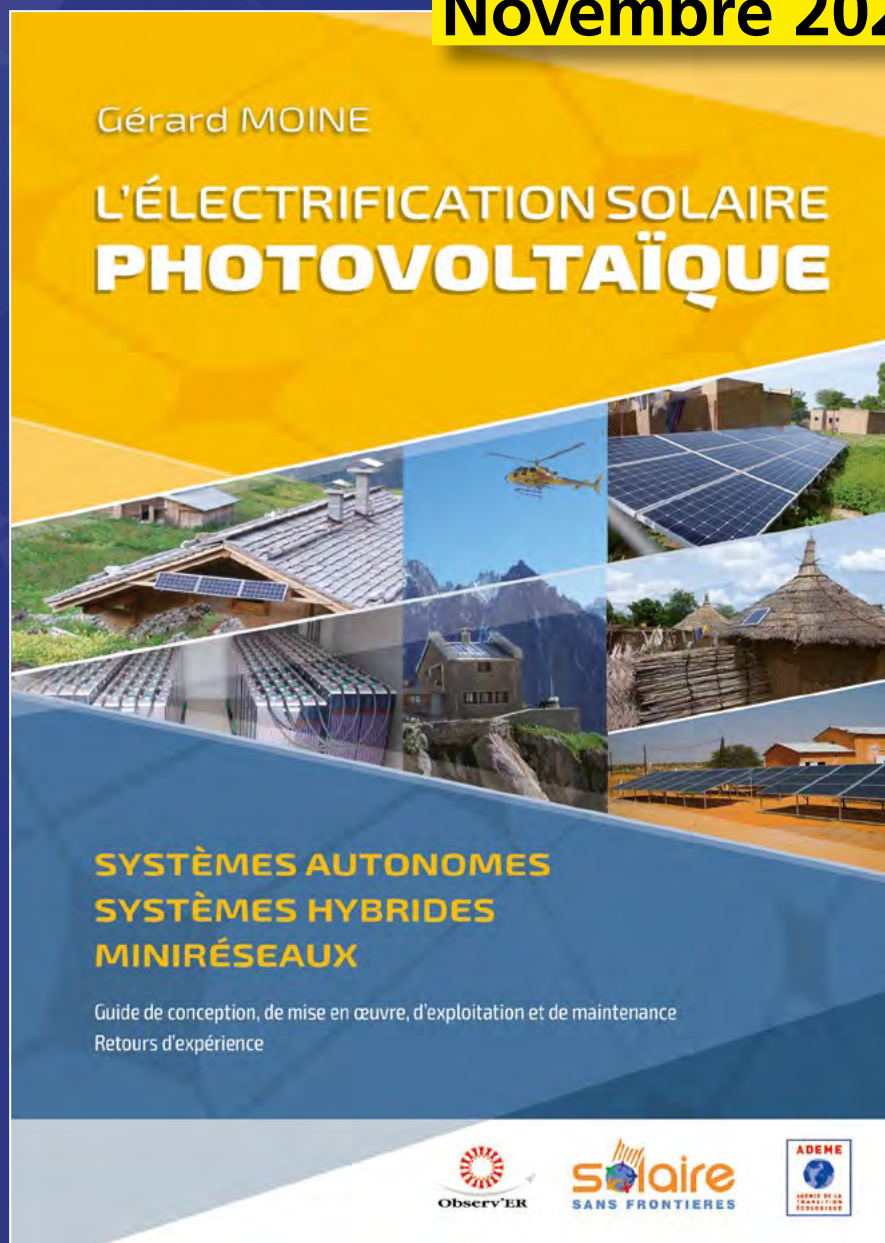
79€

648 pages



Gérard Moine

Spécialiste de l'électrification solaire photovoltaïque depuis 40 ans, Gérard Moine, Ingénieur Supélec, consultant en systèmes photovoltaïques (autonomes, hybrides et raccordés au réseau) propose dans cet ouvrage une **expertise complète et inédite**.



