

LE JOURNAL  
DES

# ÉNERGIES RENOUVELABLES

SPÉCIAL ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES – AVRIL 2021

NUMÉRO  
SPÉCIAL

## LES RETOMBÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Coûts et bénéfices

**LES RENOUVELABLES :  
UN TRÉSOR CACHÉ**

Création d'emplois

**DES PERSPECTIVES  
ENCOURAGEANTES**

Développement territorial

**À LORIENT, LE SOLAIRE  
RAYONNE SUR LES CITOYENS**

Pour les petites et moyennes entreprises désireuses d'entrer concrètement dans la transition énergétique,  
**UNE LETTRE D'INFORMATION MENSUELLE,  
GRATUITE ET PRATIQUE**




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

Inscrivez-vous : [clesdelatransition.org](https://clesdelatransition.org)

# LE DROIT DE SAVOIR

Vincent Jacques le Seigneur  
Directeur de la publication



**LES RETOMBÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

**Crédit:**  
Stetsko - Adobe Stock  
[journal-enr.org](http://journal-enr.org)

**Abonnement de 1 an (5 n° dont un hors-série), au Journal des Énergies Renouvelables (en € TTC) :**  
France 89 €, Europe 99 €, Monde 109 €

**Administration:** Nathalie Bouhours  
(tél. : 01 44 18 00 80)

**Publicité:** Diewo Kane (tél. : 01 44 18 73 49)

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

**Rédacteur en chef:**  
Vincent Boulanger

**Responsable des produits éditoriaux:**  
Romain David (tél. : 01 44 18 73 42)


**Rédaction:** Aude Fabre, Anne-Sophie Perraudin, Cédric Philibert, Patrick Piro, Carole Rap, Éva Thiébaud



**Secrétaire de rédaction:**  
Rachel Laskar

**Maquette – réalisation:** Alice Sawicki, Alice Guillier

**Ont participé au comité de rédaction:**  
Gaëtan Fovez, Hugo Haas, Diane Lescot, Frédéric Tuillé.

**Dépôt légal :** 2<sup>e</sup> trimestre 2021  
**ISSN** 2491-8687  
**Commission paritaire :** n° 1123 G 84361

**Éditeur :**   
Observatoire des énergies renouvelables  
(Association régie par la loi de 1901)  
Président : Vincent Jacques le Seigneur  
146 rue de l'Université – 75007 Paris  
Tél. : + 33 (0)1 44 18 00 80  
[www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)



« Les Français ont le droit de savoir qui fait la politique énergétique de la France et avec quel argent », avait déclaré le député Julien Aubert, grand pourfendeur des énergies renouvelables. Ce numéro hors-série lui est dédié. Non pas, bien sûr, pour attiser de vaines polémiques ou croiser le fer avec un bretteur rompu à cet exercice, mais bien pour faire le point, objectivement, sur le coût réel des renouvelables et leurs impacts économiques et sociaux.

Si l'Europe a connu en 2020 l'année "électrique" la plus verte de son histoire – pour la première fois, l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables a dépassé celle des combustibles fossiles –, ce n'est pas parce qu'elle est dirigée par une bande de militants illuminés, mais bien en raison de motivations fondées et étayées : l'urgence de la décarbonation de notre mix énergétique tant pour des raisons climatiques que pour réduire notre dépendance aux ressources fossiles non renouvelables. Et on ne peut que se féliciter qu'en une génération, pas plus, la transition énergétique ait été engagée : les énergies renouvelables représentaient 38 % du mix électrique européen en 2020 et cela principalement grâce à une expansion fulgurante de l'éolien et du solaire. Ce n'est pas un diktat, mais bien une politique réfléchie et concertée, soumise à l'approbation des représentants de la nation, qui a été mise en œuvre ; un changement de paradigme indispensable pour la survie même de notre modèle économique et social.

Mais ce n'est pas tout. Si des erreurs ont bien été commises dans le passé, notamment par une politique de soutien trop généreuse qui a créé des effets d'aubaine, les sources d'énergies renouvelables sollicitées sont devenues compétitives<sup>1</sup> comme le montrent à l'envi les derniers appels d'offres internationaux dans le domaine du photovoltaïque comme de l'éolien qui se sont soldés par un prix du kWh défiant toute concurrence, et cela sans aide publique. Elles sont appréciées par les investisseurs, qu'ils soient professionnels ou simples mortels comme l'illustre l'incroyable succès des projets citoyens ; elles permettent de joindre l'utile à l'agréable, l'éthique à l'économique.

*Last but not least*, le nouveau mix énergétique permet la création de valeurs et d'emplois sur tout le territoire, en France comme à l'étranger. Des emplois pérennes et non délocalisables qui se chiffrent dans l'hexagone à plus de 100 000 aujourd'hui, le double dans dix ans. Dans ce domaine, la demande dépasse l'offre et, pour certains postes, les entreprises peinent à recruter, que ce soit dans les secteurs directement liés aux nouvelles filières de production d'énergie ou périphériques, comme la mobilité, le numérique ou le bâtiment qui sont au cœur de cette transition énergétique. Valeur ajoutée, création d'emplois, reste le troisième pied de notre économie, dont la pandémie a montré toute la vulnérabilité : les échanges. Sur ce point aussi, le développement de sources renouvelables d'énergie, pour la production d'électricité comme de chaleur, permet d'ores et déjà de réduire le déficit de la balance commerciale dont les deux tiers, faut-il le rappeler, sont imputables aux importations d'énergie.

Ainsi, la transition énergétique a certes un coût, monsieur le député, mais il est davantage politique qu'économique ou social. Il consiste à prendre le risque du changement, à se démarquer de son camp, à avoir comme guide le long terme et non les prochaines échéances électorales. C'est le prix à payer pour tenter d'échapper aux malédictions proférées par les collapsologues. S'il est peut-être encore trop élevé pour certains édiles, il ne l'est assurément pas pour nous.

1. Certes, il n'en va pas encore de même pour la chaleur renouvelable.

# VIENT DE PARAÎTRE

## Formez-vous aux énergies renouvelables



[LIBRAIRIE-ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG](http://LIBRAIRIE-ENERGIES-RENOUVELABLES.ORG)



COÛTS

## ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN TRÉSOR CACHÉ

p. 10

Appelées à se développer pour remplir les objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), les énergies renouvelables électriques et thermiques souffrent d'un déficit d'image. Elles coûteraient un « *pognon de dingue* » pour une production limitée, selon leurs détracteurs. Pourtant, l'analyse des coûts publics et des retombées économiques révèle exactement le contraire.



IMPACTS

## À LORIENT, LE SOLAIRE RAYONNE SUR LES CITOYENS

p. 20

En permettant à ses habitants de participer au financement de l'équipement solaire de ses bâtiments communaux, la Ville de Lorient a réussi à donner un nouvel élan au déploiement de sa politique photovoltaïque et à sensibiliser les citoyens aux énergies renouvelables. Le système, en outre, est économiquement gagnant-gagnant.



EMPLOI

## DES PERSPECTIVES ENCOURAGEANTES

p. 26

Éolien, solaire, chauffage au bois, les énergies renouvelables créent de l'emploi. De nouveaux métiers émergent, corollaire de l'évolution des technologies.

### PERSPECTIVES

La transition énergétique à tout juste commencé .....	4
Neutralité carbone, horizon désirable et flou .....	6

### COÛTS

Énergies renouvelables : un trésor caché .....	10
La compétitivité des renouvelables .....	16

### IMPACTS

Parc de la Luzette, un gain pour tous .....	18
À Lorient, le solaire rayonne sur les citoyens .....	20
Côtes-d'Armor : Le bois-énergie ravive le bocage .....	22
« La participation de la population est une voie royale » .....	24

### EMPLOI

Emploi, des perspectives encourageantes .....	26
Emplois verts, définition et méthodes .....	31
Les nouveaux métiers de la transition .....	32
Métiers en tension cherchent formations .....	34
Fessenheim : un territoire en reconversion .....	36

### AGIR

Énergie verte : bien décrypter les offres .....	40
Autoconsommation : Quel est le meilleur contrat ? .....	42
Le boum du financement participatif .....	44

*Ce numéro spécial du Journal des Énergies Renouvelables a été réalisé avec le soutien financier de l'Ademe. Le contenu de cette publication n'engage que la responsabilité d'Observ'ER et ne représente pas l'opinion de l'Ademe. Celle-ci n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.*



# TRIBUNE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE A TOUT JUSTE COMMENCÉ

Cédric Philibert, ancien analyste des énergies renouvelables de l'Agence internationale de l'énergie, aujourd'hui consultant indépendant sur le sujet, nous brosse l'évolution vers un monde neutre en carbone.

**L**es énergies fossiles dominent encore le monde. Dans la production d'électricité, elles restent largement majoritaires, fournissant les deux tiers des kilowattheures. Dans l'industrie et les transports la domination des fossiles est encore plus grande. La consommation mondiale de charbon a progressé constamment de 2010 à 2019 et retrouvé dès la fin 2020 son niveau d'avant la pandémie – même si sa part dans l'électricité a légèrement reculé. Tirée par les ventes de SUV (sport utility vehicles), la production de plastiques, l'aviation et le fret routier, la demande de pétrole a crû de 86 à 98 millions de barils par jour entre 2010 et 2019, tandis que la consommation de gaz naturel augmentait de 20 %. Au final, les émissions de CO<sub>2</sub> "énergétique", qu'on avait pu croire stabilisées depuis 2014, sont reparties à la hausse dès 2017. En décembre 2020 elles étaient déjà supérieures à décembre 2019.

## LA POSSIBILITÉ D'UN MONDE RENOUVELABLE

Les énergies fossiles dominent encore le monde, mais elles perdent déjà de leur superbe. Certes, dans la production mondiale d'électricité, la montée en puissance des renouvelables depuis 1997, de 20 à 27 % du mix, a seulement compensé le recul du nucléaire, de 17 à 10 %. Certes, la croissance rapide des ventes de voitures électriques n'effleure encore qu'à peine la surface du transport routier. Pourtant, ces frémissements annoncent bel et bien un bouleversement autrement formidable – ou du moins sa possibilité.

Le prix de l'électricité solaire photovoltaïque a été divisé par dix en dix ans, celui des éoliens terrestre et maritime, par près de trois. Et celui des batteries Li-ion, par dix également. Selon les analystes de Bloomberg New Energy Finance, pour les deux tiers de la population mondiale, le photovoltaïque ou l'éolien fournissent désormais l'électricité "en vrac" (variable et non pilotable) la moins chère pour tout moyen de production nouveau. Dans certains de ces pays, il sera bientôt moins cher d'installer des renouvelables que de mettre du charbon dans une centrale existante.

La voiture électrique approche également le moment où sa possession et son utilisation reviennent moins cher que celles d'un véhicule essence ou diesel – de toute façon condamné à plus ou moins brève échéance en Europe (et sans doute en Chine) par les politiques nationales, européenne ou locales visant à réduire la pollution atmosphérique urbaine et ses dégâts pour la santé publique.

Les scénarios de maîtrise des dérèglements climatiques font tous massivement appel, depuis plusieurs années déjà, à un déploiement

*Le parc éolien Lake Turkana, situé au nord du Kenya, comporte 365 éoliennes V52 de Vestas, soit 310 MW au total.*

rapide des énergies renouvelables et à celui des véhicules électriques. En réalité, même les scénarios “tendanciers”, comme celui de l’Agence internationale de l’énergie (AIE), montrent que les renouvelables sont appelées à dominer la production d’électricité avant 2040, grimant à 47 %. Dans son scénario “de développement durable”, les renouvelables représenteraient jusqu’à 72 % du mix mondial. Dans les premières ébauches de scénarios “NZE” (net zero emissions, zéro émissions nettes, soit les scénarios de neutralité carbone), l’Agence envisage une montée en puissance encore plus rapide de l’éolien et du solaire. Bien que très favorable à l’énergie nucléaire, l’AIE lui assigne une part de 11 % en 2040, nécessitant une progression de sa production électrique qui la mettrait alors au niveau actuel de l’hydroélectricité.

Les appels aux “émissions nettes nulles” de gaz à effet de serre rebattent les cartes. Or, dans la foulée de l’Accord de Paris, le Royaume-Uni, l’Union européenne, le Japon, la Nouvelle-Zélande ont adopté un objectif NZE pour 2050, la Chine pour 2060, et si l’Inde hésite encore, les États-Unis vont sans aucun doute se rallier.

## ÉLECTRICITÉ VERTE ET ÉLECTRIFICATION

Bien qu’elle soit à l’origine de 37,5 % des émissions “énergétiques” de CO<sub>2</sub>, l’électricité ne représente pourtant que 19 % de l’énergie finale. Ce n’est pas tant l’usage direct de la biomasse ou des chaleurs solaires ou géothermiques, mais l’électrification des bâtiments, de l’industrie et des transports qui permettra leur décarbonation, grâce à des ressources éoliennes et solaires pratiquement sans limites. Du fait de la grande efficacité des pompes à chaleur et des moteurs électriques, l’électrification est par elle-même porteuse d’importantes améliorations de l’efficacité énergétique. Bien que cela puisse paraître paradoxal, l’électrification de l’économie tout entière facilitera l’intégration des énergies renouvelables dans le mix électrique, en ajoutant des consommations “effaçables”, diminuées voire interrompues aux heures de forte demande ou de faible production renouvelable, notam-

ment lors de ces fameuses semaines sans beaucoup de vent ni de soleil. En rentabilisant une extension plus grande des capacités renouvelables sans contribuer aux pointes de demande, elles réduiront en effet les quantités de stockage et d’énergie “piloteable” nécessaires pour assurer la sécurité des systèmes électriques.

## L’HYDROGÈNE EN COMPLÉMENT

La production d’hydrogène “bas carbone” par électrolyse de l’eau viendra à la rescousse de l’électrification là où celle-ci est pratiquement impossible. Il s’agira d’abord de décarboner les industries chimiques, déjà grosses consommatrices d’hydrogène gris ou noir, issu des énergies fossiles. La plus grosse demande pourrait pourtant venir de la sidérurgie, remplaçant coke ou gaz naturel dans la “réduction” du minerai de fer avant fusion avec les ferrailles recyclées dans des fours à arc électrique. L’hydrogène servira également à produire de l’ammoniac utilisé comme combustible pour le transport maritime international, et du kérosène

de synthèse pour l’aviation – les options les plus réalistes pour décarboner rapidement ces secteurs. Il est moins probable que l’hydrogène soit amené à jouer un rôle majeur dans les transports terrestres étant donné la plus grande efficacité des batteries dont les performances progressent rapidement.

L’hydrogène “vert” (produit à partir d’électricité renouvelable) jouera aussi à terme un rôle dans le secteur électrique lui-même, pour du stockage de longue durée, contribuant à garantir la sécurité électrique par reconversion en électricité, soit dans des piles à combustibles soit dans des turbines à gaz modifiées pour le brûler. Mais les déséquilibres saisonniers des renouvelables seront traités d’abord

par le bon mix de ressources pour coller aux variations de la demande – prédominance de l’éolien dans les pays tempérés, du solaire dans les pays chauds. Les déséquilibres de court terme seront corrigés avec les stations de transfert d’énergie par pompage hydraulique et les batteries. Finalement, l’hydrogène vert fera sans doute l’objet d’échanges commerciaux entre les pays où les ressources renouvelables sont particulièrement économiques et abondantes par rapport à la demande locale, et ceux dont la demande est très importante et les ressources davantage contraintes, notamment en raison de densités de population bien plus importantes. Mais sauf exception, c’est moins l’hydrogène qui sera échangé – il ne voyage économiquement que dans des pipelines – que des produits riches en hydrogène qui voyagent bien plus facilement : l’ammoniac, le méthanol, les carburants ou matières premières de synthèse, voir le fer “réduit” des aciéries.

La sécurité énergétique n’est pas l’autarcie. Le continent européen est aujourd’hui extrêmement dépendant des importations d’hydrocarbures. Dans son effort de décarbonation, en économisant l’énergie, en électrifiant bâtiments, industrie et transports, et en développant les renouvelables sur son territoire, elle réduira considérablement cette dépendance. En important des produits riches en hydrogène renouvelable de pays tiers, notamment au sud de la Méditerranée, en les aidant à développer les technologies nécessaires, l’Europe pourra optimiser ses investissements et diversifier ses fournisseurs, tout en contribuant à leur développement – un développement durable. ■

**L’électrification des bâtiments, de l’industrie et des transports permettra leur décarbonation, grâce à des ressources éoliennes et solaires pratiquement sans limites.**

# NEUTRALITÉ CARBONE, HORIZON DÉSIRABLE ET FLOU

2050. La France s'est engagée à décarboner totalement son économie d'ici trente ans. Mais le retard pris sur la feuille de route, notamment pour le déploiement des énergies renouvelables, suscite des débats sur la faisabilité de cette transition énergétique. PAR PATRICK PIRO



GILLES HUGUET - DALKIA

**F**in janvier, Réseau de transport d'électricité (RTE) remettait au ministère de la Transition écologique une étude très attendue : à quelles conditions techniques le système électrique pourrait-il accueillir une "forte proportion" d'énergies renouvelables à l'horizon 2050 ? Quatre points d'attention sont dégagés : assurer la stabilité du réseau, le doter de moyens de flexibilité importants, améliorer la prévision de production, développer les réseaux. Associé à l'Agence internationale de l'énergie (AIE), le gestionnaire envisage, parmi les scénarios étudiés, l'option "100 % renouvelables" – et donc zéro nucléaire. Venant d'une entreprise comptant EDF pour actionnaire majoritaire (50,1 %), l'étude a soulevé un mélange d'intérêt mêlé de perplexité. On est pourtant loin des entraves qu'avait suscité en 2016 un exercice similaire de l'Agence de la transition écologique (Ademe). Jusqu'alors, l'hypothèse d'une mutation aussi radicale du système électrique français restait l'apanage d'experts indépendants, tel qu'en regroupe l'association négaWatt.

Pourtant, si les défenseurs du nucléaire y voient une attaque, le but affiché est de balayer le champ des possibles pour parvenir à la "neutralité carbone" du pays en 2050<sup>1</sup>. « Ce concept a été introduit par l'Accord de Paris, et il lui donne sa réelle portée collective », analyse Michel

*L'unité de cogénération biomasse des Boëdriers alimente le réseau de chaleur de Rennes Sud et produit 7 % de l'électricité de la ville.*



Colombier, directeur scientifique de l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri). Alors qu'il s'agit de maintenir le réchauffement global en dessous de 2 °C, et même 1,5 °C « *si possible* », les pays sont engagés à viser un bilan nul pour leurs émissions en 2050. « *Une démarche qui conduit à se projeter dans une transformation radicale de la société à terme, par l'examen des secteurs sur lesquels agir : infrastructures, transports, bâtiments, etc.* », poursuit-il.

## RESTER SUR LA TRAJECTOIRE

La neutralité carbone est devenue un engagement d'État en France, inscrite dans la loi depuis fin 2019 et traduite en une stratégie nationale bas carbone (SNBC). Les énergies renouvelables en sont un atout central, à la fois pour le remplacement des sources fossiles mais aussi, pour le photovoltaïque et l'éolien, dans la perspective d'accroître la place de l'électricité dans les usages de l'énergie. L'essor du véhicule électrique en est une illustration, dans un secteur qui compte pour le tiers des émissions en France. L'étude RTE-AIE de faisabilité d'une forte pénétration des renouvelables dans le système électrique prend donc tout son intérêt pour l'horizon 2050. Et la feuille de route de ces énergies, définie par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), « *est pour la première fois en bonne concordance avec la SNBC* », se félicite Jean-Louis Bal, président du Syndicat des énergies renouvelables (SER).

Mais là n'est pas le point de préoccupation. « *Nous ne militons pas pour rehausser les objectifs, mais simplement... pour qu'on nous permette de les atteindre, car nous ne sommes pas du tout sur la bonne trajectoire* », plaide-t-il. Les calculs montrent que la France s'en écartait en 2019 aussi bien pour ses émissions (+ 2,7 %) que pour sa consommation d'énergie (+ 0,6 %). Ainsi les ONG jugent-elles durement le recul des ambitions de la loi Climat et résilience discutée ce printemps au Parlement, en particulier l'abandon d'une obligation systématique de rénovation des bâtiments "passoires thermiques", gisement considérable d'économie d'émissions et d'énergie. « *Cette loi est un rendez-vous manqué, faute de volonté politique* », critique Zélie Victor au Réseau action climat (RAC), qui réunit les principales ONG françaises engagées sur le dossier.

Le retard français n'est pas un cas isolé. Mi-décembre, pour tenter de corriger le tir à son échelle, l'Union européenne a notablement durci ses objectifs, et la stratégie nationale fran-

çaise va devoir en tenir compte : au point de passage de 2030, elle vise une réduction d'au moins 55 % de ses émissions de gaz à effet de serre par rapport à leur niveau de 1990, contre 40 % auparavant. « *Pour limiter le réchauffement à 1,5 °C, il aurait même fallu viser 65 % de réduction en 2030, ajoute Zélie Victor. Plus on retarde l'action, et plus la marche à franchir sera haute. Si déjà l'on parvenait à tenir l'objectif de - 40 %...* »

## RETARD SUR LES RENOUEVABLES

Le retard français est également flagrant pour les énergies renouvelables. En 2019, la part de toutes les énergies "vertes" (électricité, chaleur et transport) atteignait à peine 17 % de la demande brute nationale, loin de l'objectif 2020 (23 %) que s'est donné la France dans le cadre de la directive européenne de 2009. C'est même l'écart à la cible le plus important au sein des vingt-sept. « *Et comme la consommation énergétique ne baisse pas suffisamment, même sous l'impact de la crise du Covid, la fraction qu'en couvrent les renouvelables en est proportionnellement diminuée* », déplore Jean-Louis Bal. Pour revenir sur la bonne trajectoire, la part des renouvelables devrait couvrir 33 % de la demande d'énergie en 2030. « *Gagner quelque 13 points en une décennie : c'est extrêmement ambitieux...* », juge Jean-Louis Bal. La PPE donne une idée de l'effort, pour les renouvelables électriques (voir tableaux). L'éolien terrestre devrait raccorder plus de 2 GW de capacité par an, contre moins de 1,2 GW en moyenne sur les cinq dernières années. Pour l'éolien maritime, c'est hors de portée au vu

## OBJECTIFS PPE POUR L'ÉLECTRICITÉ RENOUEVABLE (EN GW)

	2020	2023	2028 BAS	2028 HAUT
HYDROÉLECTRICITÉ	25,7	25,7	26,4	26,7
ÉOLIEN TERRESTRE	17,6	24,1	33,2	34,7
ÉOLIEN EN MER	0	2,4	5,2	6,2
PHOTOVOLTAÏQUE	10,4	20,1	35,1	44
COGÉNÉRATION BIOMASSE SOLIDE	0,65*	0,8	0,8	0,8
COGÉNÉRATION BIOGAZ	0,23*	0,27	0,34	0,41
GÉOTHERMIE	0,016	0,024	0,024	0,024
<b>TOTAL</b>	<b>54,6</b>	<b>73,4</b>	<b>101,1</b>	<b>112,8</b>

\* Puissance installée à fin septembre 2020 (chiffres Observ'ER).

SOURCE : RTE/SER - MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

## OBJECTIFS PPE POUR LA CHALEUR RENOUVELABLE ET LE BIOMÉTHANE INJECTÉ (EN TWh)

	2017	2023	2028 BAS	2028 HAUT
BIOMASSE	120	145	157	169
PAC AÉROTHERMIQUES	27,6	35	39	45
PAC GÉOTHERMIQUES	3,14	4,6	5	7
GÉOTHERMIE PROFONDE	2	3	4	5,2
SOLAIRE THERMIQUE	1,18	1,75	1,85	2,5
BIOGAZ	5,4*	14	24	32
<i>dont biométhane injecté</i>	<i>0,4*</i>	6	14	22
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>196</b>	<b>219</b>	<b>247</b>

\* Chiffres 2016.

SOURCE : MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

du retard pris par la filière, alors que les premiers parcs issus des appels d'offres de 2009 viennent seulement d'entrer en construction. Et il en va probablement de même pour le photovoltaïque, qui devrait doubler ou triple son rythme annuel de raccordement (environ 1 GW) pour le rendez-vous de 2028. « *Et pourtant, les files d'attente sont considérables, gonflant chaque année !* », s'étonne le président du SER. Le volume de projets autorisés mais toujours pas entrés en construction atteint 10 GW dans l'éolien terrestre, et 7,5 GW dans le photovoltaïque.

Le tableau est encore plus caricatural pour l'énergie de chauffage. En 2019 (derniers chiffres disponibles), la part des renouvelables dans la consommation de chaleur atteignait 20,8 %, pour un objectif de 33 % en 2020 et de 38 % pour 2030, inaccessible avec la progression actuelle, cinq points seulement au cours de la décennie écoulée. Le gel des taux de la taxe carbone a refroidi les velléités, analyse Jean-Louis Bal. Ainsi l'appel à projets Biomasse chaleur industrie agriculture tertiaire (BCIAT) lancé par l'Ademe rencontre très peu de succès auprès des industriels. « *En dépit de fortes subventions à l'investissement, les coûts de fonctionnement, non financés, ne permettent pas à la biomasse de concurrencer le gaz naturel...* » Quant au biométhane, ce sont les objectifs mêmes qu'il juge « très

**Objectif 2030 :  
plus on retarde  
l'action, plus  
la marche  
à franchir  
sera haute.**



*insuffisants* » au regard de la très forte dynamique manifestée par la filière. Fin 2020, la capacité annuelle maximale d'injection de ce gaz renouvelable dans le réseau atteignait déjà 4 TWh, un quasi-doublement en une année. Alors que la PPE a rabattu son objectif 2023 à 6 TWh (contre 8 TWh avant la dernière révision), la filière l'atteindra au cours de l'année 2021 !

### RAPPORT DE FORCE

« *Au-delà des moyens financiers engagés, le problème tient surtout aux obstacles réglementaires* », renchérit Marc Jedliczka, porte-parole de l'association negaWatt. Ils sont dénoncés depuis des années par les acteurs. Il y a la facilité offerte aux recours judiciaires, « *qu'il suffit d'une seule personne pour déclencher* », mais aussi les freins et lenteurs au long du parcours des projets. Sept à huit ans pour un parc éolien entre la conception et le premier tour de pales, « *et parfois six ans pour le photovoltaïque, pourtant peu ciblé par les recours, c'est*



*extravagant !* », s'élève Jean-Louis Bal. Instruction du dossier, validation, enquêtes légales, raccordement, etc., les services déconcentrés de l'État sont plus particulièrement dans le collimateur. « *Ils n'ont pas intégré les objectifs de la PPE, constate-t-il. Il manque un message politique clair et fort qui mette tout le monde en branle dans le sens de leur réalisation.* » Caractéristique de l'état d'esprit de l'administration, renchérit Marc Jedliczka, « *les cibles assignées aux énergies renouvelables sont trop souvent considérées comme des plafonds à ne surtout pas dépasser* ».

Plusieurs acteurs du secteur n'hésitent pas à incriminer également l'influence du secteur nucléaire, dans cet état d'entre-deux qui voit le politique concéder aux filières des objectifs "atteignables" sans mobiliser suffisamment les moyens de leur réalisation : retarder le déploiement des énergies renouvelables, concurrentes, serait un moyen de laisser une chance à la filière électrique hégémonique de sauvegarder sa position, sur fond de grandes manœuvres

*Le développement de l'éolien et du solaire n'est pas au niveau permettant d'atteindre les objectifs de la transition énergétique.*

en cours sur l'avenir d'EDF. Pour autant, Marc Jedliczka récuse le pessimisme alors qu'un mouvement de fond est à l'œuvre : le prix des énergies renouvelables continue de baisser, l'intérêt du monde agricole et industriel grimpe, les autorités locales montrent des ambitions fortes avec les plans climat-air-énergie territoriaux et la future déclinaison régionale de la PPE... Les énergéticiens de négaWatt travaillent à une mise à jour de leur scénario de transition énergétique 2017-2050. « *Certes, atteindre la neutralité carbone en 2050 s'annonce plus compliqué qu'il y a cinq ans, mais c'est encore faisable. Même s'il nous faudra peut-être repousser à 2060 l'horizon 100 % énergies renouvelables. Tout se jouera dans la mise en acte... et dans le rapport de force.* » Tout comme le rapport complet découlant de l'étude remise en janvier par RTE-AIE, la sortie du scénario négaWatt 2022 est annoncée pour l'automne. « *Dans la perspective des débats de la présidentielle* », explicite Marc Jedliczka. ■

1. Comprise non comme l'élimination totale des émissions de gaz à effet de serre, mais comme un bilan nul, où les émissions résiduelles seront compensées par des mécanismes d'absorption (forêts, captation, etc.).

# ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN TRÉSOR CACHÉ

Appelées à se développer pour remplir les objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), les énergies renouvelables électriques et thermiques souffrent d'un déficit d'image. Elles coûteraient un « *pognon de dingue* » pour une production limitée, selon leurs détracteurs. Pourtant, l'analyse des coûts publics et des retombées économiques révèle exactement le contraire.

PAR ÉVA THIÉBAUD



« **P**our commencer, l'utilisation du mot "coût" est trompeuse, pose Andreas Rüdinger, chercheur associé à l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri) spécialisé dans les politiques énergétiques et climatiques. Elle donne l'impression d'un coût brut, alors qu'il serait plus juste de parler d'investissement », estime-t-il.

Pour soutenir les énergies renouvelables, l'État gêne l'utilisation des énergies fossiles (gaz, pétrole et charbon) via la fameuse taxe carbone dont la trajectoire ascendante a toutefois été suspendue suite au mouvement des Gilets jaunes de 2018. En parallèle, il compense le

*Parc éolien de Goulien, dans le Finistère, renouvelé en 2018 et composé de 8 éoliennes, soit 6,4 MW au total.*



déficit de compétitivité des filières renouvelables via le soutien à la R&D, des subventions à l'investissement et au fonctionnement ainsi que des avantages fiscaux. En incluant l'action des collectivités locales, des fonds européens et des banques publiques, la Cour des comptes, dans un rapport publié le 18 avril 2018, estimait à 5,3 milliards l'ensemble des aides publiques aux énergies renouvelables pour l'année 2016. Tout en jugeant ce montant « conséquent », elle le mettait en regard avec les 23 milliards injectés dans le secteur la même année par l'Allemagne. Et considérait même carrément insuffisante la dépense de 567 millions consacrée aux énergies thermiques. « Ce dernier montant n'apparaît pas à la hauteur des besoins [...] alors que [les énergies thermiques] représentent 60 % de la production nationale [d'énergie renouvelable] », écrivait la haute juridiction. La situation évolue doucement. La Commission de régulation de l'énergie (CRE) a prévu 544 millions<sup>1</sup> pour le soutien à l'achat de biométhane en 2021, tandis que le Fonds chaleur, principal outil d'appui à l'investissement dans les installations thermiques, se stabilise cette année à 350 millions d'euros après avoir augmenté de plus de 100 millions depuis 2015.

**La Cour des comptes considère l'investissement public dans les énergies renouvelables thermiques insuffisant.**

#### OBLIGATION D'ACHAT

La Cour trouvait en revanche coûteuses les conséquences des mécanismes de soutien au photovoltaïque antérieurs à 2011 – des obligations de rachat de l'électricité à des tarifs « extrêmement élevés » sur des durées allant jusqu'à vingt ans (voir encadré ci-dessous). À l'époque, le niveau du soutien avait été fixé en fonction des technologies disponibles sur le marché ; un soutien qui s'est toutefois « adapté avec retard [...] à la baisse des coûts de la technologie<sup>2</sup> », remarque la Cour des comptes, évoquant la création d'une bulle spéculative à la fin des années 2000. L'État s'est « engagé financièrement lourdement sur le long terme. Les charges contractées [à l'époque] représentent ainsi près des deux tiers du volume annuel de soutien

#### TARIFS D'HIER, TARIFS D'AUJOURD'HUI

Une loi datant du 10 février 2000 a instauré le principe de l'obligation d'achat de l'électricité renouvelable. Le niveau des tarifs d'achat est fixé par des arrêtés, qui définissent aussi les conditions d'éligibilité des projets. Le tarif d'achat des grands projets est défini via le dispositif concurrentiel des appels d'offres. Pour le photovoltaïque, le tarif d'achat a culminé en 2009 à 60 c€/kWh, avec la prime d'intégration au bâti. Aujourd'hui, le tarif le plus élevé est accordé aux installations de moins de 3 kW : 17,93 c€/kWh ou 10 c€/kWh, selon le type de contrat (vente totale ou vente du surplus). Pour les centrales au sol, le prix moyen issu du dernier appel d'offres de février dernier était de 6 c€/kWh. Pour l'éolien terrestre, le tarif est passé de 8,2 c€/kWh en 2008 à 5,9 c€/kWh lors du dernier appel d'offres de février 2021.

## DES RENOUVELABLES POUR MOINS DE PÉTROLE

Avantage économique associé des énergies renouvelables, et non des moindres : limiter le recours aux importations. « *L'énergie continue de peser fortement sur notre balance commerciale, équivalant à près des deux tiers de notre déficit commercial total* », écrit ainsi la Direction générale du Trésor, estimant les importations 2019 de la France en gaz et produits pétroliers à 45,9 milliards d'euros. Or la production d'énergies thermiques renouvelables et de biocarburants diminue ces besoins : selon le SER, l'économie générée s'élevait la même année à 4,6 milliards d'euros, comme le montre le graphique p.13.

*supporté aujourd'hui par les finances publiques* », poursuit la juridiction. Le gouvernement français a donc prévu pour 2021, malgré la levée de boucliers des professionnels, une réduction de ces prix d'achat auprès des plus gros exploitants photovoltaïques concernés.

Entre-temps, les dispositifs de soutien ont été révisés. Les obligations d'achat à un tarif d'achat fixé et en guichet ouvert ne concernent aujourd'hui que les installations photovoltaïques, hydroélectriques et de méthanisation les plus modestes. Le développement des installations les plus importantes ainsi que celui des éoliennes s'inscrit dans un mécanisme dit "de complément de rémunération". Les exploitants sont tenus de vendre eux-mêmes l'électricité produite sur le marché de gros et perçoivent un complément de rémunération pour garantir

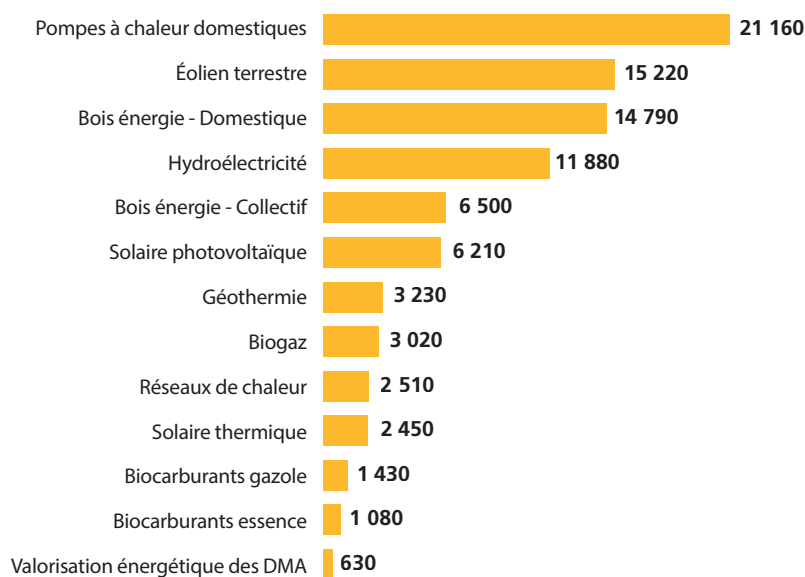
la rentabilité des projets. Ce complément varie chaque mois en fonction du prix moyen de l'électricité sur le marché. Pour les plus gros projets, le niveau de ce complément de rémunération est défini dans le cadre d'appels d'offres organisés par la Commission de régulation de l'énergie. La compétition entre les développeurs pousse ainsi les prix vers le bas – un mécanisme pensé pour alléger d'autant le soutien public.

### QUELS BÉNÉFICES ?

Le "coût" public des énergies renouvelables est donc aujourd'hui proportionnellement bien moindre qu'il y a dix ans et se révélera moins lourd à l'avenir, avec la fin des premiers contrats d'obligation d'achat. D'autant que nombre de bénéfices viennent aussi compenser la dépense. En termes de valeur ajoutée, le Syndicat des énergies renouvelables (SER) estime le secteur à 15 milliards d'euros en 2019 et 24 milliards en 2028. Une valeur qui se redistribue via les revenus de l'investissement, les emplois, le versement de loyers et la fiscalité.