Parmi les énergies renouvelables, **l'énergie solaire photovoltaïque** apporte une réponse sérieuse à la problématique de l'alimentation électrique des sites isolés. Largement illustré et détaillé, cet ouvrage facilite la compréhension de l'électrification solaire photovoltaïque et aborde de manière pédagogique sa mise en œuvre sur le terrain. Enrichi de nombreux exemples concrets, l'ouvrage s'avère un outil de travail indispensable pour tous ceux qui travaillent ou s'orientent vers cette filière.



Commandez en ligne :
librairie-energies-renouvelables.org

ORGANISMES

- Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)
- AFGP (Association française des professionnels de la géothermie)
- Amorce (Association nationale des collectivités, des associations et des entreprises pour la gestion des réseaux de chaleur, de l'énergie et des déchets)
- ATEE Club biogaz
- Baromètres EurObserv'ER
- BPIfrance
- BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières)
- Cniid (Centre national d'information indépendante sur les déchets)
- CRE (Commission de régulation de l'énergie)
- CSF (Comité stratégique de filière)
- DGEC (Direction générale de l'énergie et du climat)
- Enedis
- EurObserv'ER
- Eurostat
- Le réseau des Dreal (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement)
- EDF (Électricité de France)
- EDF SEI (Électricité de France Système électrique insulaire)
- Enerplan Syndicat des professionnels de l'énergie solaire
- ÉS Géothermie (Électricité de Strasbourg géothermie)
- 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 énergétique
- 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

SITES INTERNET

- www.ademe.fr
- www.actu-environnement.com
- www.afpg.asso.fr
- www.amorce.asso.fr
- www.biogaz.atee.fr
- www.bpifrance.fr
- www.brgm.fr
- www.cibe.fr
- www.cluster-maritime.fr
- www.zerowastefrance.org

LISTE DES SOURCES UTILISÉES

Observ'ER

Le Baromètre 2022
des énergies renouvelables
électriques en France

- www.cre.fr
- www.developpement-durable.gouv.fr
- www.economie.gouv.fr
- www.edf.gp
- www.enedis.fr
- www.enerplan.asso.fr
- www.energiesdelamer.eu
- www.energies-renouvelables.org
- www.enr.fr
- www.eurobserv-er.org
- www.ec.europa.eu/eurostat
- www.fee.asso.fr
- www.france-energies-marines.org
- www.france-hydro-electricite.fr
- www.geothermie-perspectives.fr
- www.geothermies.fr
- www.geothermie-soultz.fr
- www.iea-pvps.org
- www.ifremer.fr
- www.injectionbiomethane.fr
- www.lechodusolaire.fr
- www.negawatt.org
- www.observatoire-energie-photovoltaïque.com
- www.photovoltaique.info
- www.rte-france.com
- www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

PUBLICATIONS

Toutes filières

- «Chiffres clés de l'énergie. Édition 2022», Commissariat général au développement durable, 2021
- «Panorama de l'électricité renouvelable en 2021», RTE, SER, ERDF, Adeef, 2022
- «Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération», Ademe, 2022

- «Panorama des EPL engagées dans la transition énergétique», Fédération des élus des Entreprises publiques locales, 2022
- «Projets d'énergies renouvelables : rôle et actions des collectivités et de leurs groupements», FNCCR - Territoire d'énergie, 2021

Biomasse et déchets

- «Tableau de bord trimestriel du biogaz», Sdes, 2022
- «Déchets – Chiffres clés», Ademe, 2022

Éolien

- «Observatoire de l'éolien. Analyse du marché et des emplois éoliens en France en 2021», FEE, Capgemini Invent, 2022
- «Tableau de bord de l'éolien», Sdes, 2022

EMR

- «Les énergies de la mer. Des emplois essentiels à la transition énergétique française», Observatoire des énergies de la mer, 2022

Solaire

- «Observatoire de l'énergie photovoltaïque en France», France territoire solaire, 2022
- «Tableau de bord trimestriel du photovoltaïque», Sdes, 2022