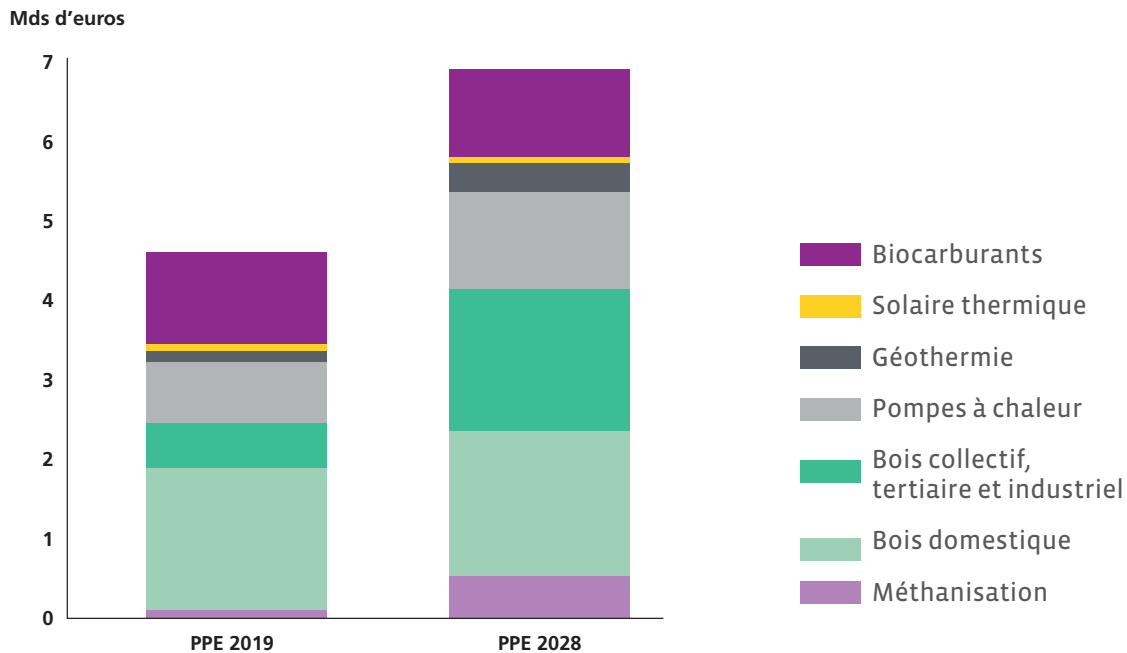
Pour le SER, les retombées fiscales et les cotisations sociales récupérées compensent d'ailleurs le montant du subventionnement public. Un calcul de France énergie éolienne (FEE), publié dans son Observatoire de l'éolien de septembre 2020, estime quant à

## EMPLOIS DIRECTS DU SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION EN 2018 (ETP)



SOURCE : ADEME

## VALEUR DES IMPORTATIONS D'HYDROCARBURES ÉVITÉES GRÂCE À LA CHALEUR RENOUVELABLE ET AUX BIOCARBURANTS



SOURCE : SER

lui qu'un parc récent de cinq éoliennes de 3 MW subventionné à hauteur de 10 millions d'euros et générant environ 50 millions de chiffre d'affaires sur vingt ans, rendrait 1 million à l'État sous forme d'impôt sur les sociétés, et 6 millions dans les territoires via l'impôt forfaitaire sur les entreprises du réseau, la cotisation foncière des entreprises, la cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises, la taxe foncière et les loyers.

« Mais le point fort des énergies renouvelables, c'est avant tout l'emploi », rappelle Matthieu Monnier, directeur adjoint de FEE. Approvisionnement, ingénierie, fabrication, installation, exploitation et entretien... pour le Syndicat des énergies renouvelables, 50 % de la valeur ajoutée se redistribuerait dans les salaires, soit 7,5 milliards en 2019. « Le développement des énergies renouvelables [...] fera passer le nombre d'emplois équivalents temps plein [ETP, directs et indirects] de 166 000 à 264 000 entre 2019 et 2028 », prévoit le syndicat (lire p. 26). Une manne qui restera forcément pour partie sur les territoires puisqu'un certain nombre d'activités, comme l'installation, l'exploitation et la maintenance, ne sont pas délocalisables.

L'approvisionnement peut aussi générer de l'activité économique. « C'est le cas avec le bois », souligne Johanna Flajollet-Millan,

directrice en charge des filières Chaleur, Froid et Transport au SER. La production de combustible représente ainsi presque la moitié des 15 000 ETP directs de la filière bois domestique – dont la vente est estimée à 2 milliards d'euros en 2018 (lire p. 26). Du côté des grandes chaufferies de l'industrie, du collectif et du tertiaire, l'exploitation et la vente de bois occupent également 85 % des 6 500 ETP directs

concernés. Pour aider à sa structuration, une partie du Fonds chaleur a d'ailleurs été dédiée à l'approvisionnement – à l'image des appels à manifestations d'intérêt "Dynamic bois" de 2015 et 2016.

En ce qui concerne la fabrication de matériel, la production d'équipements de chauffage au bois est « relativement développée », note la Cour des comptes. La situation industrielle se révèle moins reluisante dans les autres secteurs. Selon la haute juridiction, si quelques entreprises disposent de lignes de production de pompes à chaleur géothermiques et aérothermiques en France, le marché demeure concentré, selon les technologies, autour des acteurs japonais et allemands.

La Cour des comptes s'inquiète également de l'évolution du secteur solaire thermique, secteur « qui a perdu ses entreprises pionnières en raison de la chute des marchés ».

Mais c'est surtout la faiblesse de l'industrie dans le domaine électrique que remarque la Cour. Alors que la fabrication représente 52 % de la valeur ajoutée d'un projet éolien terrestre, « la France ne dispose d'aucun ensemble », note-t-elle. Une difficulté notamment liée à la faiblesse du marché intérieur.

**Sur vingt ans, un parc de cinq éoliennes subventionné à hauteur de 10 millions d'euros rend 1 million à l'État sous forme d'impôt et 6 millions aux territoires.**

## FILIÈRES EN DEVENIR

Avec certains enjeux similaires au terrestre, l'éolien marin démarre de son côté. « Une filière stratégique pour le gouvernement », juge Matthieu Monnier, directeur adjoint de France énergie éolienne. Année charnière, 2019 a vu le lancement des travaux du premier parc français à Saint-Nazaire, une dynamique qui devrait se poursuivre au fil de la mise en chantier puis de la mise en service des six parcs suivants.

Le démarrage de cette filière s'accompagne notamment d'investissements portuaires. À Brest, un projet d'agrandissement est ainsi engagé depuis 2016, comprenant la création d'un quai renforcé pour navires de grande taille et d'un polder dédié aux industries. Un investissement de 220 millions d'euros qui doit permettre, selon la région Bretagne, de « favoriser le développement des énergies marines renouvelables ».

Le groupement espagnol Navantia-Windar, qui réalise les fondations du parc de Saint-Brieuc, s'y est installé fin 2020. Pour le moment, « les grandes entreprises représentent plus de la moitié des emplois dans le secteur », remarque l'Observatoire des énergies de la mer. D'autres fabricants ont ainsi récemment implanté des usines importantes en France, à l'image du groupe Siemens Gamesa au Havre, ou de l'Américain General Electric à Montoir-de-Bretagne et à Cherbourg. À l'ombre de ces mastodontes dopés par leur fort marché intérieur, de potentiels industriels français auront sans doute toutefois à nouveau du mal à s'imposer, mais une foule de sous-traitants hexagonaux s'activent.

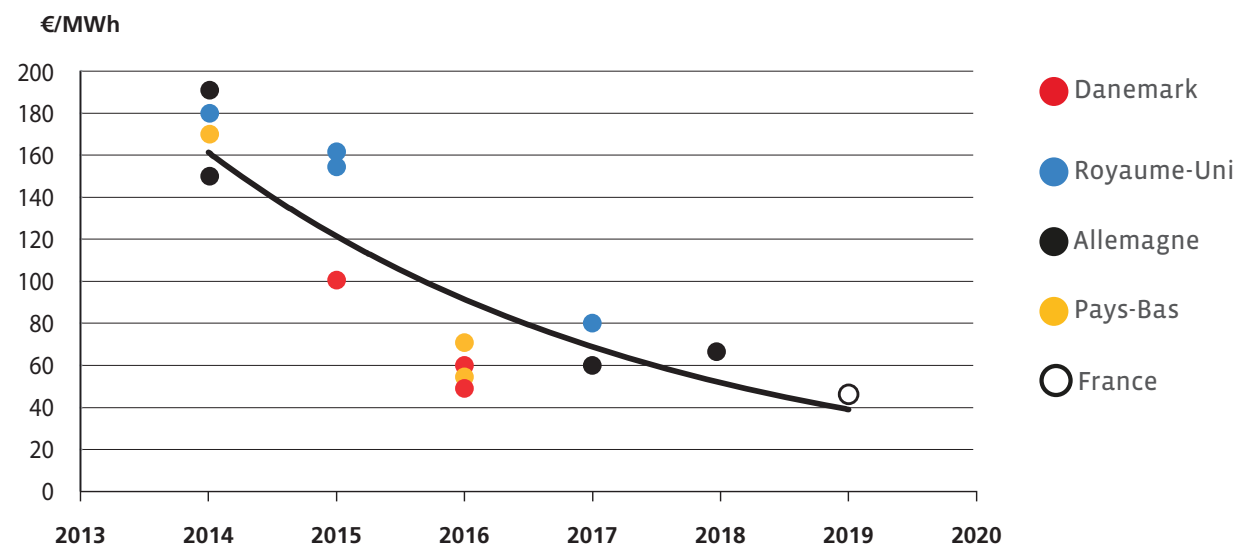
Quant à la filière industrielle photovoltaïque, elle serait « quasiment inexistante et en mauvaise santé », selon la Cour des comptes. Une situation qui pourrait toutefois évoluer. « Nous n'avons pas perdu la partie. La PPE française et le Green Deal européen ouvrent la possibilité d'une industrialisation dont la stratégie pourrait être européenne », considère Richard

*Une installation de 36 kW sur le toit du pôle multi-activité mis à la disposition de la centrale villageoise du Solaret par la commune de Saint-Pierre-d'Albigny, en Savoie.*

Loyen, délégué général du syndicat des professionnels du solaire, Enerplan. *D'autant que nous pouvons miser sur l'innovation, avec par exemple les cellules à hétérojonction* », poursuit-il, évoquant par exemple l'implantation attendue d'une usine du groupe sino-norvégien REC Solar en Moselle – soit potentiellement 1 500 emplois.

Pour Richard Loyen, d'autres marchés doivent être envisagés. « Le couplage du photovoltaïque et de la mobilité électrique recèle un potentiel économique énorme », souligne le délégué général. L'ingénierie de la variabilité électrique des systèmes d'énergies renouvelables représente un autre gisement de retombées économiques. « Le marché de demain portera sur notre capacité à gérer l'intermittence des sources électriques d'énergie renouvelable, en lien avec le stockage et le pilotage de la demande », remarque le chercheur Andreas Rüdinger. Un enjeu dont les batteries font partie intégrante.

## ÉOLIEN EN MER POSÉ – ÉVOLUTION DES TARIFS D'ACHAT DES APPELS D'OFFRES EN EUROPE



**Note :** les tarifs d'achat obtenus par les parcs français des deux premiers appels d'offres ne sont pas représentés car ils ne sont représentatifs ni des conditions de 2011 et 2013, ni des conditions de 2018.

SOURCE : ADEME





Enfin, outre la fiscalité, les loyers, les emplois ou les revenus de l'investissement, d'autres avantages des énergies renouvelables doivent être pris en compte, même s'ils sont beaucoup plus difficiles à évaluer : les bénéfices environnementaux et sanitaires. L'Ademe a par exemple proposé une estimation pour l'éolien, dans son « Étude sur la filière éolienne française » de septembre 2017. La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et de polluants atmosphériques liée au développement des éoliennes en France aurait permis un bénéfice évalué entre 3,1 et 8,8 milliards d'euros sur la période 2002-2013. Si, comme le rappelait le directeur général délégué de l'Ademe Fabrice Boissier devant le Sénat en 2018, cette estimation reste soumise à incertitude, son ordre de grandeur achève de démontrer les immenses potentialités économiques des énergies renouvelables. ■

## LES PROJETS CITOYENS FONT LA DIFFÉRENCE

Ces dernières années, la France a vu émerger des projets citoyens dans lesquels habitants et collectivités investissent leur argent et participent à la gouvernance. Selon Énergie partagée, l'association qui les fédère et les accompagne, les 214 projets labellisés (à 80 % solaires) rapporteraient « *au moins deux fois plus au territoire* » qu'un projet privé classique. En effet, non seulement la rémunération de l'investissement reste sur le territoire, mais l'emploi local est privilégié – puisqu'une gouvernance locale aura tendance à le favoriser. « *Ces projets peuvent faire une vraie différence sur le plan économique, considère le chercheur de l'Iddri, Andreas Rüdinger. À ce titre, il pourrait être judicieux de les soutenir plus* », ajoute-t-il.

1. Délibération de la CRE du 15 juillet 2020 relative à l'évaluation des charges de service public de l'énergie pour 2021.

2. Pour donner un ordre de grandeur, le coût du photovoltaïque a baissé de 82 % depuis 2010, selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (Irena) dans son étude Renewable Power Generation Costs in 2019.

# LA COMPÉTITIVITÉ DES RENOUVELABLES

L'électricité produite par les grandes centrales éoliennes et photovoltaïques au sol rivalise aujourd'hui avec celle produite par ses concurrentes. L'avantage économique est moins évident pour la chaleur renouvelable. PAR ÉVA THIÉBAUD

Comment comparer ? Grâce au *Levelized Cost of Energy* (LCOE), c'est-à-dire au "coût actualisé de l'énergie". Cet indicateur correspond au prix complet d'une énergie sur la durée de vie de l'équipement qui la produit, en intégrant l'investissement initial, les coûts de fonctionnement, de combustible et de démantèlement. Ainsi, parmi les énergies électriques dites "piloteables" (c'est-à-dire pour lesquelles il est possible d'adapter l'offre à la demande), une centrale gaz affiche un LCOE compris entre 50 et 66 €/MWh tandis que l'hydroélectrique, dépendant des caractéristiques des sites de production, varie entre 32 et 149 €/MWh<sup>1</sup>. Enfin, l'Ademe estime que le parc nucléaire produit une électricité à des prix compris entre 42 et 85 €/MWh<sup>2</sup>.

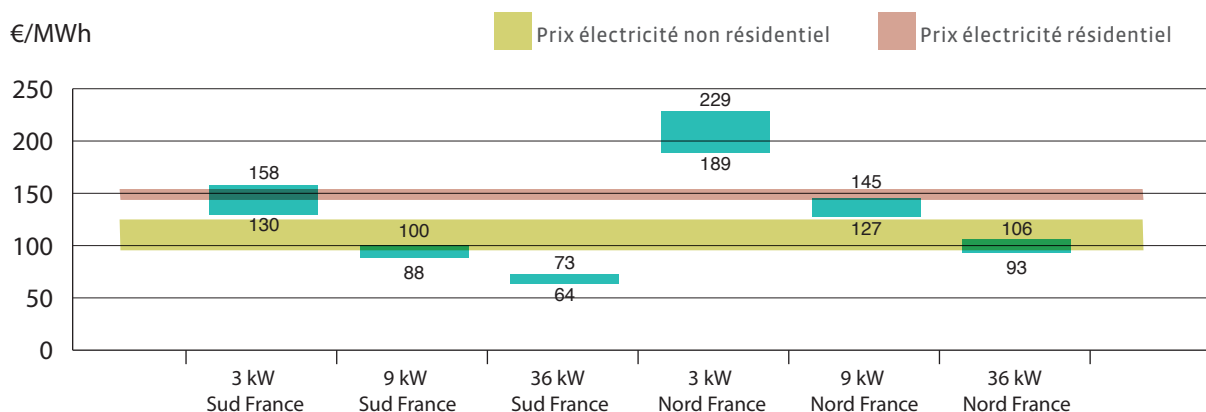
Mais revenons aux renouvelables. Les centrales photovoltaïques au sol produisent déjà à des prix compris entre 45 et 81 €/MWh. Les installations en toiture ou en ombrière se révèlent un peu plus chères, mais dans bien des cas moins coûteuses que l'électricité du réseau (voir graphique). Quid de l'éolien ? « *Les prix de la filière terrestre baissent et sont de plus en plus attractifs* », fait valoir Matthieu Monnier, directeur adjoint de France énergie éolienne, rappelant que les prix moyens fixés pour les installations des derniers appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie sont passés sous la barre des 60 €/MWh. Côté mer, les premiers parcs français offshore sont aujourd'hui en construction ; le dernier tarif d'achat fixé pour celui de Dunkerque, à 44 €/MWh, proche du prix de gros sur

le marché de l'électricité, est prometteur pour la filière.

## HORIZON 2050

Déjà compétitives, les énergies renouvelables pourraient l'être de plus en plus. À l'horizon 2050, l'Ademe envisage une poursuite de la baisse des coûts. L'éolien terrestre devrait alors coûter entre 24 et 46 €/MWh, l'offshore de 35 à 71 €/MWh et les grandes installations photovoltaïques de 23 à 38 €/MWh. « *Toutefois, cette tendance n'entraîne pas la compétitivité à service rendu identique* », tempère la Commission de régulation de l'énergie (CRE)<sup>3</sup>. La production des centrales éoliennes et photovoltaïques, variable et non pilotable, nécessite en effet d'être complétée par l'apport de centrales pilotables – nucléaires, gaz ou hydroélectriques – « *sauf à imaginer une capacité de stockage importante et à bas prix* », termine la CRE. Selon les chercheurs du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (Cired), l'impact des moyens complé-

## LCOE DU PETIT PV COMPARÉ AU PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ



SOURCE : ADEME, JANVIER 2020

mentaires resterait néanmoins modeste et le coût d'un système électrique 100 % renouvelable se situerait autour de 50 €/MWh<sup>4</sup>.

Pour les producteurs d'électricité au détail, qui achètent plus cher l'électricité (en 2018, autour de 150 €/MWh en moyenne pour un ménage et de 100 €/MWh dans le non résidentiel selon le calcul de l'Ademe), la compétitivité est plus facilement atteignable. L'Agence considère les centrales photovoltaïques en toiture rentables dans le sud de la France à partir de 3 kW pour les particuliers, tandis qu'il faut une puissance installée d'au moins 9 kW pour commencer à envisager une certaine compétitivité dans le non résidentiel.

### CHALEUR RENOUVELABLE

Qu'en est-il des énergies thermiques ? Sur le sujet, les organisations professionnelles sont unanimes : « *Le gaz est trop peu cher* », regrette Richard Loyen, délégué général d'Enerplan, syndicat des professionnels du solaire. Une faiblesse des prix qui devait initialement être compensée par la Contribution climat énergie (CCE) sur les énergies fossiles dont la trajectoire ascendante a été gelée en 2019 suite au mouvement des Gilets jaunes. En considérant que ce gel perdurerait, l'Ademe estime entre 91 et 107 €/MWh le LCOE d'un chauffage au gaz pour les particuliers – et entre 116 et 137 € pour le fioul. « *Le dégel de la trajectoire carbone rendrait le thermique renouvelable vraiment compétitif* », assure pourtant Johanna Flajollet-Millan, directrice chaleur, froid et transport au Syndicat des énergies renouvelables. En réalité, certains chauffages au bois sont déjà avantageux

aujourd'hui pour les particuliers, à l'image des chaudières ou des poêles à bûches (entre 62 et 129 €/MWh). Avec un prix du combustible plus élevé, les solutions à granulés se révèlent plus chères – entre 95 et 150 €/MWh – et ne peuvent rivaliser financièrement qu'avec une chaudière fioul. Il en va de même des installations de pompes à chaleur géothermiques, air/eau ou de chauffage solaire. Toutes ces solutions demandent en outre un investissement initial élevé et « *ont du mal à se développer* », note l'Ademe, qui plaide en faveur d'un maintien des soutiens publics pour toutes les solutions renouvelables.

Selon l'Ademe, la production d'eau chaude sanitaire par un chauffe-eau électrique revient aujourd'hui entre 162 et 170 €/MWh. À ce tarif, seuls les chauffe-eau solaires individuels (Cesi) installés dans une zone ensoleillée du sud de la France se révèlent compétitifs (entre 116 et 185 €/MWh).

Chez les grands consommateurs, pour lesquels le prix du gaz est encore plus bas, la compétitivité s'avère difficile à atteindre. Par exemple, l'Ademe estime le LCOE d'une chaufferie collective gaz d'une puissance inférieure à 500 kW à 58 €/MWh. Pour des puissances similaires, le solaire thermique collectif (64 à 179 €/MWh) et la géothermie sur champs de sondes (100 à 133 €/MWh) ont un coût supérieur.

Le LCOE compare toutefois bien des coûts de production. Il faut noter qu'il n'inclut pas de nombreuses externalités, dont les bénéfices économiques et sociaux des énergies renouvelables sur les territoires (lire p. 18). Il ne prend pas en compte non plus les conséquences économiques des dommages sur la santé publique liés aux pollutions atmosphériques, ou celles de potentiels accidents pétroliers, nucléaires ou climatiques. Nul doute que si ces externalités étaient prises en compte, les énergies renouvelables se révéleraient infiniment plus compétitives. ■

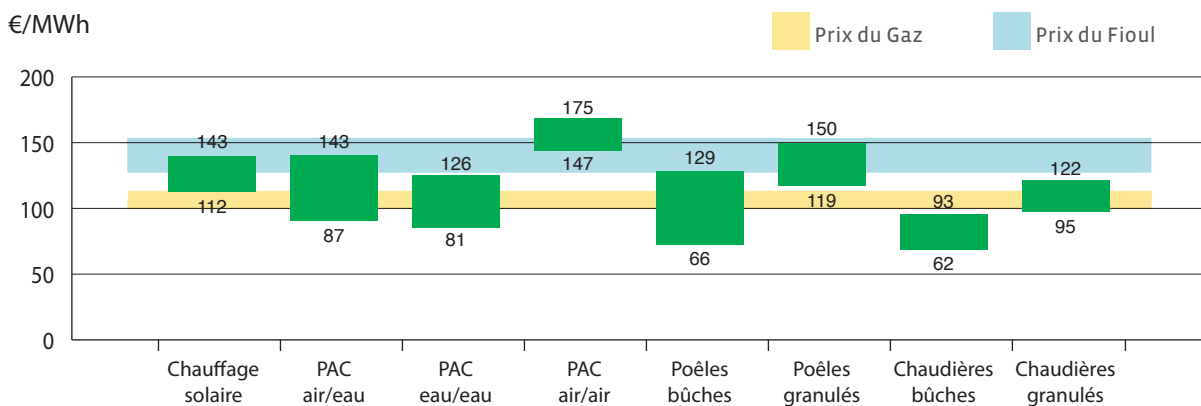
1. Sauf mention contraire, les chiffres de cet article sont issus de l'étude de l'Ademe, Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, janvier 2020.

2. Ademe, Trajectoires d'évolution du mix électrique 2020-2060, mars 2019.

3. Commission de régulation de l'énergie, Monographie n°1 sur la compétitivité des moyens de production renouvelables et les conséquences sur le système électrique, mai 2018.

4. How Sensitive are Optimal Fully Renewable Power Systems to Technology Cost Uncertainty?, B. Shirizadeh, Q. Perrier, P. Quirion, The Energy Journal, novembre 2020

## COMPARAISON DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DOMESTIQUE



SOURCE : ADEME, JANVIER 2020

# PARC DE LA LUZETTE, UN GAIN POUR TOUS

Portés par une coopérative agricole et soutenus par le développeur du projet, les citoyens de la Luzette, entre Lot et Cantal, se sont approprié une partie du parc alors en développement sur leurs terres. Quatre ans plus tard, ils apprécient ses retombées. Les communes aussi. PAR ANNE-SOPHIE PERRAUDIN

**E**n 2007, en quête de territoires propices à l'implantation de parcs éoliens, le développeur Valorem s'intéresse à l'Auvergne, qui dispose d'espaces à l'habitat dispersé et d'un bon potentiel venteux. Pour ces raisons, son attention se porte sur le site de la Luzette, à la frontière des communes de Saint-Saury (Cantal) et de Sousceyrac (Lot). Or, certaines terres de Saint-Saury ont la particularité d'être des "biens de section", dont

la jouissance revient aux habitants. Aussi fallait-il les convaincre en amont, au même titre que les élus. La visite du parc voisin de Saint-Flour (Cantal) a transformé les curieux en ambassadeurs.

Si cette adhésion a contribué à l'acceptation du projet, c'est à un autre acteur que l'on doit



VALEMO

son appropriation citoyenne : les Fermes de Figeac. Engagée dans une démarche de relocalisation des ressources, cette coopérative agricole de territoire avait déjà porté avec ses contributeurs un important projet photovoltaïque. Aussi, elle a rapidement manifesté son souhait de prendre part à l'opération, mais aussi, plus largement, d'y associer les citoyens, de sorte qu'« *une partie de la plus-value générée par la richesse vent reste sur le territoire* », expliquait Laurent Causse, au service énergie de la coopérative lors de la mise en service du parc.

### 180 CITOYENS SOUSCRIPTEURS

Sensible à la dimension locale de ses projets, Valorem a vu la proposition des Fermes de Figeac comme une aubaine. « *C'est toujours une bonne chose de renforcer l'implication du territoire, notamment via le financement participatif, mais en la matière, la volonté du développeur ne suffit pas*, note Thierry Haas, alors chef du projet. *Dès lors que les Fermes de Figeac*

*s'en sont emparées, cette dimension citoyenne a pris une autre envergure.* » Pour porter sa participation et celle des habitants, la coopérative a créé la SAS Ségala, à laquelle ont été dévolus 35 % du parc. « *Les citoyens se sont tellement mobilisés que les Fermes de Figeac ont dû diminuer leur part* », relate Thierry Haas. Finalement, la coopérative a engagé en son nom propre 100 000 € dans l'opération. Également partie prenante, la SAS photovoltaïque créée à l'occasion de son premier projet solaire a engagé 500 000 euros. Quant aux 180 particuliers ayant répondu à l'appel, ils ont investi 1,4 million d'euros.

En outre, prenant conscience que de jeunes agriculteurs désiraient participer mais n'en avaient pas les moyens, les Fermes de Figeac ont mobilisé les banques. Des lignes de crédits ont été ouvertes pour leur permettre d'investir – avec un taux de remboursement inférieur au rendement du parc – et ainsi de se constituer une épargne.

### DES REVENUS TOMBÉS DU CIEL

À côté des 35 % dévolus à la SAS Ségala, Valorem avait réservé 10 % du parc aux collectivités locales. Pour autant, à l'époque, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte de 2015 n'avait pas encore assoupli les modalités de leur participation à des sociétés commerciales. « *Nous aurions volontiers investi 10 000 euros, mais cela s'est avéré impossible* », témoigne Roger Condamine, maire de Saint-Saury, qui n'en a pas moins souscrit en tant que particulier. La commune de Sousceyrac a également dû renoncer à investir, son intercommunalité n'ayant pas répondu à l'offre du développeur.

Si les communes ne sont pas directement parties au projet, elles n'en profitent pas moins de ses retombées économiques, notamment via les loyers des biens de section, affectés au budget communal. Ainsi à Saint-Saury, l'intercommunalité a fait le choix de reverser à la commune la moitié des taxes qu'elle perçoit sur les installations d'énergie renouvelable de son territoire, s'ajoutant à ce que la municipalité reçoit en direct. L'ensemble représente environ 30 000 euros par an, un gain non négligeable pour ce village de 180 habitants. « *Ça tombe un peu du ciel* », se réjouit le maire, qui consacre cette manne à l'entretien de la voirie et des bâtiments municipaux.

### OBJECTIFS ATTEINTS

Après un chantier confié autant que possible à des entreprises locales (notamment pour le génie civil), les sept éoliennes de la Luzette, de chacune 2,2 MW, ont été mises en service en 2017. Quatre ans plus tard, « *le parc fonctionne bien et atteint ses objectifs* », note Thierry Haas. Sur le territoire, nombreux sont ceux qui en profitent, au-delà des habitants souscripteurs et des communes. Tel est le cas de l'exploitant chargé de la surveillance du parc, mais aussi de l'hôtel-restaurant qui accueille les équipes de maintenance de Valorem, ainsi que des amoureux des oiseaux. En effet, au début du projet, prenant conscience de l'attachement des habitants au chemin de randonnée ornithologique existant, le développeur a financé sa rénovation, et en a profité pour conforter son volet pédagogique en y apportant des éléments issus de ses propres études environnementales. ■

*Le parc de la Luzette de 15,4 MW est composé de sept éoliennes, dont quatre sont installées sur la commune de Saint-Saury (Cantal) et trois sur celle de Sousceyrac (Lot). Saint-Saury perçoit grâce à elles environ 30 000 euros par an.*



# À LORIENT, LE SOLAIRE RAYONNE SUR LES CITOYENS

En permettant à ses habitants de participer au financement de l'équipement solaire de ses bâtiments communaux, la Ville de Lorient a réussi à donner un nouvel élan au déploiement de sa politique photovoltaïque et à sensibiliser les citoyens aux énergies renouvelables. Le système, en outre, est économiquement gagnant-gagnant. PAR ANNE-SOPHIE PERRAUDIN

À Lorient, l'engrenage vertueux a démarré en 2013 par l'établissement d'un plan climat à haute visée, avec pour dessein d'atteindre non pas les "3 fois 20" (- 20 % d'émissions de CO<sub>2</sub>, + 20 % d'efficacité énergétique, 20 % de renouvelables sur le patrimoine), mais les "3 fois 30" à l'horizon 2020. « *L'idée était de se fixer un objectif ambitieux sur un périmètre maîtrisé afin de montrer l'exemple* », explique Pierre Crépeaux, responsable du service Environnement de la Ville.

Pour ce qui est de la consommation énergétique du patrimoine, deux pistes ont été suivies : l'achat d'électricité renouvelable d'une part, et le déploiement du photovoltaïque d'autre part. En la matière, la Ville n'était pas novice. Après une première installation de 3 kW en auto-consommation posée sur une serre en 2006, cinq autres opérations ont suivi entre 2008 et 2014, cette fois en vente de la production. D'une puissance totale de 103,2 kW, ces équipements génèrent 103,2 MWh d'électricité par an et 36 900 euros de recettes.

Pour autant, en 2014, la baisse des tarifs d'achat ayant rendu le modèle moins rentable, la Ville a entrepris de résolument se tourner vers l'auto-consommation. « *Notre idée était de produire l'électricité photovoltaïque la moins chère possible en faisant tout nous-mêmes, sans aucun intermédiaire* », précise Pierre Crépeaux. Douze bâtiments ont ainsi été équipés entre 2014 et 2020. Leurs installations, d'une puissance totale de 316,25 kW, génèrent 349,5 MWh d'électricité par an – et 44 900 euros d'économies.

## ÉDUCATION POPULAIRE

En 2016, la Ville a cessé d'acheter de l'électricité verte classique sous "garantie d'origine" (lire p.40), considérant que l'électricité verte serait soit achetée à des producteurs ayant des objectifs locaux de développement, soit directement produite sur le patrimoine. Dès lors, « *si nous voulions conserver nos objectifs, il nous fallait trouver le moyen de financer encore plus d'électricité photovoltaïque sur le territoire* », explique Pierre Crépeaux. Or, parmi les ambitions de la municipalité figurait celle de sensibiliser les habitants aux énergies renouvelables. D'où l'idée, développée en partenariat avec l'association Bretagne énergie citoyenne, de mettre en place un système de financement participatif.

Le dispositif, en gestation depuis 2014, a opportunément connu ses premières réalisations en 2016. Il repose sur une société citoyenne participative, OnCIMè, qui achète les panneaux solaires et les loue à la collectivité. Quatre bâtiments ont ainsi été équipés entre 2016 et 2020, pour une puissance totale de 105 kW. Le coût de l'électricité, qui prend en compte la location et les investissements connexes, revenait sur la première installation à 19 cts/kWh, soit un chiffre légèrement inférieur aux tarifs d'Enercoop. Pour les deux dernières, il est de 15 cts/kWh, ce qui est comparable aux prix de l'électricité "standard". En outre, « *nous ne louons pas seulement les panneaux, mais aussi la sensibilisation des citoyens* », précise Pierre Crépeaux. De fait, l'association s'est engagée à organiser chaque année des animations à destination des usagers des bâtiments équipés, notamment les élèves des écoles. Summum de la synergie, les citoyens actionnaires ont directement participé à la pose des panneaux des deux dernières opérations, apprenant de la collectivité tout en lui apportant une aide précieuse. « *En matière d'éducation populaire, la démarche d'OnCIMè est assez remarquable* », note François Corre, de la cellule Environnement de la Ville.

*Les installations développées grâce au financement participatif ont été l'occasion pour les citoyens actionnaires de mettre la main à la pâte.*

## LE SOLAIRE EN LOGEMENT SOCIAL

Équiper les logements aidés d'installations photovoltaïques en autoconsommation pour baisser la facture des ménages modestes, l'idée est plus que pertinente. Pour autant, bien des bailleurs envisageant cette solution se voient contraints d'abandonner, l'investissement étant trop lourd pour permettre un gain significatif. Face à ce constat, différents acteurs des sphères publiques et privées se sont réunis pour créer l'association Sol solidaire. L'objectif consiste, via un fonds abondé par le mécénat, à apporter un financement complémentaire à ces bailleurs – dès lors qu'ils s'engagent à fournir gratuitement les kWh à leurs locataires. Un premier appel à projets a été lancé en 2020, pour lequel une douzaine de candidatures ont été reçues. Le fonds constitué permettra d'en aider la moitié. Les lauréats seront connus au printemps 2021, avant le lancement d'un deuxième appel à projets.

### UN MODÈLE QUI SE RÉPAND

L'objectif des 30 % d'énergie renouvelable dans la consommation du patrimoine communal avait été atteint dès 2016, en comptant l'électricité verte "garantie d'origine". En 2022, il sera de nouveau dépassé, cette fois avec une électricité verte achetée à Enercoop (pour 20 %) ou produite directement sur le patrimoine (pour 10 %).

Quant à l'objectif de "montrer l'exemple", il gagne peu à peu du terrain. La société OnCIMè, qui a commencé à travailler avec des acteurs

privés, porte deux projets sur des communes limitrophes, et accompagne le développement de structures équivalentes sur le territoire.

En outre, le modèle ne s'étend pas seulement géographiquement, mais il gagne aussi d'autres moyens de production. Ainsi, la société publique locale Bois énergie renouvelable travaille à la transcription du dispositif au financement de son réseau de chaleur, via des contrats de location sur la chaudière de la commune d'Arzano. « *Nous ne pouvons que nous féliciter de ce que le modèle s'étende et se répande, car il induit une belle dynamique en termes de sensibilisation et d'acceptabilité sociale* », note François Corre. En outre, « *c'est un bon moyen pour les citoyens d'utiliser leur épargne* ». Et pour la collectivité de réduire sa facture. ■



# CÔTES-D'ARMOR LE BOIS-ÉNERGIE RAVIVE LE BOCAGE

En déployant une filière bois-énergie sur son territoire, Lannion-Trégor Communauté a conjugué la nécessité de sauvegarder son bocage et le développement des énergies renouvelables. Doublement bénéfique du point de vue écologique, la démarche génère également des retombées économiques.

PAR ANNE-SOPHIE PERRAUDIN

**A**u début des années 2000, Christian Le Fustec, maire de la commune de Plouaret (Côtes-d'Armor) par ailleurs agriculteur, a entrepris de s'attaquer à la valorisation du bocage caractéristique de son territoire, et notamment du bois issu de son entretien. Jusque-là, ce qui ne pouvait pas être transformé en bûches était brûlé. L'objectif consistait à trouver un système encourageant le sain entretien du bocage, valorisant l'ensemble de la ressource et profitable à tous. S'il a un temps envisagé le fagotage moderne, la généralisation des broyeurs a emporté sa conviction que le bois-énergie constituait une solution plus porteuse. Dont acte.

Le modèle s'est construit autour d'une poignée de communes et d'agriculteurs à laquelle s'est associée l'intercommunalité, Lannion-Trégor Communauté (LTC). Il repose sur la mise en place de plans de gestion des haies garantissant leur exploitation vertueuse et auxquels les agriculteurs se réfèrent pour savoir quelle partie du bocage traiter et à quel moment. La vente de la pro-

**Toute l'énergie produite sur place est consommée sur place.**

duction leur confère un complément de revenu. Il en va de même pour les collectivités via des plans de gestion des bords de routes. Dans ce cas, des conventions sont signées de sorte que le bois est cédé en échange de l'entretien. « *Aujourd'hui, 90 % des agriculteurs nous confient la gestion de leurs bords de route* », confie Annie Bras-Denis, actuelle maire de Plouaret et vice-présidente de LTC en charge de l'environnement. « *Nous conservons une partie de la production pour nos besoins, comme le paillage des espaces verts ou l'amorti des espaces de jeux, et nous vendons le reste.* »

## CERCLE VERTUEUX

La SCIC Bocagenèse, structurée en 2013, se charge d'acheter et de revendre les productions. En tant que société coopérative, elle appartient aux collectivités et aux agriculteurs, « *ce qui renforce leur implication et le lien de confiance* », note Hervé Guélou, élu LTC en charge de l'énergie.

À ce jour, une quinzaine de communes et près de 70 agriculteurs sont engagés dans la démarche. « *Nous avons plus de candidats que nous ne pouvons en absorber* », note Mickaël Thomas, directeur général adjoint de LTC. Le modèle, en effet, repose sur une adéquation entre la production et son débouché, en l'occurrence les chaufferies bois qui maillent peu à peu le territoire. « *L'énergie produite sur*



LTC / OËIL DE PACO

*Les plaquettes de bois produites à partir de l'entretien du bocage alimentent les chaufferies de l'intercommunalité de Lannion-Trégor.*



*place est consommée sur place, souligne Hervé Guélou. La boucle est bouclée. »*

Là encore, Christian Le Fustec a lancé le mouvement en installant deux premières chaufferies à Plouaret, pour alimenter la crèche, des logements sociaux ou encore l'Ehpad. Dès lors, « *tout le monde s'est senti concerné* », note Annie Bras-Denis. L'intercommunalité n'a pas tardé à prendre le relais. LTC possède à ce jour sept chaufferies alimentant d'abord le patrimoine communautaire, mais aussi des équipements extérieurs – puisqu'elle a acquis en 2016 la compétence « construction et gestion de chaufferies, création et gestion de réseaux de chaleur » : un hôpital, un IUT, un Crous, des bureaux... autant de structures aux lourds besoins qui, en se convertissant à la chaleur renouvelable, garantissent la pérennité de la filière.

### CAPACITÉ NATURELLE

À l'heure actuelle, le volume de bois vendu par la SCIC pour l'approvisionnement des chaufferies du territoire est de l'ordre de 4 000 à 5 000 tonnes par an, mais les projets en développement pourraient rapidement porter cette consommation à 16 000 tonnes. En effet, quatre nouvelles chaudières seront mises en fonctionnement l'année prochaine, et cinq autres d'ici 2024. Pour autant, « *nous veillons à ce que le développement des chaufferies se fasse en adéquation avec les possibilités offertes par la ressource locale*, précise Mickaël Thomas. *Nous ne prélevons que ce qui relève de l'accroissement naturel, de sorte qu'il est impératif que nos besoins restent inférieurs à sa capacité.* »

Ainsi, tout l'équilibre et l'enjeu de la démarche reposent sur la sauvegarde du bocage. Non entretenue, une haie est une contrainte. Bien exploitée, elle contribue à la préservation des paysages et de la biodiversité, mais aussi à la reconquête de la qualité de l'eau. En même temps que l'entretien et le maintien du bocage, les plans de gestion garantissent l'accès des chaufferies du territoire à une source d'énergie locale, durable et pérenne. Bénéfices environnementaux auxquels s'ajoutent ceux économiques. Au-delà du gain pour les agriculteurs et les collectivités, la filière est créatrice d'emplois locaux dans le bûcheronnage, le transport du bois ou encore l'installation et la maintenance des chaudières. ■

## EAU CHAUDE SOLAIRE DANS LES DOM

Péréquation tarifaire oblige, le prix de l'électricité dans les départements d'outre-mer est identique à celui de la métropole. Pourtant, le coût de production de l'électricité y est trois fois supérieur. D'où la nécessité d'en économiser la consommation dans ces territoires. EDF y mène depuis le début des années 2000 une vaste campagne de déploiement des chauffe-eau solaires individuels (Cesi). Les besoins énergétiques domestiques dans les DOM étant faibles, un tiers de la consommation des foyers « tout-électriques » est dédié à l'eau chaude. Aussi, les équiper en Cesi permet non seulement d'économiser significativement l'électricité du réseau, mais aussi de réduire sensiblement la facture de ces ménages. D'importantes subventions sont mises en place pour les y inciter, de sorte que, pour les 70 % de la population qui y ont droit, il revient moins cher d'installer un chauffe-eau solaire qu'un ballon électrique. En 20 ans, près de 400 000 Cesi ont ainsi été installés dans les DOM, soit un taux de pénétration de plus de 40 %. Selon les territoires, le marché se conforte ou se développe, entraînant avec lui la structuration de filières locales créatrices d'emplois. ■

A-S. P.



FLAVIE MONTUSCLAT

*Capteur solaire thermique thermosiphon installé dans la commune de La Saline-les-Hauts, sur l'île de la Réunion.*

# TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

## « LA PARTICIPATION DE LA POPULATION EST UNE VOIE ROYALE »

Professeur de sociologie à l'université de Toulouse-2, spécialisée sur les questions d'environnement et d'énergie, Marie-Christine Zélem souligne combien l'implication des personnes dans les projets à énergie renouvelable locaux peut contribuer à l'indispensable baisse des consommations. PROPOS RECUEILLIS PAR PATRICK PIRO

**Le Journal des Énergies Renouvelables : Les implications sociales n'ont pas été identifiées au rang des enjeux de la transition énergétique dans un premier temps. Elles sont beaucoup plus visibles aujourd'hui. Pourquoi ?**

**Marie-Christine Zélem :** Parce que la participation de la population et des acteurs locaux se révèle la voie royale pour la réalisation d'une véritable transition énergétique. Basée sur la sobriété et les énergies renouvelables, elle est par essence décentralisée. Elle rompt avec un système énergétique basé sur un schéma classique de production et de distribution de l'énergie distant des gens. En comparaison, la transition énergétique sur le mode décentralisé apporte des bénéfices concrets pour les territoires, qui gagnent de l'autonomie et de la sécurité. Avec une part de la production électrique en local, ils sont plus autonomes et résilients en cas de black-out d'ampleur par exemple. La transition énergétique représente une opportunité considérable pour les territoires.

**Le JDER : Il est courant désormais que des personnes désirent s'engager dans des projets à énergie renouvelable locaux. Quel bénéfice pour la transition énergétique ?**

**M.-C. Z. :** On voit se multiplier les contributions financières citoyennes, par des prises de participation. À l'échelle des territoires, on voit de plus en plus d'habitants et d'habitantes s'impliquer directement dans la conception et le développement de projets à énergie renouvelable décentralisés. L'intérêt, c'est la possibilité qui leur est donnée de dépasser le simple investissement financier pour contribuer à des étapes ultérieures de plus en plus engageantes : participer à des réunions, côtoyer des projets éoliens ou photovoltaïques, s'intéresser à des questions techniques et économiques, comprendre le fond du sujet, se former aux enjeux, etc. Et à mesure de cette montée en compétences, les personnes deviennent beaucoup plus enclines à adopter pour leur compte des solutions de sobriété, qui sont à la base d'une transition énergétique concrète et cohérente. Être sensibilisé, à proximité de chez soi, à la problématique d'une production d'énergie ancrée dans le territoire local est la meilleure garantie de voir les gens adhérer à l'enjeu de la baisse des consommations.



Je fais volontiers le parallèle avec les expériences de la redevance incitative sur les déchets ménagers : invitant à réduire le volume du contenu de sa poubelle, elle oblige à réfléchir à la manière de réduire sa propre production de déchets. En achetant moins de denrées emballées, par exemple, ce qui conduit à agir à la source du problème.

**Le JDER : Voyez-vous cette participation citoyenne croître à mesure que les énergies renouvelables vont s'imposer ?**

**M.-C. Z. :** On constate que le taux de participation des citoyens est fonction de la capacité des porteurs de projet à les convaincre. J'ai accompagné plusieurs territoires où les municipalités étaient en première ligne. Une bonne dynamique d'information et de sensibilisation



*L'école d'Yzeron (Rhône), une des 18 toitures inaugurées en mai 2019 à Vaugneray par Centrales villageoises des vallons du Lyonnais. Il s'agit de sociétés locales à gouvernance citoyenne portant des projets en faveur de la transition énergétique.*

ainsi que des débats transparents conduiront la population à s'intéresser au sujet. Les gens se montreront d'autant plus enclins à placer leur épargne dans le projet local, s'il est ouvert au financement participatif, qu'il débouchera sur une réalisation concrète et visible, avec la satisfaction éventuelle que l'école, le gymnase ou la salle des fêtes soient alimentés par la production locale d'électricité. Cependant, il ne faut pas en déduire trop rapidement que le public serait spontanément prêt à s'impliquer. Je suis membre d'une coopérative de scientifiques bénévoles qui observent l'évolution des projets participatifs dans les

énergies renouvelables de la région de Nantes : nous avons pu constater que certains se développent de manière satisfaisante quand à dix kilomètres de distance à peine, un autre de même nature aura échoué. Après dix ans passés à imaginer un protocole destiné à faciliter la concrétisation de tels projets, nous pouvons conclure que beaucoup de choses nous échappent ! Il n'y a pas de recette. Cependant, nous constatons que la présence d'un noyau de personnes déterminées est souvent indispensable à la réussite. Mais elle ne garantit pas nécessairement la pérennisation des projets. On les voit parfois caler parce qu'un pilier de l'aventure s'est retiré.

**Le JDER : La loi de transition énergétique a créé des ouvertures pour la participation financière des populations locales dans les projets. C'est une bonne accroche ?**

**M.-C. Z. :** On voit aujourd'hui des banques ou des assurances proposer, parmi leurs produits éthiques, des placements dans des projets éoliens ou photovoltaïques, bien plus lisibles que les anciens livrets "développement durable", et aux rendements compétitifs. Plus directement, des plateformes proposent même de tels investissements assortis d'une clause préférentielle pour les riverains des projets. C'est une garantie intéressante pour leur acceptabilité et la création de lien avec les populations. ■



THE PULSES / GE RENEWABLE ENERGY

# EMPLOI, DES PERSPECTIVES ENCOURAGEANTES

Éolien, solaire, chauffage au bois, les énergies renouvelables créent de l'emploi. De nouveaux métiers émergent, corollaire de l'évolution des technologies.

PAR CAROLE RAP



*Construction de la nacelle d'une éolienne marine Haliade 150 de 6 MW à Montoir-de-Bretagne (Loire-Atlantique) dans l'usine de General Electric (ex-Alstom).*

**U**ne nouvelle positive en cette période de crise : en France, les énergies renouvelables continuent de recruter. Chaque année, de nouvelles centrales photovoltaïques, des éoliennes, des réseaux de chaleur au bois ou des systèmes de géothermie sortent de terre. Cet essor est encadré par des objectifs nationaux comme la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) ou la stratégie nationale bas carbone qui ambitionne d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Les besoins en emplois s'accroissent tout au long de la chaîne de valeur, de l'amont (fabriquer des composants, développer des projets) à l'aval (construire et installer des centrales, les exploiter et veiller à leur maintenance).

Pour l'année 2018, l'Ademe évalue à 90 120 le nombre d'équivalents temps plein (ETP) directs dans l'ensemble du secteur<sup>1</sup>. Par emplois directs, l'Ademe entend les emplois des entreprises directement liées aux projets d'énergies renouvelables, par exemple un fabricant de panneaux solaires, un développeur de projets éoliens ou un installateur de pompes à chaleur. « *En ajoutant les emplois indirects, c'est-à-dire les emplois chez les fournisseurs de ces entreprises, par exemple liés à la production des matières premières, cela aurait pour impact d'augmenter de près de 70 % les emplois estimés* » précise Lilian Carpenè,

**Le secteur est en perpétuelle innovation et de nouveaux métiers émergent.**

économiste au service Réseaux et Énergies renouvelables de l'Ademe. Un rapport du Syndicat des énergies renouvelables (SER) publié en 2020<sup>2</sup> indique que les énergies renouvelables et de récupération auraient généré 166 000 emplois ETP directs et indirects en 2019.

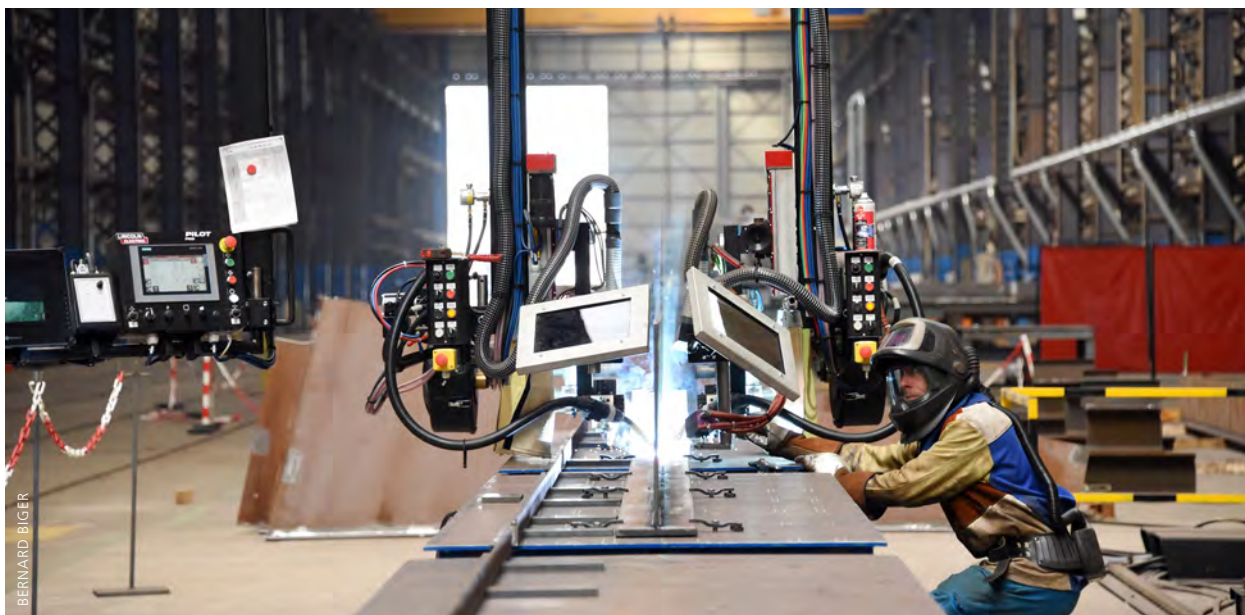
Ces emplois sont très diversifiés. Selon l'Ademe, les 90 120 ETP de 2018 se retrouvent en majorité (42 %) dans l'exploitation, la maintenance et la vente d'énergie. Pour la plupart, il s'agit d'emplois pérennes et non délocalisables, puisque liés à des unités de production d'énergie en France. Ensuite viennent les emplois liés à la construction et à l'installation (28 %) puis la fabrication et la distribution des équipements (17 % et 11 %).

### EMPLOIS QUALIFIÉS

Les profils se spécialisent, pour des métiers de plus en plus qualifiés et pointus. Lors de l'émergence du secteur des énergies renouvelables au début des années 2000, la majorité des entreprises étaient de petites PME gérées par des patrons à l'esprit pionnier. « *Les profils recherchés étaient plutôt généralistes. La gestion d'un projet était confiée à des personnes ayant des compétences larges et transversales. Avec la maturité du secteur et des enjeux toujours plus complexes, les compétences demandées sont de plus en plus verticalisées* », analyse Jens Bicking, gérant du cabinet de recrutement Elatos spécialisé dans l'énergie et l'environnement. Cette évolution n'est pas sans soulever des difficultés de recrutement et des questions en termes de formation (lire p. 34). De nouveaux métiers émergent. Le secteur est en perpétuelle innovation pour améliorer l'intégration

1. Ademe, *In Numeri*, Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération. Situation 2016-2018, Perspective 2019, Objectifs 2023, 2020.

2. Syndicat des énergies renouvelables, EY, Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires, juin 2020.



des énergies renouvelables au réseau, leur couplage à des solutions de stockage, la vente d'électricité ou encore l'acceptabilité sociale. Sans compter les filières en développement comme l'éolien en mer, l'hydrolien, l'hydrogène vert ou l'agrivoltaïsme. « Pour un producteur d'énergie indépendant, nous avons recruté deux responsables R&D à Bac + 8, l'un en biologie végétale, l'autre en biologie animale, pour mesurer l'impact du photovoltaïque sur la culture d'une exploitation agricole », confie Jens Bicking (lire aussi p. 32).

### PROGRESSION À DEUX CHIFFRES

Dans l'éolien, l'offshore a le vent en poupe, mais n'a pas encore été comptabilisé isolément dans l'étude de l'Ademe. L'*Observatoire de l'éolien 2020* (France énergie éolienne [FEE], Capgemini Invent, septembre 2020) a pour sa part identifié 20 200 emplois directs et indirects dans l'ensemble de la filière éolienne en 2019, soit une progression de 11 % par rapport à 2018. Le seul éolien en mer comptait pour sa part 2 690 emplois, en augmentation de 45 % par rapport à l'année

*Construction d'une sous-station électrique offshore sur les Chantiers de l'Atlantique, à Saint-Nazaire (Loire-Atlantique).*

précédente. Les emplois de l'éolien s'appuient sur environ 900 sociétés allant de la TPE au grand groupe industriel et présentes sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Ils se répartissent entre les études et le développement (31 %), la fabrication de composants (23 %), l'ingénierie et la construction (27 %) et l'exploitation et la maintenance (19 %). Les activités d'études et développement et de fabrication de composants connaissent une croissance plus forte, du fait de l'arrivée des projets éoliens offshore. Ces derniers suscitent d'ores et déjà de nombreux recrutements autour des usines de fabrication d'éoliennes de General Electric et de Siemens Gamesa, situées à Montoir-de-Bretagne, à Cherbourg et au Havre. À quoi s'ajoute la main-d'œuvre pour la construction et l'exploitation des parcs en mer. « D'ici 2028, l'éolien, terrestre et en mer confondus, devrait générer près de 50 000 emplois en France » assure Nicolas Wolff, président de FEE.

Le photovoltaïque mise sur l'installation. L'Ademe évalue le nombre d'emplois en ETP directs pour la filière photovoltaïque à 6 210 en 2018. Plus de la moitié sont liés aux activités d'installation, un peu plus d'un tiers à la maintenance et à la vente d'énergie. En 2023, le photovoltaïque pourrait compter 21 450 ETP directs. L'Ademe a en effet anti-

### PROSPECTIVE AVEC L'OUTIL TETE

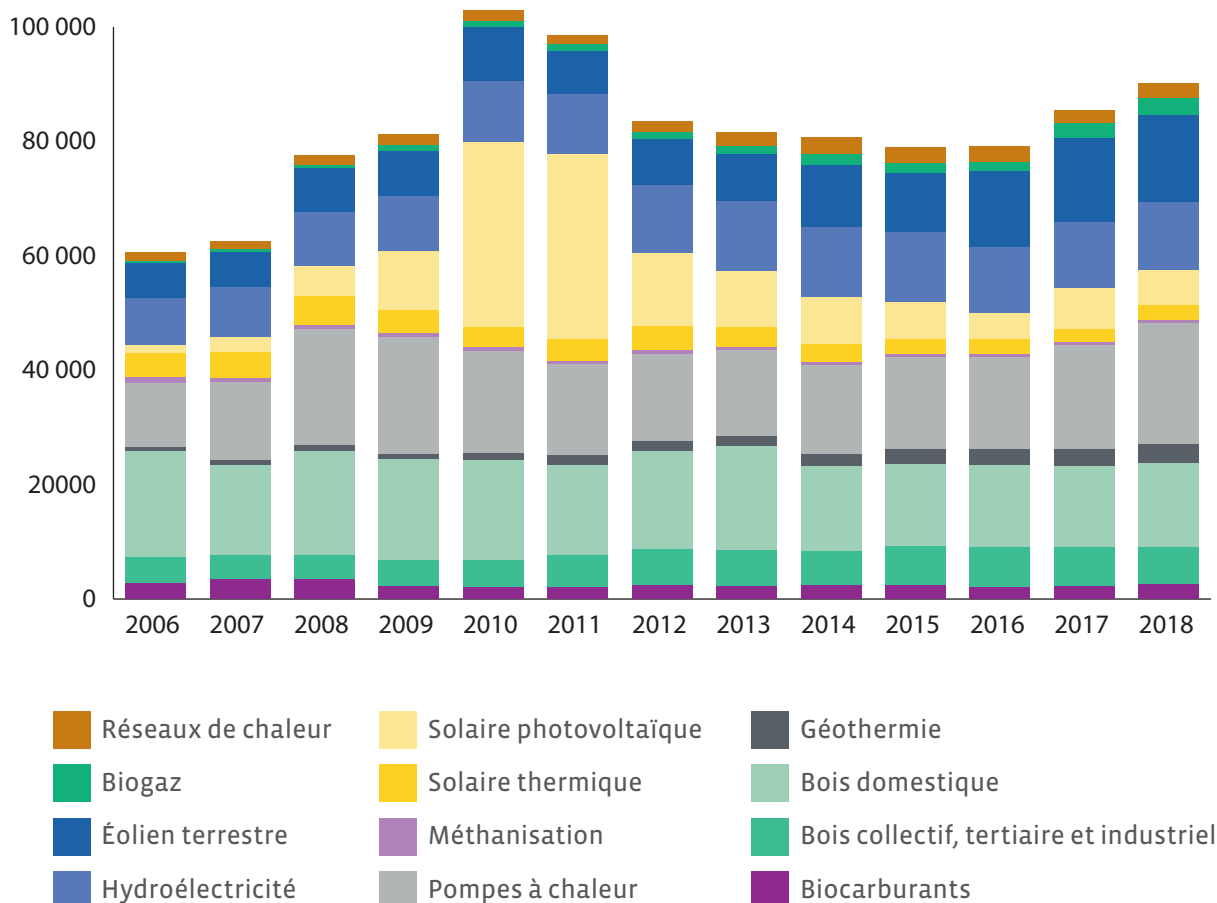
L'outil TETE (Transition écologique territoires emplois) sert à estimer les emplois créés par des politiques de transition écologique à l'échelle d'un territoire pour chaque année d'ici à 2050. Il est surtout destiné à ceux qui souhaitent mesurer l'impact de leur stratégie de transition sur l'emploi (collectivités locales, bureaux d'études, etc.) Il a été réalisé par le réseau Action climat et l'Ademe sur la base des données de prospective énergétique disponibles, dont les plans Climat air énergie territoriaux (PCAET). Sous forme d'un tableur Excel, il est téléchargeable gratuitement. [www.territoires-emplois.org](http://www.territoires-emplois.org)

## LES COLLECTIVITÉS LOCALES RECRUTENT

Thermicien compétent sur les énergies renouvelables thermiques, ingénieur réseaux urbains de chaleur et de froid, chef de projet spécialisé en photovoltaïque... Les collectivités locales sont aussi des employeurs des énergies renouvelables, « surtout les syndicats d'énergie, les pôles d'équilibre territorial et rural (PETR) et les collectivités de taille assez importante », précise Guillaume Perrin, chef adjoint du département Énergie de la FNCCR (Fédération nationale des collectivités concédantes et régies). Exemple selon l'Ademe, 80 % des maîtres d'ouvrage des 760 réseaux de chaleur et de froid sont des collectivités locales\*. Et le suivi des réseaux chez les maîtres d'ouvrage représentait plus de 800 ETP en 2017. Les collectivités recrutent par voie statutaire, mais aussi contractuelle. « La dynamique actuelle, ce sont des contrats privés de trois ans, renouvelés une fois, ainsi que des contrats liés à la durée du projet », assure Guillaume Perrin.

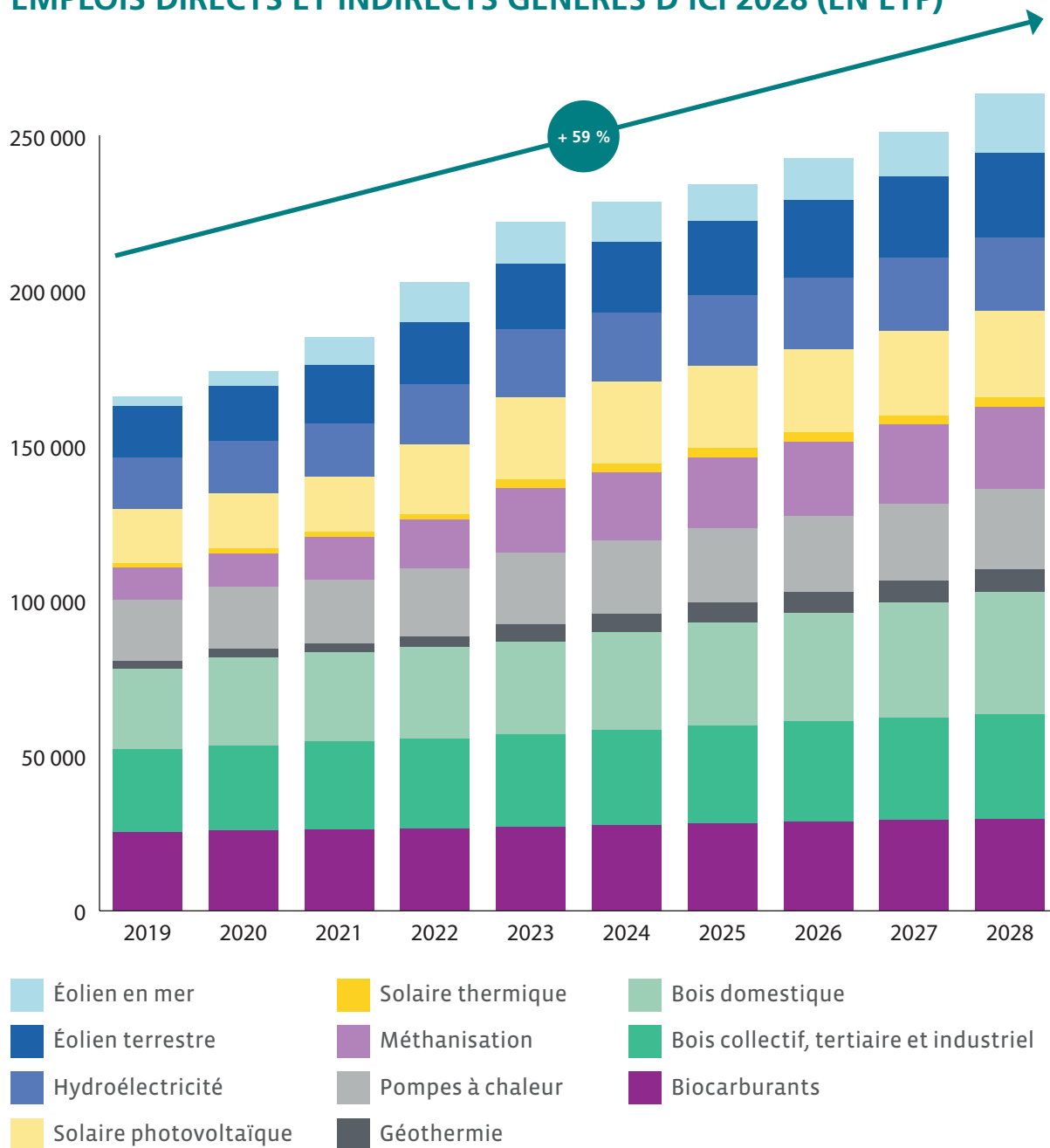
\* Ademe, Les réseaux de chaleur et de froid, état des lieux de la filière, mai 2019.

## EMPLOIS DIRECTS DU SECTEUR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RÉCUPÉRATION, DE 2006 À 2018 (EN ETP)



SOURCE : ADEME, IN NUMERI, 2020

## EMPLOIS DIRECTS ET INDIRECTS GÉNÉRÉS D'ICI 2028 (EN ETP)



SOURCE : SER, EY, JUIN 2020

cipé le nombre d'emplois en ETP directs. « Nous nous sommes basés sur les objectifs moyens de la PPE à 2028 et nous en avons déduit pour chaque filière le rythme de développement ainsi que la projection en termes d'emplois », explique Lilian Carpenè (voir interview ci-contre). Selon cette méthode, le nombre d'emplois dans les énergies renouvelables pourrait atteindre 133 380 ETP directs en 2023. Mais ces résultats sont conditionnés à des mesures politiques concrètes, comme les professionnels ne cessent de le rappeler.

Certes, des emplois seront perdus dans d'autres secteurs comme ceux du thermique à flamme (- 6 000 ETP) et du nucléaire (-1 000 ETP) à horizon 2030, ce qui suppose la mise en œuvre de politiques de

reconversion<sup>3</sup>. Mais le solde des emplois créés par les énergies renouvelables reste largement positif. ■

<sup>3</sup>. Étude prospective emplois et compétences de la filière électrique, publiée en octobre 2020 dans le cadre de l'Edec (Engagement de développement de l'emploi et des compétences), qui a réuni les principaux acteurs de la filière électrique sous l'égide du ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion.



# EMPLOIS VERTS, DÉFINITION ET MÉTHODES

Focus sur la méthodologie de recensement des emplois dans les énergies renouvelables avec Lilian Carpenè, économiste du service Réseaux et Énergies renouvelables de l'Ademe. PROPOS RECUEILLIS PAR CAROLE RAP



## **Le Journal des Énergies Renouvelables : Qu'entend-on par "emplois verts" ?**

**Lilian Carpenè :** L'Observatoire national des emplois et métiers de l'économie verte (Onemev) propose deux approches des emplois verts. L'une consiste à recenser les activités qui produisent des biens ou services ayant pour finalité la protection de l'environnement ou la gestion durable des ressources, comme la réhabilitation des sols et des masses d'eau, la maîtrise de l'énergie, la gestion des déchets, les énergies renouvelables. Ces éco-activités mobilisent 539 200 emplois équivalents temps plein (ETP) en 2017.

L'autre approche comptabilise les métiers verts. L'Onemev recense 142 000 personnes ayant un métier vert au sens strict. Il s'agit des métiers liés à la production et distribution

d'énergie et d'eau (42 %) ou à l'assainissement et au traitement des déchets (36 %). Les autres occupent des postes en lien avec la protection de la nature ou des métiers plus transversaux. Enfin, 3,7 millions de personnes ont un métier "verdissant" selon l'Onemev, c'est à dire dont la finalité – même si elle n'est pas environnementale – prend en compte cette dimension. Ces emplois sont calculés sur la base de statistiques nationales. Il n'est donc pas possible de les comparer avec les emplois tels qu'estimés par l'Ademe.

## **Le JDER : Comment calculez-vous les emplois liés aux énergies renouvelables ?**

**L.C. :** Les emplois figurant dans les études de l'Ademe sont comptabilisés selon une approche coûts x quantités par filière. Elle consiste à évaluer les marchés existants (en euros), puis à en déduire les emplois. Par exemple, pour le calcul des emplois liés à la phase d'investissement (études, fabrication, construction, installation) sur une année donnée, nous nous basons sur les nouveaux projets installés dans l'année (mégawatts ou en nombre en fonction des données disponibles), en tenant compte notamment des coûts d'investissement et en effectuant une répartition selon les maillons de la chaîne de valeur correspondante. Pour les emplois liés à l'exploitation et à la maintenance, nous prenons en compte l'ensemble des installations en service d'une année donnée. Selon cette méthode, nous évaluons le nombre total d'emplois ETP directs dans le secteur des énergies renouvelables, à 90 120 en 2018.

## **Le JDER : Comment se répartissent ces emplois au sein du secteur EnR ?**

**L.C. :** En termes d'activité, l'éolien et le photovoltaïque arrivent en tête, avec des marchés évalués à respectivement 5,8 et 4,1 milliards d'euros en 2018. Mais en termes d'emplois, c'est la filière des pompes à chaleur (PAC) domestiques qui domine, avec 21 160 ETP directs, soit 23,5 % du total des ETP. Ces emplois PAC sont aux deux tiers dans l'installation et la distribution. Les énergies renouvelables électriques, éolien, hydroélectricité et photovoltaïque, représentent 33 310 ETP directs, soit 37 %. À noter que le bois énergie est également pourvoyeur d'emplois. En prenant en compte les emplois liés à la chaîne d'approvisionnement du bois d'origine France, il représente 21 290 ETP (23,6 %) si on additionne les segments domestique et collectif. ■

# LES NOUVEAUX MÉTIERS DE LA TRANSITION

Sous l'effet de la transition énergétique, des métiers apparaissent, d'autres se transforment. Les entreprises des renouvelables sont les premières concernées.

PAR CAROLE RAP

**R**éduire son impact environnemental tout en restant à la pointe de l'innovation sur son marché, l'équation devient celle de toutes les entreprises, avec un effet certain sur l'emploi. Dans ce contexte porteur, les acteurs des énergies renouvelables se doivent de montrer l'exemple. Depuis la grande entreprise comme IDEX, 4 500 salariés, spécialiste des services énergétiques. Opérateur de plus de 200 chaufferies biomasse en France, IDEX a conçu des postes de "responsable d'approvisionnement biomasse" ou de "mobilisateur forestier" pour s'assurer la fourniture en bois local. Et jusqu'aux PME.

« Début 2020, nous avons créé un poste RSE (responsabilité sociétale des entreprises) à mi-temps sur deux sujets, la diminution de l'impact CO<sub>2</sub> de l'entreprise par l'analyse de nos consommations et la préservation de la

*biodiversité autour des centrales solaires », indique Alexis Gaveau, PDG de Ciel & Terre International, fabricant et installateur français de centrales solaires flottantes. Cette entreprise, qui réalise 90 % de son activité à l'étranger, est passée de moins de 100 salariés en 2019 à près de 160 début 2021. Elle a notamment doublé ses équipes de R&D pour garder son avance en termes d'innovation. « Nous professionnalisons tous les postes, avec des personnes de plus en plus pointues, capables de faire de l'ingénierie des tests ou de la simulation numérique par exemple. Et nous conce-*

## UN ACCÉLÉRATEUR POUR LES PME

De 2018 à début 2020, Ciel et Terre et Valeco ont participé au programme "Accélérateur PME" proposé par Bpifrance. Ce dispositif est destiné à conseiller les dirigeants de PME entrées en phase de croissance importante. La transition écologique et énergétique fait partie du cursus. « De manière générale, ces sujets sont abordés dans les accélérateurs de Bpifrance à l'occasion d'un séminaire dédié à la RSE, explique Guillaume Mortelier, directeur exécutif Accompagnement de Bpifrance. Les thématiques sont choisies en fonction des spécificités du secteur et en collaboration avec les partenaires. Pour l'accélérateur "Chimie" par exemple, France Chimie avait souhaité présenter sa démarche "Responsible Care"<sup>1</sup>. Le séminaire va mêler apports théoriques, cas pratiques et retour d'expérience d'entreprises sur leur démarche de transition. » La banque publique d'investissement a déjà organisé 80 accélérateurs PME généralistes (TPE, PME, ETI), sectoriels ou régionaux, depuis leur création en 2015. « Une étude menée avec le CNRS en 2020 a montré que les entreprises entrées dans l'accélérateur ont une trajectoire de chiffre d'affaires supérieure de dix points à celle qu'elles auraient eu si elles n'y étaient pas entrées. Nous n'avons pas encore les résultats en termes d'emplois, mais je suis sûr qu'il y a aussi un effet », estime Guillaume Mortelier. Bpifrance a lancé un accélérateur thématique dédié aux PME des énergies renouvelables fin 2019. Un second va démarrer en juin 2021.

1. L'initiative Responsible Care est l'engagement commun au niveau mondial de l'industrie de la Chimie pour la gestion sûre des produits chimiques tout au long de leur cycle de vie.



CIEL &amp; TERRE

*Le spécialiste du photovoltaïque flottant Ciel & Terre a entrepris une démarche pour réduire son empreinte carbone et environnementale.*

*vons nos produits pour qu'ils soient complètement recyclables », explique Alexis Gaveau.*

### TRANSITION INTERNE

Aurélien Canonne est directeur général de Senergy't, réseaux de PME spécialisées dans la réduction des consommations d'énergie thermique et de leur empreinte carbone (pour les réseaux thermiques en cycle urbain). Profitant de l'année 2020, il a cherché à accentuer la transition énergétique au sein de son propre groupe et s'est pour cela appuyé sur l'outil Diag Eco-Flux proposé par Bpifrance. Ce dispositif permet aux entreprises d'évaluer puis de mettre en œuvre les mesures à prendre pour réduire leurs consommations d'énergie, de matière, d'eau et de production de déchets, tout en réalisant des économies. Reste à passer à l'action. « Nous avons constitué un groupe de travail en interne et recruté une personne en volontariat territorial en entreprise (VTE) vert,

*poste cofinancé par l'État. Nous avons aussi mis en place des actions de formation avec nos jeunes en alternance, qui peuvent ainsi travailler sur les économies d'eau, sur l'isolation thermique ou sur l'analyse des consommations de carburant », raconte Aurélien Canonne.*

Du côté de Montpellier, Valeco aussi doit adapter son recrutement. Ce producteur indépendant d'électricité d'origine renouvelable à partir de centrales éoliennes et photovoltaïques a embauché près de 70 personnes en 2020, atteignant 230 salariés début 2021. Ces postes supplémentaires servent à accompagner une ambitieuse stratégie de développement, suite

**L'outil Diag Eco-Flux de Bpifrance permet aux entreprises de prendre des mesures d'économie d'énergie.**

*à l'intégration de Valeco au groupe allemand EnBW mi-2019. Ils concernent les différents métiers de l'entreprise : chef de projets éolien ou photovoltaïque, chargé d'exploitation, technicien de maintenance mais aussi contrôleur de gestion, juriste. D'autre part, ils permettent à l'entreprise de rester en phase avec les évolutions du marché des renouvelables. « Nous recrutons des personnes dans le développement de projets offshore et dans la concertation, car Valeco compte répondre aux appels d'offres éoliens en mer. Mais aussi des économistes avec un profil master science éco orienté énergies renouvelables pour le trading d'électricité, des profils de financiers pour le rachat de projets. Et des ingénieurs électriciens pour le stockage d'énergie », indique François Daumard, président de Valeco. Autant de postes qui risquent peu d'être délocalisés. ■*

# MÉTIERS EN TENSION CHERCHENT FORMATIONS

Pour certains postes, les entreprises peinent à recruter, faute de candidats adéquats. Les professionnels s'organisent pour pallier le manque de formations.

PAR CAROLE RAP



Les métiers en proie à des difficultés de recrutement sont variés. Les travaux menés dans le cadre de l'Edec<sup>1</sup> ont conclu que 30 % des emplois de la filière électrique étaient en tension à fin 2018. Même si cette étude couvre l'ensemble du secteur électrique dont le nucléaire, elle reste représentative des problématiques rencontrées dans les filières renouvelables électriques, telles l'éolien ou le photovoltaïque. Ainsi, parmi les 23 métiers considérés comme "en tension", on trouve celui de chef de projet, d'ingénieur

*Les chefs de projets développement solaire et éolien sont une denrée rare sur le marché de l'emploi.*

d'étude électrique, d'installateur photovoltaïque ou encore de data analyst (poste visant à optimiser les performances des actifs de production à partir d'analyses des données). « Nous n'arrivons jamais à recruter assez de chefs de projets développement éolien et solaire. Nous recrutons en continu », confirme François Daumard, président du producteur d'énergies renouvelables Valeco.

Les facteurs de tension sont multiples. L'étude Edec pointe notamment « la rareté des profils sur le marché de l'emploi et/ou la forte croissance de la demande des entreprises ». Et surtout, « l'inadéquation des formations et des compétences actuellement disponibles ». Les offres de formations sont décalées par rapport aux besoins des entreprises. Celles-ci utilisent des outils technologiques de plus en plus complexes, auxquels les candidats ne sont pas préparés. Autre décalage, elles recherchent de plus en plus des profils présentant une double compétence, technique et relationnelle. « Un projet d'énergie renouvelable réalisé, c'est 70 % de communication et 30 % de technique. Dans le passé, c'était plutôt l'inverse. Certes, il faut avoir une bonne base technique,

mais il faut également savoir créer de l'adhésion, en interne et en externe », analyse Jens Bicking, gérant du cabinet de recrutement Elatos, spécialisé dans l'énergie et l'environnement.

## FORMATION INTERNE

En conséquence, les employeurs forment leurs nouvelles recrues sur le terrain. « Il n'existe pas de formation diplômante qui colle avec le job de chef de projets développement. Les jeunes sont formés à travers leur stage chez les développeurs », reconnaît François Daumard de Valeco. Avec le risque pour les entreprises, de les voir partir chez un concurrent, car les salariés qualifiés et ayant quelques années d'expérience sont régulièrement « chassés ».

Certains mettent au point leurs propres cursus de formation en interne. Idex, qui réalise et exploite des réseaux de chaleur et de froid en cherchant à accroître la part des énergies renouvelables et de récupération (biomasse, géothermie ou chaleur issue de l'incinération des déchets) reconnaît que son secteur est « en tension, sur l'ensemble des postes ». Et sur la filière des usines de valorisation énergétique (UVE) en particulier. « Il n'y a pas de formation correspondant précisément à nos besoins. Pour y répondre, nous développons des parcours de formation en interne.

Certains modules sont très techniques : instrumentation, combustion, chaudière, surveillance, etc. Nous avons fait appel à un organisme spécialisé pour élaborer un programme très précis, avec plus de méthodologie. L'objectif est de dupliquer les formations plus facilement sur l'ensemble de nos sites », explique Caroline Millard, responsable développement RH chez Idex. Le groupe mise aussi sur le digital pour accroître l'accessibilité à ses contenus de formation, « qui seront ensuite relayés sur le terrain par de la pratique en interne », précise Caroline Millard.

Certains acteurs s'impliquent en amont dans le processus de formation. « Des industriels et des bureaux d'études mettent en place des partenariats clés avec les lycées, les universités et les centres de formation. Ces industriels participent au financement de la formation et offrent des opportunités de stages débouchant souvent sur un CDI », soulignent les auteurs de l'Observatoire de l'éolien 2020, étude réalisée par France énergie éolienne et Capgemini Invent (lire notre *Guide des formations aux énergies renouvelables*, Observ'ER, février 2021). Ainsi, le gestionnaire du réseau de distribution d'électricité Enedis a noué un partenariat avec Grenoble INP (Institut polytechnique de Grenoble) sur l'intégration des énergies renouvelables, le fonctionnement des réseaux et les formations aux métiers des smart grids. Quant à RTE, gestionnaire du réseau de transport, il a construit en 2019 son propre campus à Jonage, dans le Rhône, destiné à accueillir 225 salariés permanents et 7 000 stagiaires par an. Objectif : « rapprocher les activités de formation et de R&D, pour expérimenter et développer les matériels numériques indispensables à la gestion du réseau électrique de demain ». Intégrer les énergies renouvelables au réseau : autant d'autres emplois clés pour le secteur. ■

**Face à la pénurie de personnes qualifiées, les professionnels des énergies renouvelables développent leurs propres formations.**

## ENERCON CRÉE SES PROPRES CENTRES DE FORMATION

Dans l'Oise où se trouve son siège social, le fabricant d'éoliennes allemand Enercon a ouvert deux centres de formation. L'un en 2017, dédié aux techniciens de maintenance, forme 600 personnes par an sur les habilitations électriques et mécaniques. L'autre, créé en 2018, forme chaque année 350 techniciens à l'installation des mâts ainsi qu'au montage, démontage et câblage des machines, des nacelles et des pales. Ce dernier a nécessité un investissement de 3,5 millions d'euros, offrant aux salariés deux plateformes de montage et deux grues, pour un apprentissage en conditions réelles.

1. Étude prospective emplois et compétences de la filière électrique, publiée en octobre 2020 dans le cadre de l'Edec (Engagement de développement de l'emploi et des compétences) qui a réuni les principaux acteurs de la filière électrique sous l'égide du ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion.

# FESSENHEIM : UN TERRITOIRE EN RECONVERSION

À Fessenheim, près de 2 000 emplois directs et indirects sont menacés par la fermeture de la centrale. Si chaque salarié a été accompagné par EDF et souvent reclassé dans d'autres centrales, il en va autrement pour les emplois indirects. La revitalisation du territoire est également en jeu. PAR AUDE FABRE



ASSEMBLÉE NATIONALE

C'était une promesse de campagne d'Emmanuel Macron : réduire à 50 % la part du nucléaire dans le mix énergétique de la France d'ici à 2035. Cet objectif passait par la fermeture de la plus ancienne des centrales françaises (qui datait de 1977). À Fessenheim, dans le Haut-Rhin, la centrale nucléaire s'est arrêtée le 30 juin 2020. Avec sa fermeture, l'avenir des 850 salariés du site et des 350 employés de prestataires s'est noirci. Le démantèlement du site devrait néanmoins étaler dans le temps la réduction des effectifs. Environ 300 salariés du site resteront nécessaires jusqu'en 2023, puis une soixantaine à partir de 2025. Aucun licenciement n'est prévu, mais des départs



anticipés à la retraite et des démissions ont lieu depuis 2018. Dans la plupart des cas, des "transferts" vers les autres sites d'EDF (centrales nucléaires, hydrauliques...) ont été organisés. « *La priorité a été donnée au redéploiement des salariés EDF de Fessenheim sur l'ensemble des unités du parc nucléaire*, souligne la préfecture du Haut-Rhin. *Outre les managers à l'écoute de chaque salarié, sept conseillers "mobilité" ont été formés en interne pour les accompagner individuellement afin de trouver une solution adaptée.* »

Pour les sous-traitants, sur les 350 salariés, il en restera une centaine après 2025. Le Groupement des industriels de maintenance de l'Est, qui rassemble les prestataires d'EDF, les accompagne en termes de formation, de reconversion, mais aussi par un suivi psychologique. Outre ces salariés d'EDF et de prestataires, 500 emplois indirects (commerces, hôtels...) ont également été recensés sur le territoire.

### TERRITOIRE BAS CARBONE DE RÉFÉRENCE

Pour coordonner l'arrêt de la centrale, aider tous les salariés dont l'emploi est menacé et accompagner ce territoire, David Coste a été nommé, en février 2019, délégué interministériel à l'avenir du territoire de Fessenheim et des territoires d'implantation des centrales de production d'électricité à partir du charbon (lire encadré p. 39). A suivi la signature, également en février 2019, d'un projet de territoire entre l'État et les collectivités locales, françaises et allemandes. L'ambition commune pour cette zone transfrontalière est de « *devenir un territoire de référence à l'échelle européenne en matière d'économie bas carbone* ». Le chantier phare est la création de la zone d'activités Ecorhéna près de Colmar. Mais après plusieurs études environnementales afin d'estimer le foncier réellement disponible, la surface du parc a fondu comme neige au soleil. Sur les 220 hectares prévus initialement, il n'en resterait que 80 exploitables. L'État doit se prononcer d'ici à la fin de l'été 2021 sur l'étude d'impact afin d'autoriser ou pas l'aménagement et la commercialisation des espaces. Les premiers emplois ne devraient pas voir le jour avant quelques années encore.

L'extension du port rhénan de Colmar/Neuf-Brisach est le deuxième gros chantier qui devrait débuter en 2022. Elle devrait permettre de développer les activités du port, notamment en proposant des solutions logistiques (pour les colis lourds) aux industries déjà implantées ou à venir. Pour assurer la desserte ferroviaire de ce port, une voie ferrée de fret sera réhabilitée entre Colmar et Volgelsheim. Une ligne ferroviaire pour les voyageurs entre Colmar et Fribourg sera également lancée (en 2030) afin de faciliter les échanges entre ces agglomérations et les bassins de vie.

Afin de rendre le territoire du Haut-Rhin exemplaire en matière de transition énergétique, l'objectif est de développer les projets photovoltaïques, les méthaniseurs et la production d'hydrogène. Sur l'est de l'agglomération de Mulhouse, un nouveau réseau de chaleur (valorisant les déchets ménagers) devrait aussi voir le jour. La rénovation énergétique des bâtiments des collectivités locales, des collèges et des lycées s'inscrit également dans ce projet de territoire. Pour l'instant cependant, personne ne se risque à estimer le nombre d'emplois pouvant être créés.

**Les élus locaux n'ont pas fait le deuil du nucléaire et ont eu du mal à anticiper la transition.**

*La centrale nucléaire de Fessenheim a été arrêtée le 30 juin 2020.*



FRYBA ENERGIE / BADENOVA

En janvier 2021, 800 000 euros ont été débloqués par l'État français, la Région Grand-Est, le ministère fédéral allemand de l'Intérieur, de la Construction et du Territoire et le ministère de la Science, de la Recherche et des Arts du Bade-Wurtemberg pour lancer une étude. Elle sera réalisée par le Campus européen et le Cluster de recherche en durabilité dans le Rhin Supérieur pour définir des options d'investissement concrètes d'ici la fin 2021, concernant notamment les domaines des batteries et de leur recyclage, des réseaux électriques intelligents (smart grids) et de l'hydrogène.

### MANQUE D'ANTICIPATION

De belles intentions, mais peu de projets qui se concrétisent pour l'instant alors que les départs de salariés ont débuté il y a déjà trois ans. Les emplois qui pourraient être générés par ces programmes ne seront pas destinés aux salariés d'EDF (déjà reclassés ou partis) mais devraient permettre la revitalisation du territoire. Car l'enjeu est aussi là.

« Le plan de reclassement et de reconversion d'EDF s'est plutôt bien passé, estime Vincent Thiébaud, député du Bas-Rhin (LaREM) et rapporteur de la mission d'information sur la fermeture de la centrale ouverte en janvier 2020. Mais avec les départs des salariés, ce sont des écoles qui ferment, un marché de l'immobilier qui vacille, l'avenir des commerçants qui est menacé... » Le rapport de la mission présidée par Raphaël Schellenberger, député du Haut-Rhin (LR), devrait être remis en mai 2021. « Suite aux auditions menées notamment auprès des élus locaux, je m'aperçois que le deuil de la centrale n'est pas fait et qu'il y a un manque d'anticipation de leur part alors que la compétence du développement économique est bien dans les mains des collectivités territoriales. Même si l'État apporte un soutien financier, c'est à elles d'aller de l'avant, de présenter et d'accompagner

*Vue d'artiste de la future centrale solaire de Réguisheim, située à 15 minutes de l'ancienne centrale nucléaire de Fessenheim. Développée conjointement par le Français Tryba Énergie et l'Allemand Badenova, cette centrale de 21,3 MW devrait entrer en service en 2022.*

des projets qui dynamiseront le territoire. » Les élus locaux, eux, estiment ne pas pouvoir réaliser leur projet de territoire dans un contexte où les impôts locaux vont fortement diminuer (malgré l'engagement de l'État à compenser les pertes fiscales de manière dégressive). Si à Fessenheim, l'anticipation n'a pas été le maître mot pour la reconversion du territoire, espérons que dans les régions où de prochains arrêts de réacteurs sont prévus d'ici à 2035, la question de l'après-nucléaire soit d'ores et déjà réfléchi. ■

*La rénovation énergétique des bâtiments des collectivités locales, des collèges et des lycées s'inscrit dans le projet de territoire.*



## CHARBON : CENTRALES EN COURS DE FERMETURE

En fermant les quatre centrales de production d'électricité à partir du charbon, le gouvernement souhaite répondre à l'objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Le ministère de la Transition écologique précise que « si les quatre dernières centrales à charbon de France fournissent moins de 1,2 % de la production nationale d'électricité, elles génèrent environ 10 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit plus du quart des émissions de gaz à effet de serre du secteur électrique. » Des projets de territoire ont donc été signés en 2020 pour accompagner la reconversion des territoires concernés par ces fermetures. L'enjeu est de « transformer l'arrêt des quatre centrales en opportunités concrètes d'accélérer la transition écologique des territoires concernés, précise le ministère. Les projets de territoire sont également des supports à la création d'emplois. » Une ordonnance de juillet 2020 acte des mesures de sécurisation financière, complémentaires à celles prévues par les employeurs auprès des salariés des centrales ou des sous-traitants. L'accès à la formation est facilité et une cellule d'accompagnement individuel des salariés a été mise en place. Pour la centrale du Havre (Seine-Maritime), dont l'arrêt a été effectif au 31 mars 2021, la future usine de fabrication d'éoliennes offshore développée par Siemens Gamesa générera le recrutement de 210 premiers salariés d'ici décembre 2021.

À Cordemais (Loire-Atlantique), à l'embouchure de la Loire, la centrale pourrait fonctionner jusqu'en 2026 pour sécuriser l'approvisionnement électrique (350 salariés et 150 prestataires sont menacés). L'aménagement de la zone portuaire et de 290 ha proches du port pourrait générer 1 200 emplois directs tournés vers les énergies vertes. Le projet Ecocombust (production d'électricité avec 20 % de charbon et 80 % de bois) est à l'étude, mais fait débat.

À Saint-Avold (Moselle), la centrale doit fermer en 2022 (105 salariés du site et 214 emplois indirects chez les sous-traitants et fournisseurs) pour se reconvertir dans la production d'hydrogène renouvelable. À Gardanne (Bouches-du-Rhône), la centrale s'est arrêtée en décembre 2020 et devrait être remplacée par une centrale biomasse (actuellement contestée par des associations environnementales). Un plan de sauvegarde de l'emploi concernant une centaine de salariés sur les 160 est en négociation (dans le cadre d'un conflit social important entre salariés et dirigeants de GazelEnergie).



# ÉNERGIE VERTE : BIEN DÉCRYPTER LES OFFRES

Les offres dites “vertes” d’électricité et de gaz sont un fourre-tout, qui amalgame des contrats adossés au marché opaque des garanties d’origine à des fournitures soutenant directement l’essor de la production d’énergies renouvelables. PAR PATRICK PIRO

**M**i-avril, le médiateur national de l’énergie identifie... une quarantaine de fournisseurs proposant plus de 60 offres d’électricité “100 % vert” pour les particuliers ! Cette dénomination, lâche, signifie que pour chaque kilowattheure consommé par vos appareils, une installation “à énergie renouvelable” aura produit quelque part la même quantité d’électricité. Pour en attester, un fournisseur peut acquérir des garanties d’origine, document émis par chaque producteur, en rapport avec la quantité d’électricité verte qu’il injecte sur le réseau. Mécanisme souvent opaque, voire trompeur : les fournisseurs ne donnent en général pas d’information sur les garanties d’origine qu’ils ont acquises. Elles proviennent souvent d’installations rentabilisées depuis longtemps. Par exemple, une centrale hydroélectrique italienne datant des années 1950.

Pour contribuer plus sûrement à l’essor de nouvelles capacités renouvelables, il faudra se tourner vers un fournisseur s’approvisionnant directement auprès de producteurs d’électricité verte. Et de préférence ceux dont l’intégralité du portefeuille d’offres est “100 % vert”, dans une démarche cohérente. Ils communiquent sur leurs producteurs : c’est

une valeur ajoutée pour une clientèle concernée – source (soleil, vent, biomasse), localisation (française, régionale), gouvernance (collective, participative, etc.).

## LABEL DE QUALITÉ

Les informations du comparateur du médiateur national de l’énergie sur la composition des offres restent hélas succinctes. L’Ademe s’apprête à lancer un label qui devrait éclairer les consommateurs. Dans l’attente, on se

*Récemment, des offres de gaz vert ont fait leur apparition, certains fournisseurs proposant même du 100 % gaz vert. Ci-dessous, le méthaniseur de La Ferme du Haut, situé à Woellenheim, près de Strasbourg, produit pour le fournisseur Ilek.*





ÉNERGIES D'ICI

réfèrera à notre numéro hors sèrie *Le point sur les offres d'électricité verte* (mars 2019) et au *Guide de l'électricité verte* de l'association Greenpeace. Dans la dernière édition de ce guide (fin 2019), la catégorie "vraiment vert" hébergeait cinq fournisseurs proposant uniquement des offres "100 % vert" et investissant à des degrés divers dans la construction de nouvelles capacités de production (solaire, éolien, biomasse). Dans l'ordre : Enercoop, Planète oui, Urban solar, Ilek, Plüm énergie. Les fournisseurs Mint ou Ekwateur, "en bonne voie", devraient bientôt prétendre à la catégorie supérieure, ainsi que de nouvelles marques, comme Énergie d'ici. Nouveauté, depuis quelques mois : l'apparition d'offres de gaz "vert". Il s'agit de biométhane issu de la fermentation de matières

*Sous la marque Énergie d'ici, les producteurs indépendants de l'Union des producteurs locaux d'électricité ont entrepris de vendre directement leur électricité verte aux consommateurs.*

organiques, très majoritairement agricoles. Selon le même principe que pour l'électricité, un fournisseur peut proposer une offre verte via un mécanisme de garanties d'origine, qui certifie qu'à chaque kilowattheure que vous consommerez, un volume de gaz vert correspond à cette énergie aura été injecté par un producteur dans le réseau de distribution de gaz. Dans l'état actuel de ce marché, peu développé, le gaz vert provient de France pour toutes les offres qui en contiennent. Elles proviennent de cinq fournisseurs seulement, selon le comparateur du médiateur national de l'énergie, dont trois proposent des offres "100 % vert" : Ekwateur, Yéli et surtout Ilek, le seul qui se passe de garanties d'origine par un approvisionnement direct auprès de neuf sites de production en France, que les clients ont la possibilité de choisir quand ils souscrivent une offre. ■

# AUTOCONSOMMATION QUEL EST LE MEILLEUR CONTRAT ?

Produire son électricité solaire pour couvrir tout ou partie de sa consommation : alors que la crise climatique s'aggrave, un nombre grandissant de propriétaires caresse le rêve autarcique. Mais il est rarement rentable de devenir indépendant du réseau. PAR PATRICK PIRO

**L**e coût des énergies renouvelables baisse, les incitations réglementaires se déploient. Et les prestataires se multiplient, proposant la pose de panneaux photovoltaïques sur le toit de votre pavillon ou de votre petite entreprise. Avec, trop souvent, un argument de séduction simpliste : « *consommer ce que l'on produit, c'est autant de moins sur la facture d'électricité, et pour longtemps* ». L'autoconsommation, encouragée par les pouvoirs publics, est certes un bon choix. Mais à condition de ne pas se laisser abuser par la tentation de dimensionner son installation de manière à couvrir l'intégralité de ses consommations : c'est bien rarement l'optimum économique. On considère ici les installations raccordées au réseau, et non pourvues de batteries, option non rentable et peu écologique.

## QUELLE RENTABILITÉ ?

Pour se rapprocher de cet optimum économique, il faut considérer plusieurs paramètres. D'abord évaluer le productible de l'installation. Il dépend de sa position géographique, de l'inclinaison de la toiture, de son orientation et de sa puissance. Avec 20 m<sup>2</sup> de toiture, on peut disposer d'une centrale de 3 kilowatts crête (kWc), une puissance courante dans le résidentiel.

Ensuite, il faut considérer le profil de consommation du foyer. Pas le total annuel, mais les variations horaires, journalières et saisonnières : plus elles coïncideront avec les variations de la courbe de production, plus importante sera la fraction d'électricité solaire que pourront en pratique absorber les appareils (taux d'autoconsommation, vu du producteur). Une installation trop puissante produira un surplus important, notamment en été, période de plus faible consommation, alors qu'un toit solaire sous-dimensionné n'apportera qu'une partie des économies possibles sur la facture d'électricité. Le simulateur AutoCalSol développé par l'Institut national de l'énergie solaire (Ines) offre une modélisation des courbes de consommation et production en fonction des paramètres renseignés. Toutefois, l'outil "Évaluer mon devis" de l'association Hespul recommande de considérer des valeurs d'autoconsommation plus modestes qu'AutoCalSol, qui ne

**Les contrats de vente totale et d'autoconsommation avec vente de surplus sont les plus intéressants économiquement.**

prend pas en compte, par exemple, l'absence éventuelle des occupants et occupantes pendant les vacances estivales, période durant laquelle la consommation est minimale et la production solaire maximale.

Pour une installation standard de 3 kWc de puissance et un taux d'autoconsommation raisonnable (30 %, selon l'outil Hespul), les calculs montrent que la rentabilité de l'opération à vingt ans (durée de vie standard d'une installation photovoltaïque) est optimisée pour un contrat de "vente totale"<sup>1</sup>. Avec les contrats "autoconsommation partielle avec cession gratuite du surplus" ou "autoconsommation totale"<sup>2</sup>, aux coûts d'installation certes réduits, on ne rentre jamais dans son investissement (voir tableau). Pour la même configuration mais avec un taux d'autoconsommation porté à 60 %, grâce par exemple à un pilotage de l'électroménager en fonction de la météo, le meilleur gain découle en revanche d'un contrat "autoconsommation avec vente du surplus".

Pour ce même foyer, une installation d'1 kWc verra sa production quasi intégralement absorbée par les appareils domestiques tant elle est sous-dimensionnée, conduisant à des taux d'autoconsommation dépassant 90 %. L'opération ne présente donc qu'un modeste intérêt énergétique. Elle est maximisée financièrement avec un contrat "autoconsommation avec vente du surplus". Le contrat "vente totale" est mal adapté, en raison d'une trop faible production au regard de l'investissement. « *Ces outils de simulation ont cependant leurs limites, en présumant par exemple que le taux d'autoconsommation reste constant dans le temps, ce qui est peu probable*, tempère Mélodie

## BILAN FINANCIER À VINGT ANS D'UN TOIT PHOTOVOLTAÏQUE

PUISSANCE INSTALLÉE	TYPE DE CONTRAT DE RACCORDEMENT				
	VENTE TOTALE	AUTOCONSOMMATION			
		Taux d'auto- consommation	Avec vente du surplus	Avec cession gratuite du surplus	Totale
1 kWc	1 300,00 €	90 %	3 700,00 €	3 100,00 €	3 300,00 €
3 kWc	3 700,00 €	30 %	3 100,00 €	-2 900,00 €	-2 700,00 €
3 kWc	3 700,00 €	60 %	5 300,00 €	1 300,00 €	1 500,00 €
DONNÉES ÉCONOMIQUES					
Achat et installation	de 2 000 € (1 kWc) à 8 000 € (3 kWc) <sup>(a)</sup>	de 1 000 € (1 kWc) à 7 000 € (3 kWc)			
Prime d'investissement	0,00 €		de 380 € (1 kWc) à 1 140 € (3 kWc)	0,00 €	0,00 €
Turpe <sup>(b)</sup>	43 € par an		10 € par an	10 € par an	0 € par an
Tarif obligation d'achat	17,93 c€/kWh		10 c€/kWh	0 c€/kWh	0 c€/kWh
<b>(a)</b> Dont ajout d'un compteur de production, etc. <b>(b)</b> Tarif d'utilisation du réseau public d'électricité					

SOURCE : OUTIL "ÉVALUER MON DEVIS", DE L'ASSOCIATION HESPUL

AGIR

de l'Épine, coordinatrice du pôle photovoltaïque à Hespul. Néanmoins, c'est une base correcte pour vérifier un devis, estimer l'intérêt à vingt ans d'un tel équipement, et... lutter contre l'idée reçue qu'il est nécessaire d'atteindre un fort taux d'autoconsommation pour optimiser l'équation économique de son investissement. »

### AUTOCONSOMMATION D'ENTREPRISE

Dans le cas d'une PME, d'un atelier artisanal ou d'une exploitation agricole, le raisonnement de base est identique. Viennent s'ajouter toutes les dispositions afférentes aux entreprises : frais supplémentaires, impositions, dotations aux amortissements, etc.

Pour une entreprise disposant d'un abonnement de fourniture d'électricité de 120 kVA, dont le prix au kilowattheure est assez peu avantageux, l'optimisation solaire se situera vers 100 kWc de puissance installée, actuel maximum pour bénéficier des tarifs d'achat de l'électricité. Ce plafond doit cependant être porté à 500 kW au deuxième trimestre 2021. Alors que l'achat et l'installation reviennent

*Hypothèses : toit photovoltaïque standard orienté au sud à Saint-Amand-Montrond (centre de la France) ; foyer consommant de 6 000 kWh par an (sans chauffage électrique) ; hausse du prix de l'électricité de +3 % par an. Le bilan à vingt ans est établi en considérant d'un côté les économies sur la facture d'électricité et la vente d'électricité solaire, de l'autre les coûts d'équipement et les charges.*

deux à trois fois moins cher au Wc que pour un toit domestique de 3 kWc, le bilan à vingt ans peut dégager quelques dizaines de milliers d'euros de gains, en "vente totale" ou "autoconsommation partielle". Enedis propose un simulateur "Tester mon raccordement" jusqu'à 1 MWc de puissance. « Il y a là un véritable objectif d'optimisation, souvent avec l'appui d'un bureau d'études, car c'est du cas par cas, en fonction du profil de consommation de l'entreprise, du coût du raccordement, etc., commente Mélodie de l'Épine. Mais au bout d'un compte, le meilleur choix peut permettre de réduire de trois à cinq ans le retour sur investissement. » ■

1. Tout ce qui est produit est vendu, au tarif d'achat "vente totale", via un compteur de production ad hoc.
2. Attention à l'ambiguïté, il s'agit là d'une "autoconsommation totale" du point de vue d'Enedis. Le producteur s'engage à ne pas injecter son surplus sur le réseau (moyennant un automate à financer), ce qui ne signifie nullement que toute sa production pourra être intégralement consommée par ses appareils.

# LE BOUM DU FINANCEMENT PARTICIPATIF

Prêts, prise de parts en capital : l'investissement citoyen dans les énergies renouvelables est en pleine effervescence, favorisé par les pouvoirs publics et d'intéressants rendements sécurisés. PAR PATRICK PIRO



**E**ntre le bas de laine des particuliers et les énergies renouvelables, c'est l'amour débordant. En 2019, selon notre confrère *Greenunivers*, le secteur a drainé en France 67 millions d'euros de prêts et d'investissements en capital pour financer des projets solaires, éoliens, hydroélectriques ou à biomasse. Une croissance époustouflante de 74 % par rapport à 2018 (voir graphique p. 47). Et les chiffres 2020 devraient confirmer la tendance si l'on se réfère à l'excellente santé globale du financement participatif (*crowdfunding*) : un milliard d'euros collectés l'an dernier, selon le cabinet Mazars et l'association Financement participatif France (FPF), soit + 62 % en un an. Le placement en obligation<sup>1</sup> ou en prêt est nettement préféré (75 % des fonds), avec 96 millions d'euros dédiés à l'environnement et aux énergies renouvelables, au deuxième rang derrière l'immobilier. Mais en tête, avec près de 18 millions d'euros collectés, pour les investissements (prises de parts de

*Le collectif Les Survoltés d'Aubais a inauguré son parc photovoltaïque citoyen de 249 kW en mai 2018. Il est implanté à Aubais (Gard) sur une ancienne décharge, impropre à toute construction ou activité agricole.*

capital ou royalties). Moins couru, ils connaissent cependant un fort regain d'attrait, en hausse de 43 % depuis 2019. L'essor des apports de fonds propres pour des projets d'énergie renouvelable est l'une des explications avancées par la FPF pour expliquer la croissance globale du financement participatif en 2020.

## INCITATIONS NATIONALES

« On note une attente croissante des acteurs locaux, qui veulent être plus étroitement associés au développement ainsi qu'à l'exploitation des projets qui se montent sur leur territoire », analyse Laure Verhaeghe, directrice générale de Lendosphère, première plateforme française de financement participatif (plus de 95 millions d'euros drainés). « Et les appels à projets des collectivités exigent régulièrement que les tours de table soient ouverts au financement participatif. » Même tendance au niveau national : la moitié des lauréats des appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) s'engagent sur une part de financement participatif, dont une partie en capital, attirés par l'attribution d'un bonus (voir encadré). Meilleure acceptabilité des projets par les

*L'association Atout vent a mis en service à l'été 2020 le parc éolien de l'Hyrôme, impliquant plus de 370 citoyens, des acteurs publics et Énergie partagée. Il est composé de cinq éoliennes de 2,4 MW situées sur la commune de Chemillé-en-Anjou, dans le Maine-et-Loire.*

## UN BONUS EN RÈGLE AVEC L'UNION EUROPÉENNE

Les lauréats des appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) sont gratifiés d'un supplément de rémunération de 1 €/MWh si le projet s'engage à ce que 10 % de son financement (fonds propres et prêts) proviennent de collectivités locales ou de riverains. S'ils apportent au moins 40 % des fonds propres, en actions dotées de droits de vote, ce bonus passe à 3 €/MWh. Ce mécanisme est cependant en cours d'adaptation pour convenir aux règles de concurrence de Bruxelles. Énergie partagée, qui contribue à ces réflexions, indique une piste en cours : introduire dans la notation des appels d'offres un pourcentage récompensant le niveau d'ouverture des projets à la participation citoyenne – apports de fonds propres et accès à la gouvernance. Autre clarification qu'attendait l'Union européenne : début mars ont été définies en droit français les notions de "communautés d'énergie renouvelable" et de "communautés énergétiques citoyennes", avec des dispositions qui faciliteront l'investissement local dans les projets à énergie renouvelable.



CITÉOLE HYRÔME

riverains, retombées économiques pour les territoires, participation des acteurs locaux à la transition énergétique : les bénéfices sociaux et économiques sont appréciables. Pour 1 euro investi dans un projet citoyen de production d'énergie renouvelable, 2,5 euros profitent au territoire, en fiscalité, loyers, salaires, prestations, revenus de l'investissement, calcule Énergie partagée (lire encadré p. 15). Ce mouvement, créé en 2010, est l'ancêtre des plateformes d'investissement participatif dans le capital de projets d'énergies renouvelables à gouvernance citoyenne. Il totalise 26 000 actionnaires qui ont déjà investi 58 millions d'euros dans 220 projets, dont une cinquantaine fait partie du réseau des Centrales villageoises. « Nous avons battu des records de collecte pendant l'année 2020, et les nouvelles équipes municipales élues en juin dernier montrent une forte appétence : le système est en train de changer sous nos yeux », s'enthousiasme Erwan Boumard, directeur d'Énergie partagée.

### NOUVEAUX TYPES DE PLACEMENTS

Dédiée à l'origine à la collecte de fonds destinés à des prêts ou des obligations, la plateforme Lendosphère s'est ouverte depuis fin 2019 à l'investissement par des particuliers en parts de capital (actions) dans des projets. Son public est généralement peu familier de ce type de

placement, plus contraignant qu'un simple prêt dont les sommes sont récupérables à termes proches, et avec une grande sécurité<sup>2</sup>.

« Les questions clés : je me suis engagé en capital sur vingt ans, puis-je revendre mes parts avant ? Quel sera mon rendement ? Et à quelle échéance des dividendes pourront-ils m'être servis ? », rapporte Laure Verhaeghe. La plateforme travaille à établir des pactes d'actionnaires qui donneront une visibilité rassurante aux particuliers par des modalités simples et transparentes : un engagement du porteur de projet à racheter les parts d'un vendeur à échéance définie, un

*Le projet de méthaniseur du Gaec des Érables, en Haute-Marne, a réussi à collecter 1,4 million d'euros auprès de 933 prêteurs, via la plateforme Lendosphère. Sa mise en service est prévue début 2022.*





rendement sécurisé dont le calcul est décorrélé des résultats du projet. Lendosphère a récemment bouclé une collecte de 346 000 euros qui couvrira 40 % des fonds propres de la centrale solaire RSP2 du groupe CVE en Ariège. Espérance de rendement : 5,8 %, délai d'attente avant une revente possible des parts : 5,25 années. Par comparaison, Le taux de rendement moyen des sociétés civiles de placement immobilier, recherchées, était de 4,18 % en 2020.

Rendements financiers très attractifs, technologies mûres, fiabilité, visibilité économique à long terme : le modèle économique des énergies renouvelables autorise des placements sûrs et rémunérateurs. « Nos placements sont même devenus compétitifs face à des fonds de dette, voire des prêts bancaires, avec de surcroît toute la valeur ajoutée de la participation citoyenne, souligne Laure Verhaeghe. Ils sont devenus des outils de

*financement à part entière.* » La plateforme signale des investissements individuels de plusieurs centaines de milliers d'euros. Et elle s'oriente aussi vers des opérations plus classiques, dont les investisseurs seront directement associés aux résultats financiers, plus risquées mais avec des rendements potentiellement plus importants, élargissant l'entrée au capital à des sociétés d'économie mixte et des collectivités.

Pour passer à l'acte, les particuliers qui recherchent des placements participatifs dans les énergies renouvelables ont à leur disposition 22 plateformes encadrées par les pouvoirs publics<sup>3</sup>. Elles sont habilitées à décerner un label "financement participatif pour la croissance verte" qui identifie des projets favorisant la transition énergétique et écologique, transparents et fournissant des informations sur leur qualité environnementale. ■

1. Titre de dette, avec paiement à terme régulier d'un intérêt fixe ou variable.

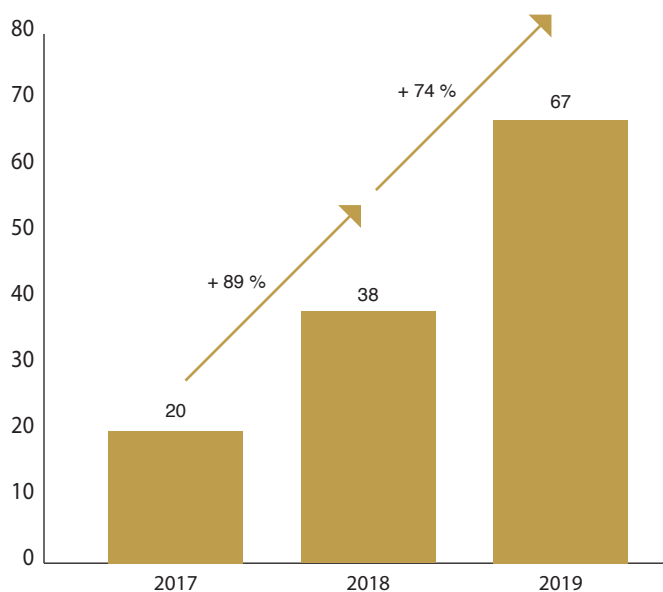
2. Lendosphère affiche "0" pour les encours impayés.

3. [www.ecologie.gouv.fr/label-financement-participatif](http://www.ecologie.gouv.fr/label-financement-participatif)

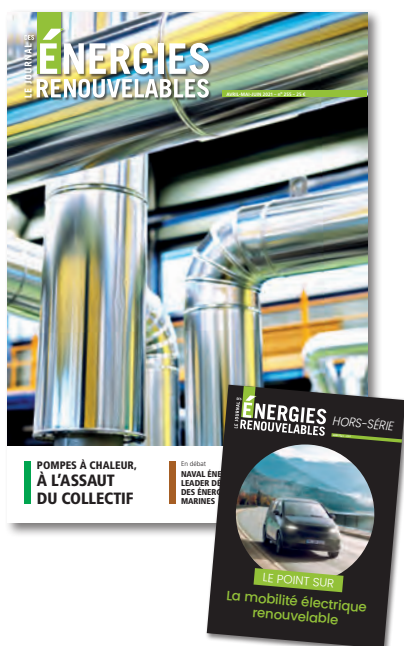


## ÉVOLUTION DU FINANCEMENT PARTICIPATIF DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN FRANCE

Montants levés  
(en M€)



SOURCE : GREENUNIVERS ET FINANCEMENT PARTICIPATIF FRANCE



# 5

## NUMÉROS PAR AN, DONT 1 HORS-SÉRIE + LA NEWSLETTER HEBDOMADAIRE

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